



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE  
LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:  
SAHORY NATALY FLORES GOMEZ

CARRERA:  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

***“ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR SISTEMÁTICAMENTE LA  
PÉRDIDA DE PIEZAS MÁSTER MEDIANTE LA METODOLOGÍA PDCA”.***

MABUCHI MOTOR MÉXICO S.A. DE C.V.



Nombre del asesor externo  
Karen Soledad Macias Navarro

Nombre del asesor Interno  
María Esmeralda Esparza Muñoz

Pabellón de Arteaga, Ags.  
Diciembre 2023

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **II. Agradecimientos**

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa a la realización de este proyecto.

En primer lugar, agradezco a Mabuchi Motor México por brindarme la oportunidad de llevar a cabo mi proyecto de residencias. Agradezco también al equipo directivo y al personal de la empresa por su colaboración, apoyo y acceso a la información para el éxito de este proyecto. A mi familia, quiero expresarles mi profundo agradecimiento por su apoyo constante, paciencia y aliento a lo largo de este desafiante pero gratificante viaje. Además, agradezco a mi asesora académica María Esmeralda Esparza Muñoz por su orientación y valiosos aportes durante todo el proceso. También quiero expresar mi gratitud a mi asesora externa Karen Soledad Macías Navarro y a todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron con sus conocimientos y esfuerzos. Este proyecto no habría sido posible sin la colaboración y el respaldo de cada uno de ustedes. ¡Gracias!

### **III. Resumen**

En la empresa Mabuchi Motor México, dedicada a la producción de motores eléctricos para la industria automotriz, se presentó una problemática que radica en la pérdida excesiva de piezas máster, mismas que son necesarias para comprobar la funcionalidad de los poka-yoke de las máquinas, en el área de ensamble. Este problema impactó directamente en la calidad de los productos, ya que al no contar con dichas piezas, no se pueden detectar anomalías en los poka-yoke previo al arranque de producción, por lo que se pueden fugar defectos.

Para abordar esta problemática, se implementó la metodología Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA) mediante la elaboración de un sistema de gestión. Este enfoque sistemático proporcionó un marco estructurado para la identificación de las causas subyacentes de las pérdidas, el diseño de soluciones estratégicas y la implementación de ajustes continuos en los procesos operativos. A través de ciclos iterativos, se logró una mejora constante en la eficiencia operativa y la calidad de los productos.

Posterior a la implementación de la metodología (PDCA) se logró el resultado creando un sistema de gestión al 100% mediante la elaboración de ayudas visuales, identificación y etiquetado de piezas, actualización y elaboración de estándares, y capacitación al personal operativo.

## IV. Índice

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....</b>	<b>2</b>
II. Agradecimientos.....	2
III. Resumen.....	3
IV. Índice.....	4
Lista de tablas.....	6
Lista de ilustraciones.....	6
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>7</b>
5. Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa u organización y el puesto o área del trabajo del residente....	11
6.1 Misión.....	13
6.2 Visión.....	13
6.3 Objetivos.....	14
6.4 Organigrama.....	15
6.5 Principales clientes.....	16
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	17
8. Justificación.....	21
9. Objetivos (general y específicos).....	24
9.1 Objetivo general.....	24
9.2 Objetivos específicos.....	24
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
10. Marco teórico (fundamentos teóricos).....	26
10.1 Indicadores clave de desempeño (KPI's).....	26
10.1.1 Tipos de KPI'S.....	27
10.1.2 KPIS y la relación con el cuadro de mando.....	28
10.2 Just in time.....	30
10.2.1 ¿Cuál es el concepto de Just In Time?.....	30
10.2.2 Antecedentes.....	31
10.2.3 Beneficios del JIT.....	34
10.3 Diagrama de causa y efecto (diagrama de ishikawa).....	35
10.3.1 ¿Qué es el diagrama de Ishikawa?.....	35
10.3.2 Origen del diagrama de Ishikawa.....	36
10.3.3 Beneficios del diagrama de Ishikawa.....	36
10.4 Los 5 ¿por qué?.....	37
10.5 Ciclo de Deming (PDCA).....	38
10.5.1 Fases del PDCA.....	38
10.6 Poka-yoke.....	40
10.6.1 ¿Qué es un poka-yoke?.....	40
10.6.2 Aplicación de sistemas poka-yoke.....	41
10.7 Ayuda visual.....	42

10.7.1 Historia de fábrica visual.....	42
10.7.2 Fábrica visual y manufactura esbelta.....	43
10.7.3 Función de las ayudas visuales.....	44
10.8 Estándar.....	45
10.8.1 ¿Qué es un estándar y para qué sirve?.....	45
10.8.2 Un estándar en ingeniería industrial.....	45
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....</b>	<b>46</b>
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	46
11.1 Cronograma de actividades.....	47
11.2 Fase 1 (Planear).....	48
11.3 Fase 2 (Hacer).....	50
11.4 Fase 3 (Verificar).....	55
11.5 Fase 4 (Actuar).....	59
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
12. Resultados.....	66
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
13. Conclusiones del proyecto.....	72
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....</b>	<b>74</b>
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	74
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>75</b>
15. Fuentes de información.....	75
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS.....</b>	<b>76</b>
17. Anexos.....	76

## Lista de tablas

Tabla 1. Principales clientes de Mabuchi Motor México.....	16
Tabla 2. Cronograma de actividades.....	47
Tabla 3. “5 ¿por qué?”.....	48
Tabla 4. Piezas faltantes (inicial).....	56
Tabla 5. Piezas faltantes (actual).....	58

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Organigrama de Mabuchi Motor México.....	15
Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa.....	49
Ilustración 2.1 Inventario de línea A06.....	51
Ilustración 2.2 Asignación de colores por línea.....	52
Ilustración 2.3 Identificación y etiquetado de piezas máster.....	52
Ilustración 2.4 Ayuda visual.....	53
Ilustración 2.5 Ayuda visual en máquina.....	54
Ilustración 2.6 Capacitación al personal.....	54
Ilustración 2.7 Reducción de piezas máster.....	55
Ilustración 2.8 Condición inicial.....	57
Ilustración 2.9 Condición actual.....	58
Ilustración 3. Comparativa de condición inicial y actual.....	59
Ilustración 3.1 Total de cajas para almacenar piezas máster.....	61
Ilustración 3.2 Propuesta 1 de layout.....	62
Ilustración 3.3 Propuesta 2 de layout.....	63
Ilustración 3.4 Avance de línea A02.....	64
Ilustración 3.5 Avance de línea A03.....	65
Ilustración 3.6 Avance de línea A10.....	66
Ilustración 4. Identificación y etiquetado.....	69
Ilustración 5. Ayuda visual.....	70
Ilustración 6 Capacitación al personal.....	70
Ilustración 8. Antes.....	71
Ilustración 9. Después.....	72
Ilustración 10. Carta de aceptación.....	78

## CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 5. Introducción

Mabuchi Motor México es una empresa dedicada a la elaboración de motores eléctricos para la industria automotriz, con especialización en aplicaciones clave como elevadores de ventanas y retrovisores. Este proyecto buscó sumergirse en el núcleo de la operación de Mabuchi Motor México, explorando su infraestructura, procesos y desafíos específicos, con el objetivo de proponer soluciones estratégicas que no sólo abordaran las problemáticas identificadas, sino que también fortalecieran la posición competitiva y la eficiencia operativa de la empresa en el panorama automotriz.

El proceso de elaboración de las piezas máster, inicia desde su fabricación, hasta el cuidado o mantenimiento de las mismas; cada máquina cuenta con piezas máster y la cantidad depende de los defectos que se puedan presentar en cada una, así mismo se tienen piezas de cada modelo que produce cada línea y de los calibres de estas, ya que a veces un modelo tiene hasta tres tipos de calibre, esto se refiere al grosor del alambre y el embobinado, de igual manera se tienen de ambos lados (L y R), ya que de cada modelo de motor existen dos lados que son denominados:

- L (left)
- R (right)

que en español sería derecho e izquierdo.

Previo a realizar una pieza máster, el líder o supervisor realiza una solicitud de piezas mediante un documento en el que especifica el modelo de la pieza, el lado, el calibre, proceso, defecto y el dictamen (OK o NG), posterior a ello se lleva la solicitud a calidad y el personal encargado comienza con el proceso de la elaboración de las piezas.

Existen defectos de apariencia, mismos que se generan fácilmente utilizando herramientas como; quita cover, destornillador, cutter, etc., pero también hay defectos internos en los que se requiere abrir las unidades para replicar los defectos a los componentes internos, así mismo algunos se tienen que realizar con ayuda de los técnicos, ya que tienen que manipular las máquinas para fabricar la pieza con el defecto.

Una vez realizadas las piezas máster se comienzan a etiquetar, las piezas consideradas "OK (buenas), son etiquetadas con una cinta azul y las "NG (No good) con roja, esto para facilitar la identificación de las piezas, de igual manera se pone etiqueta en la caja que se almacena cada pieza, esta etiqueta contiene datos específicos como: proceso, defecto de la pieza, código de la pieza, dictamen y número de pieza, este último también se marca en la pieza para que el operador pueda identificar fácilmente en qué caja va la pieza al momento de tomarla.

Posterior al etiquetado, se entregan las piezas al líder de la línea y este las firma de recibido. Ya que la línea tiene sus piezas, antes de arrancar producción los operadores pasan esas piezas en las máquinas para confirmar que los poka yoke funcionan correctamente, esta actividad es denominada como "revisiones iniciales", estas revisiones ayudan a prevenir problemas, minimizar el tiempo de inactividad y garantizar la calidad del producto final; mediante la inspección visual, limpieza y mantenimiento, verificación de herramientas, calibración y ajuste, pruebas de funcionamiento y registro de las revisiones iniciales realizadas y de cualquier problema detectado.

La empresa Mabuchi Motor enfrentó una problemática crítica que incidía directamente en la calidad de sus productos. La empresa se veía afectada por pérdidas significativas de piezas máster, generando no solo costos adicionales, sino también comprometiendo la consistencia y eficiencia de sus procesos productivos. La necesidad de abordar este desafío se volvió crucial para preservar la competitividad y reputación de la empresa en el mercado automotriz, motivando así la implementación de un proyecto de residencias centrado en la gestión efectiva de estas pérdidas.

Por tal motivo el objetivo primordial de este proyecto se centró en implementar un sistema de gestión integral en Mabuchi Motor México, con el propósito específico de reducir la pérdida de piezas máster en sus procesos de fabricación de motores eléctricos. A través de un análisis exhaustivo de las causas subyacentes de estas pérdidas, se buscó diseñar e implementar soluciones estratégicas que optimizaran la eficiencia operativa, minimizaran los costos asociados y, en última instancia, preservaran la calidad y consistencia de los productos finales. Este enfoque no sólo abordó la problemática inmediata de las pérdidas de piezas máster, sino que también estableció las bases para una gestión más eficiente y sostenible en el futuro de la empresa en la industria automotriz.

Para lograr el objetivo antes mencionado y a su vez, dar solución a la problemática, se implementó la metodología Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA) mediante el uso de varias herramientas como: diagramas de ishikawa, ayudas visuales, estándares, análisis de los 5 porqués, entre otras. Esta metodología proporcionó un marco estructurado que guió cada fase del proyecto de residencias.

A continuación se especifica como está desarrollado el proyecto:

- Capítulo 1: en este capítulo, se describe un resumen general del proyecto llevado a cabo.
- Capítulo 2: se describe la empresa en la que se centra el proyecto, así como la problemática identificada y la importancia de resolverla logrando los objetivos planteados.
- Capítulo 3: se mencionan los temas investigados, mismos que sirvieron como referencia durante el desarrollo del proyecto.
- Capítulo 4: se describen las actividades realizadas durante el proyecto, mediante la aplicación de la metodología PDCA, usando ilustraciones, gráficos, tablas, etc.
- Capítulo 5: aquí se mencionan los resultados obtenidos posterior a las herramientas y metodología aplicada, y se evidencia el cumplimiento de los objetivos.

- Capítulo 6: se menciona lo concluido del proyecto, los obstáculos que se presentaron y los aprendizajes obtenidos.
- Capítulo 7: en este capítulo se describen las competencias desarrolladas por el residente durante la elaboración del proyecto.
- Capítulo 8: se plasman las fuentes de información de las cuales se tomó información relevante durante la investigación de temas necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Capítulo 9: se agregan anexos como la carta de aceptación emitida por la empresa en la cual se llevó a cabo el proyecto.

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

Mabuchi Motor México es una empresa de giro automotriz que se encuentra ubicada en Circuito Cerezos Oriente #105, Parque Industrial San Francisco IV, San Francisco De Los Romo, AGS 20304 México. Esta empresa se estableció en la ciudad de Aguascalientes en agosto del año 2014, pero inició sus operaciones formalmente en el año 2016, en sus inicios comenzó generando alrededor de 148 empleos y actualmente, a la fecha genera más de 8,000.

Mabuchi Motor México es una empresa dedicada a la fabricación de motores pequeños para la industria automotriz en especial para elevadores de ventanas y retrovisores, mercado en el que tienen una participación mundial del 70%, por lo tanto, es una de las firmas líderes en el mercado de motores eléctricos, que tiene sus principales clientes en OEMs como: Honda y Mazda, así como empresas de otros sectores. Mabuchi Motor se encuentra certificada en la ISO 9001, ISO 14000 e IATF 16949.

La planta de Mabuchi cuenta con varias áreas en las que se elaboran distintos componentes que forman parte del motor que es fabricado; entre estas áreas se encuentra:

- **Prensas**

En esta área, se utilizan máquinas de prensado para dar forma a láminas de metal y crear piezas como el housing; este es un tipo carcasa o estructura externa que rodea y protege los componentes internos del motor. Aquí mismo, se fabrica una pieza llamada “cover” misma que es la cubierta o tapa del motor, colocada de igual manera para proteger componentes internos.

- **Inyección**

El proceso principal en el área de inyección de plásticos es el moldeo por inyección, se calienta la resina plástica y posteriormente se inyecta en un molde que tiene la forma de la pieza a elaborar, en este caso un gearbox (estructura externa del motor) o un helical.

- Coating

En esta área se fabrica un componente llamado “rotor”, este es el componente central encargado de convertir la energía eléctrica en movimiento mecánico y de generar el par motor necesario para realizar un trabajo mecánico específico. El rotor pasa por distintos procesos y uno de los más importantes es el recubrimiento de pintado, mismo que tiene como finalidad evitar cortocircuitos.

- Ensamble

Este es el paso final del proceso de la elaboración de los motores, puesto que aquí se ensamblan todos los componentes que son elaborados en las otras áreas para posteriormente obtener un motor unidad. Esta área no solo se encarga de ensamblar, también realiza pruebas de desempeño del motor ya ensamblado para verificar que cumpla las especificaciones establecidas por el cliente y si la unidad cumple con ello, puede continuar hacia el proceso de empaque para ser enviado al cliente.

Así mismo, la empresa cuenta con áreas administrativas como: recursos humanos, recursos financieros, compras, calidad, entre otras.

El departamento en el que desempeña sus actividades el residente es el de Quality Assurance (QA) dicho departamento se conforma por el gerente, sub gerente, supervisores y staff de calidad. Este departamento cumple distintos roles o actividades, pero entre las más importantes se pueden destacar: desarrollo de estándares de calidad, control de procesos, auditorías internas, gestión de no conformidades, capacitaciones al personal, análisis de defectos anormales, entre otros.

El propósito del residente dentro del área de calidad es llevar a cabo actividades que impacten en la mejora continua de la calidad de los productos, mediante estrategias que aseguren el funcionamiento adecuado de las piezas máster. Las piezas máster son iguales a las que se ensamblan en las líneas y existen piezas para cada proceso que hay en el área de ensamble, estas piezas tienen distintos defectos, mismos que son creados con la finalidad de conocer la condición de los pokayoke de las máquinas, ya que dependiendo de la pieza (OK o NG) la máquina debe arrojar el dictamen según sea la condición de la pieza.

El uso de estas piezas tiene como finalidad evitar fuga de defectos al momento de realizar los procesos, pues las máquinas deben ser capaces de detectar defectos anormales de cada pieza que por ahí pasa.

### 6.1 Misión

La misión de la empresa es: “Eleva el nivel de contribución a la sociedad y persevera, como una entidad destacada de la que el mundo no puede prescindir. Lograr el crecimiento como individuo y una riqueza del corazón que se deriva no sólo de la riqueza material, sino de la experiencia de cuidar a los demás seres humanos, a la madre naturaleza y a todos los elementos que sustentan nuestras vidas”.

### 6.2 Visión

Aumentar el nivel de contribución a la sociedad y seguir siendo una empresa esencial para el mundo, y todas las personas que pertenecen al Grupo Mabuchi están para participar en la contribución social.

### 6.3 Objetivos

- Eficiencia
- Rentabilidad
- Crecimiento
- Cultura de seguridad

## 6.4 Organigrama

A continuación se muestra el organigrama de la empresa Mabuchi Motor México. (ver ilustración 1).

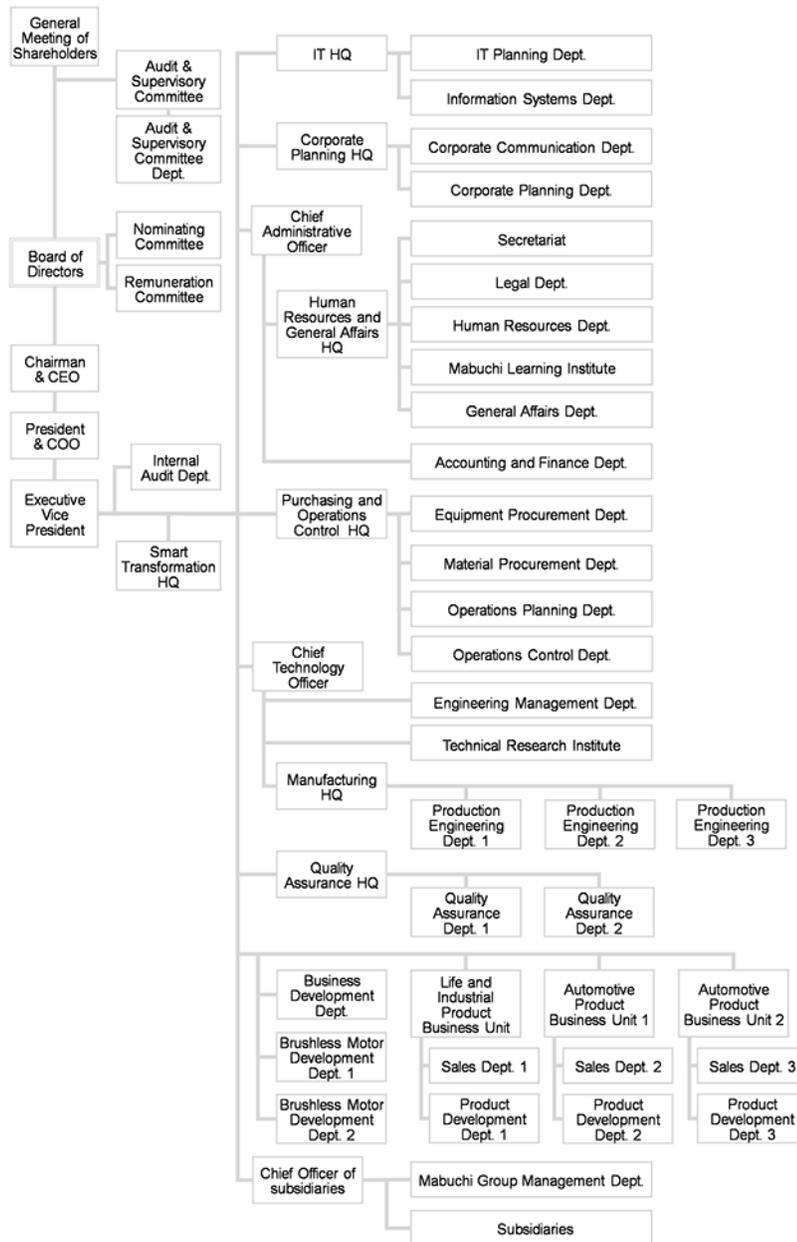


Ilustración 1. Organigrama de Mabuchi Motor México

## 6.5 Principales clientes

En la siguiente tabla se muestran los principales clientes de la empresa Mabuchi Motor México: (ver tabla 1).

<p><b>HONDA</b></p> 	<p>Honda es una compañía japonesa que se dedica a la fabricación de motocicletas, automóviles, productos de fuerza y otros equipos. Además de en estos sectores tienen una gran experiencia en la robótica, náutica, aeronáutica y en componentes destinados a la industria del automóvil</p>	<p><i>(HONDA: Fichas Técnicas, Precios Y Medidas De Todos Los Modelos De HONDA, n.d.). Autocasion.com. Retrieved September 30, 2023, from <a href="https://www.autocasion.com/marcas/honda">https://www.autocasion.com/marcas/honda</a></i></p>
<p><b>MAZDA</b></p> 	<p>Mazda Motor Corporation está ubicado en Fucho, distrito de Aki, prefectura de Hiroshima, Japón. Mejor conocido por su tecnología de motor rotatorio, Mazda se ha convertido en uno de los principales fabricantes de vehículos del mundo, produciendo vehículos deportivos y eficientes para que todos lo experimenten.</p>	<p><i>¿Quién hace Mazda?   Historia de Mazda. (n.d.). Mazda of Escondido. Retrieved September 30, 2023, from <a href="https://www.mazdaofescondido.com/es/quien-hace-mazda/">https://www.mazdaofescondido.com/es/quien-hace-mazda/</a></i></p>

Tabla 1. Principales clientes de Mabuchi Motor México

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

En la empresa Mabuchi Motor México se tiene una gran demanda de sus motores eléctricos por parte de sus clientes, por lo que en ocasiones se tiene que producir con urgencia para cumplir con la misma, sin embargo, como cualquier empresa se busca que al cumplir con la demanda se entreguen los productos en tiempo y forma sin descuidar la calidad de los mismos, ya que cumpliendo con dichos aspectos se logra la fidelidad de los clientes y las utilidades aumentan.

Actualmente, una de las funciones del departamento de calidad es elaborar, probar y resguardar las piezas máster, ya que estas son parte importante para elaborar productos con la calidad que el cliente lo desea; pues dichas piezas se encargan de garantizar que los poka yoke funcionen correctamente y son capaces de detectar los defectos anormales que se puedan presentar, previo al arranque de las líneas de ensamble.

El proceso de las piezas máster comienza a partir de que los líderes o supervisores detectan la falta de alguna pieza, daño o mal funcionamiento de las misma; posteriormente se realiza el llenado de un formato donde se describen las especificaciones de las piezas a reemplazar, dicho formato se entrega a calidad y una vez que las piezas son elaboradas y etiquetadas según corresponda, son entregadas al área de ensamble; la persona que recibe se encarga de revisar a detalle que se hace entrega de las piezas requeridas y finalmente firma de recibido.

Durante las revisiones iniciales se han detectado anomalías respecto a piezas máster, como: falta de la pieza, piezas dañadas, piezas con dictamen incorrecto; lo que ocasiona que no se hagan las revisiones o que los operadores las hagan con piezas de producción, por lo que no se está garantizando que los poka yoke estén funcionando correctamente y a su vez se ocasione una fuga de defectos.

Estos defectos pueden ocasionar retrabajos y este aspecto impacta en el cumplimiento del requerimiento del cliente, pues requiere tiempo y mano de obra, lo que retrasa la producción. Además pueden existir defectos no visibles que al no ser detectados se fuguen al cliente y cause algún reclamo y pago por devoluciones o multas.

Una cuestión notable que se detectó fue la pérdida de las piezas, que a pesar de estar identificadas para que cualquier persona sepa dónde colocarla, se hace de forma incorrecta, por lo que la gestión de las piezas máster no está estandarizada correctamente y esto genera que se reemplacen piezas constantemente por extravíos, lo que conlleva a un desperdicio de materia prima (M.P) al tomar piezas de producción para elaborar piezas máster.

Al realizar algunas piezas máster existe una pérdida de tiempo considerable del personal de calidad y personal de mantenimiento, debido a que en ocasiones una pieza máster puede requerir hasta un mes para su fabricación, ya que es necesario tener disposición de maquinaria o disposición de técnico de mantenimiento para realizarle el defecto a la pieza, de igual manera se requiere que la línea produzca el modelo, lado y calibre necesario para elaborar las piezas máster, puesto que en ocasiones producen hasta 3 semanas consecutivas un mismo modelo o incluso hay líneas que solo producen en el turno de día cada dos semanas y por lo tanto, eso retrasa la elaboración de las piezas máster.

En relación a las piezas dañadas, se debe a la falta de capacitación o de conocimiento por parte de los operadores al momento de hacer uso de ellas, lo que provoca que el tiempo de durabilidad de la pieza, se reduzca.

Por otro lado, un factor que impacta en el desperdicio de M.P está relacionado con la falta de actualización del estándar en el que se establecen los defectos de las piezas máster necesarias para cada modelo y cada calibre. El estándar F-MXM-00-012AD-W es un documento elaborado por el departamento de ingeniería, en el cual se establecen los defectos específicos para cada pieza máster, dependiendo del modelo, del calibre del alambre y del proceso. Este documento sirve como guía para el departamento de calidad, al momento de elaborar dichas piezas.

En la actualidad el F-MXM-00-012AD-W no se encuentra actualizado, por lo que siguen apareciendo defectos que ya no son necesarios para dictaminar en las piezas; ya que mediante un excel que fue enviado por parte del corporativo de Japón, se explica qué y cómo se deben dañar las piezas para realizar cada defecto y en algunos defectos mencionan que para ciertos modelos ya no aplican desde el año 2019, por lo tanto al realizar dichas piezas máster se está generando un desperdicio de material y de tiempo de elaboración.

A continuación, se enlistan las problemáticas de manera priorizada:

1. Existe una fuga de defectos anormales al no realizar revisiones iniciales para comprobar la condición del poka yoke, debido a las piezas dañadas o con dictamen incorrecto.
2. Debido a la pérdida tan constante de las piezas y a la falta de actualización del estándar, se reemplazan piezas de manera continua, lo que ocasiona un desperdicio de materia prima, así como de tiempo de elaboración por parte del personal de calidad y de personal de mantenimiento.
3. No hay una correcta gestión en cuanto al resguardo de las piezas, por lo que cualquier persona puede tomarlas y esto provoca la pérdida de las mismas.
4. La falta de capacitación al personal, provoca que no sepan hacer uso de las piezas máster, o no sepan qué pieza utilizar en las máquinas, por lo que hacen uso incorrecto de ellas y las dañan.

Lo expuesto anteriormente, es un impedimento para que la empresa cumpla sus objetivos y de igual manera con la calidad que el cliente solicita en los productos.

## 8. Justificación

En la empresa Mabuchi Motor México S.A de C.V, la pérdida de piezas máster es un problema crítico que afecta la eficiencia de la producción y los costos operativos. Las piezas máster son elementos clave en la fabricación de componentes automotrices, debido a que estas se utilizan para probar y validar la precisión de los poka-yokes en la maquinaria. Si los poka-yokes funcionan correctamente, deberían detectar cualquier desviación o discrepancia entre la pieza máster y las piezas reales producidas. Esto garantiza que los errores sean corregidos antes de que se conviertan en defectos costosos.

El impacto que tiene dicho problema dentro de la empresa influye en algunos aspectos, como:

- Cantidad excesiva de defectivo

La pérdida de piezas máster conlleva la posibilidad de que se produzcan defectos anormales en los productos finales debido a la falta de referencia y control durante el proceso de fabricación.

Los defectos anormales aumentan los costos de retrabajo, disminuyen la calidad percibida por los clientes y pueden resultar en devoluciones o reclamaciones, dañando la reputación de la empresa.

- Desperdicio de materia prima y pérdida de tiempo productivo, así como de personal de calidad y mantenimiento

La pérdida de piezas máster conlleva a la necesidad de reproducir estas piezas, lo que resulta en un desperdicio significativo de materias primas y del tiempo de elaboración, tanto para el personal de calidad, como para personal de mantenimiento.

Este desperdicio no solo aumenta los costos de producción, sino que también agota los recursos naturales y afecta la sostenibilidad ambiental de la empresa.

- Funcionamiento de poka yoke en las máquinas

La ausencia de piezas máster puede dificultar la detección del funcionamiento correcto de los dispositivos Poka Yoke (mecanismos de prevención de errores) en las máquinas. La falta de detección temprana de problemas puede llevar a un aumento de defectos de producción, tiempos de inactividad no planificados y costos de mantenimiento imprevistos.

Tomando como referencia los aspectos antes mencionados se buscaron distintas alternativas que puedan dar solución al problema, ya que la pérdida de piezas máster es un problema que puede desencadenar conflictos que afecten de manera significativa a la empresa.

Es por ello, que este proyecto pretende atacar las problemáticas principales y generar beneficios. Uno de los beneficios consiste en mejorar la calidad del producto, ya que al reducir la pérdida de piezas máster se tendrá una mayor precisión en la fabricación y ensamblaje, reduciendo significativamente la presencia de defectos anormales. Así mismo, se logrará una reducción en los costos de producción al evitar la necesidad de reproducir más piezas, mismas que podrían utilizar para completar el requerimiento del cliente.

La eficiencia operativa es otro aspecto que se busca favorecer, puesto que, la disponibilidad de piezas máster facilitará la detección temprana de problemas en las máquinas y mejorará la eficiencia general de la producción. Por último, la mejora en la reputación y sostenibilidad; la entrega de productos de mayor calidad y la reducción del desperdicio de materias primas mejorarán la reputación de la empresa y su sostenibilidad ambiental.

El proyecto logrará reducir la pérdida de las piezas máster de manera significativa en la línea A06 y A10 del área de ensamble y al mismo tiempo reducirá el desperdicio de materia prima. Para lograrlo se llevaron a cabo distintas herramientas como: gestión de las piezas máster, elaboración de ayudas visuales, elaboración de manuales para el correcto uso de las piezas, control del resguardo de las piezas, actualización y elaboración de estándares, elaboración de checklist para la realización de inventario, auditorías y revisiones periódicas, así como capacitación al personal.

Durante el desarrollo de este proyecto, las habilidades que se podrán ver aplicadas, van desde habilidades técnicas, de gestión, analíticas, interpersonales y de trabajo en equipo. En resumen, este proyecto de residencias profesionales ofrecerá al residente la oportunidad de adquirir habilidades que son esenciales en la industria automotriz y en otros sectores relacionados con la producción y la gestión empresarial. Además, promoverá una comprensión de la importancia de la eficiencia operativa y la sostenibilidad en el mundo empresarial.

## **9. Objetivos (general y específicos)**

### **9.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema de gestión de piezas máster al 100%, que reduzca significativamente la pérdida de éstas en la empresa Mabuchi Motor México S.A. de C.V., mediante la implementación de ayudas visuales, capacitación del personal, estandarización del proceso, creación de un sistema de gestión de piezas máster; con lo anterior, garantizando la calidad del producto desde el arranque de la producción, reduciendo los costos operativos y el consumo de materia prima, eliminando despilfarros de maquinaria, equipos y personal; optimizando la eficiencia de la producción, en el periodo agosto-diciembre 2023.

### **9.2 Objetivos específicos**

- Elaborar un sistema de gestión que conlleve la creación del sistema para administrar las piezas máster que inicia desde la elaboración de un excel donde se plasme la cantidad de piezas requeridas por máquina, estándar del manejo de las piezas, ayudas visuales para el uso de las mismas, instructivos, capacitación al personal, sistema de resguardo y medidas preventivas para el extravío de piezas máster.
- Reducir la pérdida de piezas máster en la línea de producción A06 del área de ensamble, mediante ayudas visuales para los operadores, buscando alternativas en el resguardo de las piezas y posterior a ello, midiendo la tasa de pérdida de piezas mensualmente para lograr una reducción del 10% en un lapso de 4 meses.

- Identificar oportunidades para reducir el consumo de materias primas en la fabricación de piezas máster, en un 4%; cuantificando la cantidad de materias primas utilizadas actualmente para la producción de dichas piezas, asimismo haciendo una reducción de piezas innecesarias según el estándar actualizado; alcanzando este objetivo en un tiempo aproximado de 4 meses, ya que la reducción de M.P. no solo reduce costos, sino que también es sostenible.
- Capacitar al personal en prácticas de control de calidad y el nuevo sistema de gestión de piezas máster, mediante un seguimiento del progreso del personal en relación al manejo de las piezas y garantizar que por lo menos un 60% del personal de las líneas A06 y A10 esté capacitado en un tiempo de 3 meses, puesto que, la capacitación es fundamental para implementar las mejoras con éxito.
- Reducir la fuga de defectos anormales en el área de ensamble provocados por mal funcionamiento de los poka yoke, en un 3%, en un lapso de 4 meses.
- Reducir el tiempo que se requiere para la reelaboración de piezas, ya que actualmente el personal de calidad invierte alrededor de 7 horas para la elaboración de piezas, dependiendo del defecto de la pieza; esto a consecuencia de la excesiva pérdida de las piezas en las líneas de producción del área de ensamble.

## CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

### 10. Marco teórico (fundamentos teóricos)

El marco teórico de este proyecto se centra en abordar el desafío de reducir las pérdidas de piezas máster en la empresa Mabuchi Motor México, por lo tanto, se abordarán una serie de temas esenciales relacionados con la gestión de la pérdida de piezas. Estos temas incluyen el uso de herramientas de ayuda visual, la medición y seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar la eficiencia en la gestión de piezas máster, la realización de auditorías para identificar áreas de mejora, la creación de checklists y estándares de calidad para garantizar procesos consistentes y eficientes, entre otros. Cada uno de estos elementos desempeñan un papel crucial en la reducción de la pérdida de piezas máster y, en conjunto, conforman un enfoque integral para abordar este desafío en la industria automotriz.

#### 10.1 Indicadores clave de desempeño (KPI's)

Los Indicadores Clave de Desempeño también llamados KPI's (Key Performance Indicators), son métricas financieras o no financieras que miden el comportamiento de un proceso o actividad de manera que sirva como guía para alcanzar los objetivos y metas fijados en el plan estratégico de la organización (Vazquez, J. M. 2013).

Los indicadores o KPI's permiten el seguimiento y evaluación periódica de las variables clave de la organización, y la comparación en el tiempo con los correspondientes referentes internos (metas), y externos (estándares a través de benchmarking, comparación con las mejores prácticas) (Vazquez, J. M. 2013).

Los KPI's son herramientas indispensables para dirigir una organización, un equipo o un proceso. Disponer de los indicadores adecuados permite anticiparse a los problemas y que todo el personal de la empresa esté alineado con los objetivos y estrategias de la misma (Vazquez, J. M. 2013).

Los indicadores son necesarios para poder mejorar. "Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar" (Vazquez, J. M. 2013).

### *10.1.1 Tipos de KPI'S*

Los indicadores deben ser de varios tipos como cuantitativos, o cualitativos. De acuerdo con lo que indican los expertos en la materia, este último no ha sido fácil de implementar por los líderes de las organizaciones, porque al ser un proceso subjetivo que va relacionado principalmente con la percepción propia y de la relación con el empleado, no se puede dejar de lado, la relación personal que haya entre los dos ya que en caso de no tener una buena relación o haber presentado una situación de orden personal cuando el líder va a emitir un resultado debe dejar de lado la situación presentada y calificar sin tener ese conflicto de interés. Por eso es necesario que exista un complemento entre varios diseños de KPI's (Amaya Villalobos, Á. 2020).

- **INDICADORES DE EFICIENCIA**

Este indicador relaciona los recursos invertidos o utilizados con el resultado final.

- **INDICADORES DE EFICACIA**

Miden el grado en el que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados esperados. Es una comparación entre logros versus metas.

- **INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Se basan en medir la consecución de las tareas o los trabajos. Por ejemplo, el número de pedidos mínimos atendidos.

- INDICADORES DE EVALUACIÓN

El propósito es analizar el rendimiento que se obtiene de la realización de una tarea, con el fin de detectar puntos de mejora. Por ejemplo, analizar el reparto de pedidos.

- INDICADORES DE CAPACIDAD

Este mide la relación entre la cantidad que se puede producir y el tiempo para que esto ocurra (Molina, G. 2012).

Existen muchas otras clasificaciones para los indicadores. En cualquier caso, lo importante es tener claro los objetivos al diseñar indicadores y evaluar su actualización periódicamente. Lo ideal es establecer indicadores que aporten una visión conjunta de la empresa, sin dejar a un lado indicadores más concretos para medir acciones específicas (Molina, G. 2012).

#### *10.1.2 KPIS y la relación con el cuadro de mando*

Existen estrategias relacionadas con la satisfacción del cliente, para ello hay algunas preguntas que son importantes que las empresas puedan responder al interior de la empresa sobre todo para ver qué tan relacionado está con el proceso de cuadro de mando Integral el cual también es conocido como Balanced Scorecard. “El cuadro de mando integral es otra opción precisa que tiene la empresa para poder manejar todos los procesos de la compañía en varias opciones, pero que, si no se logra articular de manera correcta en cada una de las áreas de la empresa y logra caracterizar a los empleados con cada función, meta, objetivo relacionándolo con la estrategia no se va a poder tener resultados favorable. Desafortunadamente, es imposible desarrollar un conjunto universal de indicadores clave de rendimiento que sea efectivo para cualquier empresa.” (Blog, 2020).

Como todos los negocios son un mundo diferente, así mismo, aunque se tengan bases para medir a cada organización y se cuente con diferentes estrategias, es importante personalizar y manejar los procesos de forma individual, y todo esto se construye a partir de la claridad de lo que la empresa pretende lograr, pero sobre todo que debe ser un espejo del cumplimiento de metas y del gran objetivo de la compañía como factor de éxito. ¿Qué tan bien estoy atendiendo a mis clientes?. La eficiencia operativa. ¿Qué tan bien está funcionando mi operación?, el valor comercial ¿Qué tan bien estoy apoyando a las ventas comerciales? y la gestión operativa (OminiawFM, 2020).

La satisfacción del cliente: Es uno de los componentes que más mueve a las empresas, porque de ello depende no solo la imagen sino directamente las ventas y el rendimiento que tiene la empresa, es una prioridad, así como todos los esfuerzos están encaminados a generar indicadores que le permita al personal revisar cuando se están equivocando y a mejorar el proceso directo. Digamos que en general es aquí donde las empresas tienen a generar sus áreas de servicio al cliente para cuidar el proceso (Amaya Villalobos, Á. 2020).

Mejoramiento Continuo: Es otro eslabón que hace que sea de un seguimiento continuo y exclusivo, pero solo será posible si se unifican todas las herramientas que permitan detectar cada oportunidad o amenaza y encontrar la forma de implementar estas mejoras. Uno de los principales errores es encontrar los problemas, pero no hallar el camino para solucionarlos (Amaya Villalobos, Á. 2020).

Mercadeo: La idea es que una vez se encuentren estas mejoras las empresas puedan estar preparadas para generar expansión y abrirse hacia otros mercados, logrando evaluar continuamente sus procesos, pero además de que gracias al aprendizaje fue mucho más pertinente y hasta podría ser de ejemplo para otras organizaciones (Amaya Villalobos, Á. 2020).

Constante Cambio: Si los sistemas de medición implementados generan cambios adecuados puede proponerse metas más ambiciosas que le ayudaran con mejores resultados en corto plazo (Amaya Villalobos, Á. 2020).

## 10.2 Just in time

### *10.2.1 ¿Cuál es el concepto de Just In Time?*

Desde la aparición de este término, era difícil para las ciencias y gente de negocios definirlo. Incluso hoy en día muchas empresas piensan que están usando el método, pero en realidad, no se están dando cuenta que JIT debe estar integrado en la filosofía de la empresa y no sólo en las letras (Radisic, 2009). Otra definición de JIT, está dada por (Baglin, 2012), cada producto debe ser procesado, idealmente en una "cadena de máquinas". De hecho, la calidad es un requisito previo generado por la aplicación de JIT. En efecto, el conjunto de conceptos de la visión JIT en la calidad de la gestión se llama Control de Calidad Total, y se basa en asegurar que los productos se elaboren con calidad garantizada, y no sólo inspeccionados después de la producción (Corrêa y Giansesi, 2009).

### *10.2.2 Antecedentes*

Después de la Primera Guerra Mundial Henry Ford y Alfred Sloan de General Motors cambiaron la manufactura artesanal utilizada por siglos y dirigida por las empresas europeas por manufactura en masa (Lilian, 2010). Por otra parte, la técnica fue utilizada por primera vez por Ford Motor Company en 1920, pero el método fue posteriormente aprobado y publicitado por Toyota Motor Corporation de Japón como parte de su sistema de producción de Toyota (TPS). En 1954 el gigante japonés, Toyota implementó este concepto con el fin de reducir el exceso de desperdicio existente en la producción de automóviles (Radisic, 2009). A su vez, El concepto subyacente del JIT es la filosofía de facilitar el proceso de fabricación a través del manejo eficiente de materiales, proporcionando estos últimos en la cantidad y calidad correcta, sólo en la producción de tiempo real (Bajo y Chan, 2011), para eliminar o reducir los residuos, produciendo de este modo el valor máximo para el cliente.

Cabe destacar que JIT es un enfoque de gestión que tuvo origen en Japón en la década de 1950. Posteriormente, fue adoptado por Toyota y muchos establecimientos manufactureros japoneses con un éxito considerable, para el aumento de la productividad mediante la eliminación de los residuos (Musara, 2012). En consecuencia, desde la década de 1970 la fabricación mundial ha sido testigo de un feroz ambiente competitivo. Este entorno desafiante obliga a las empresas a identificar las fuentes adicionales de ventaja competitiva. Para muchas empresas, JIT en las prácticas de manufactura proporciona un impulso competitivo y permite cumplir con las exigencias de la competencia mundial. No obstante, la financiación de JIT en la ejecución, puede suponer un elevado costo, sin embargo, muchas empresas ven la ejecución de JIT como una inversión que vale la pena, ya que le permitirá generar retornos significativos a través del ahorro de costos en los próximos años (MacKelprang & Nair, 2010).

De igual manera, JIT es una estrategia de producción que busca mejorar la inversión empresarial, mediante la reducción en el inventario de procesos y costos de manejo asociados (Tayal, 2012). Por otra parte, uno de los eslabones más importantes dentro de la cadena de valor es sin duda la logística. La logística se ocupa de la distribución física y el almacenamiento de productos y servicios. Durante el siglo 20 se han desarrollado varios métodos de aplicación de la logística. Sin duda, uno de los más famosos e importantes es el concepto JIT (Radisic, 2009). De este modo, "el tiempo es el primero y probablemente el tema más importante en el análisis de la interacción" (Ford & Håkansson, 2006). En esta perspectiva, JIT es una herramienta para el mejoramiento de las operaciones de una empresa. Dentro de este marco, el encanto de JIT se debe a su capacidad de ayudar a las empresas a reducir sus costos y mejorar las operaciones, eliminando actividades sin valor agregado (MacKelprang & Nair, 2010).

El objetivo de los nuevos sistemas de fabricación, como la filosofía JIT, es eliminar los residuos en torno a la producción y continuar este proceso como un ciclo continuo (Lubben, 1988 citado por MacKelprang & Nair, 2010). Igualmente, JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que le permiten a una empresa producir y entregar productos en pequeñas cantidades con tiempos de entrega cortos, para satisfacer las necesidades específicas de los clientes (Pheng & Shang, 2011). La filosofía de JIT es importante, permite hacer una acción significativa en la cadena de suministro del sistema de gestión. Consecuentemente, el sistema JIT requiere pedidos en cantidades más pequeñas y en tiempos de entrega más ajustados. Por lo tanto, los fabricantes deben optar por la filosofía de JIT, Con el fin de establecer una relación recíproca entre el proveedor y el comprador y asegurar ser "socios estratégicos" (Aksoy & Öztürk, 2011). A su vez, JIT es vista por (Pheng & Shang, 2011), como una estrategia a largo plazo que puede promover excelencia y eliminar los residuos a lo largo de toda la organización.

Producción Just in Time: con el fin de evitar problemas existentes como exceso de equipos y operarios, se han creado sistemas flexibles que puedan adaptarse a las modificaciones debido a problemas y fluctuaciones de demanda. Con JIT todos los procesos producen las piezas necesarias en el tiempo necesario y se deben tener disponibles únicamente las existencias mínimas necesarias para mantener unidos los procesos. Con esto se aprovechan plenamente las capacidades de los operarios (Lilian, 2010). La producción JIT se concentra en la etapa de producción y respalda la eliminación de residuos mediante la optimización del proceso de fabricación (Library, 2012). Visto de otra forma, JIT es un modelo de programación, donde los trabajos están programados para terminar las actividades, lo más cerca posible de sus fechas de vencimiento (Rahmani, Mahdavi, Moradi, Khorshidian, & Solimanpur, 2011).

Así mismo, JIT en la producción es una filosofía de fabricación que elimina los desperdicios asociados con el tiempo, el trabajo y espacio de almacenamiento. El fundamento del concepto consiste en que la empresa fabrique sólo lo que necesita, cuando se necesita y en la cantidad que se necesita. La compañía produce sólo las solicitudes de los clientes, es decir, órdenes reales, no para pronosticar.

De este modo, JIT es un sistema en el que se ejecuta la producción y manipulación de materiales a medida que se necesitan producto adecuado en el momento adecuado, en las cantidades adecuadas (Pinto, 2008).

Sin duda, el concepto JIT puede mejorar el rendimiento del negocio y la eficiencia. Permitiendo el aumento de la productividad de los empleados, siendo así un beneficio muy importante que viene de usar el concepto anterior (Radisic, 2009).

Por otro lado, la filosofía de JIT también se aplica a otros segmentos de la cadena de suministro en varios tipos de industrias. En el sector comercial, significa la eliminación de uno o todos los almacenes en el vínculo entre una fábrica y un establecimiento minorista. Ejemplos en ventas, marketing y servicio al cliente implican la aplicación de sistemas de información y hardware móvil para entregar información de los clientes, según sea necesario, y la reducción de residuos mediante videoconferencia para

reducir el tiempo de viaje (Tayal, 2012). Identificando así, que existen numerosas definiciones de un sistema de producción JIT, encontradas en la literatura. Entre otros, (Nollet et al. 1994), describen a JIT como un sistema donde "los procesos y entrega de la mercancía acabada, deben estar en el tiempo conveniente para ser vendidas, los componentes para ser ensamblados razonablemente, estar a un período exacto y la compra de materiales acabados logrando un equilibrado tiempo para ser convertidos en componentes ".

En concreto, el marco competitivo estipula que las empresas tienden a enfatizar ciertos aspectos de la competencia y el desarrollo de capacidades de fabricación para alcanzar los espacios elegidos para mejorar su posición en el mercado (Sana, 2011). Es por tal razón, que la filosofía de inventario JIT define cómo es visto el inventario y cómo se relaciona con la gestión (Tayal, 2012), contribuyendo a mejorar el proceso de control de inventario, permitiendo a la empresa obtener una vigilancia real del inventario.

En resumen, el enfoque del sistema de inventario JIT se encamina a "el material adecuado, en el momento adecuado, en el lugar correcto y en la cantidad exacta", sin la red de seguridad de inventario (Tayal, 2012).

### *10.2.3 Beneficios del JIT*

Los beneficios del concepto JIT que proporciona en las empresas son enormes y muy diversos. Los principales beneficios se enumeran a continuación (Radisic, 2009):

- Reducción de los tiempos establecidos en el almacén - la empresa en este caso puede centrarse en los procesos que podrían necesitar.
- Mejora de los flujos de mercancías en / a través de / salida de almacén: empleados serán capaces de procesar mercancías más rápidamente.

- Los empleados que poseen habilidades múltiples son aprovechados de manera más eficiente; la empresa puede utilizar los trabajadores en las situaciones en las que se necesitan, cuando hay una escasez de trabajadores y una gran demanda de un producto en particular.
- Mejor coherencia en la programación y la consistencia de las horas de trabajo de los empleados. Si no hay demanda de un producto en el momento, los trabajadores no tienen que estar trabajando. Esto puede ahorrar dinero a la empresa por no tener que pagar a los trabajadores por un trabajo no terminado o podría centrarse en otros puestos de trabajo en el almacén.
- Mayor énfasis en las relaciones con proveedores que tenga Una relación con el proveedor de confianza es importante para la empresa, ya que es posible confiar en mercancías que estén allí cuando se necesiten;
- Los suministros continúan durante todo el día para mantener a los trabajadores productivos, y que la empresa se concentre en el volumen de negocios. los empleados a trabajar duro para cumplir con los objetivos de la empresa.

### 10.3 Diagrama de causa y efecto (diagrama de ishikawa)

#### *10.3.1 ¿Qué es el diagrama de Ishikawa?*

El diagrama de Ishikawa también llamado “Diagrama Causa-Efecto o Diagrama Esqueleto de Pescado” es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado. Su creador fue el japonés 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 (SÁNCHEZ, T. P. V. 2009).

### *10.3.2 Origen del diagrama de Ishikawa*

Karou Ishikawa diseñó el Diagrama de Esqueleto de Pescado, este experto japonés, profesor de la Universidad de Tokio era reconocido por el tema de gerencia de la calidad. Fue en 1943 cuando se le da uso al diagrama por primera vez, en esa ocasión permitió explicar a un grupo de ingenieros de la Kawasaki Steel Works, cómo un sistema complejo de factores se puede relacionar para ayudar a entender un problema (SÁNCHEZ, T. P. V. 2009)

### *10.3.3 Beneficios del diagrama de Ishikawa*

Algunos beneficios según (SÁNCHEZ, T. P. V. 2009):

- Ayuda a encontrar y a considerar todas las causas posibles del problema.
- Ayuda a determinar las causas raíz de un problema o calidad característica, de una manera estructurada.
- Anima la participación grupal y utiliza el conocimiento del proceso que tiene el grupo.
- Ayuda a focalizarse en las causas del tema sin caer en quejas y discusiones irrelevantes.
- Utiliza y ordena, en un formato fácil de leer las relaciones del diagrama causa-efecto.
- Aumenta el conocimiento sobre el proceso, ayudando a todos a aprender más sobre los factores referentes a su trabajo y como estos se relacionan.
- Identifica las áreas para el estudio adicional donde hay una carencia de información suficiente.

#### 10.4 Los 5 ¿por qué?

La herramienta tan popular llamada los 5 ¿Por qué? Es un método de resolución de problemas usado para explorar la relación Causa-Efecto de un problema en particular.

Sakichi Toyoda, uno de los fundadores de Toyota Motor Corporation, es reconocido como la primera persona en haber llevado a cabo el Análisis de los 5 ¿Por qué?. Taiichi Ohno uno de los principales arquitectos del Sistema de Producción de Toyota dijo una vez que este análisis era la base del enfoque científico de Toyota; inclusive dijo que repitiendo ¿Por qué? 5 veces, la naturaleza del problema y la acción correctiva a aplicar se aclaran. Y parece que el señor Ohno lo decía para evitar un método de análisis extremadamente complicado. En lugar de ello, se debe buscar la Causa Raíz de manera persistente (Michalski, Walter J., 1997).

Los cinco por qué es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas. Esto podría resultar en la falla de un equipo en identificar las causas principales más probables del problema debido a que el equipo ha fallado en buscar con suficiente profundidad. La técnica requiere que el equipo pregunte “por qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al “por qué”, la causa más probable habrá sido identificada (Michalski, Walter J., 1997).

## 10.5 Ciclo de Deming (PDCA)

La mejora continua se define como un procedimiento según el cual se planifican acciones encaminadas a la mejora de las actividades desarrolladas por las empresas, se ejecutan esas acciones midiendo los resultados que han supuesto y actuando en consecuencia con el producto (Belinchón Cerezo, 2002).

### *10.5.1 Fases del PDCA*

En esta definición son de destacar las palabras “Planificar”, “Ejecutar/Hacer”, “Medir/Verificar”, “Actuar”, que conforman las cuatro áreas del círculo PDCA con el que se identifica la mejora continua (del inglés: Plan, Do, Check, Act).

Los cuatro pasos son:

- **Planificar.** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad, considerando todos aquellos procesos que de alguna manera afectan a la calidad del producto o servicio.

Determinar la secuencia y la relación que estos procesos tienen entre ellos. Normalmente la salida de los procesos significan la entrada de otros, hasta el cliente final, como conclusión de la cadena de procesos.

- **Ejecutar.** Implantar los procesos.

Determinar métodos y criterios para asegurar el correcto funcionamiento y el control de los procesos.

Los procesos han de estar bajo control. Han de estar documentados, mediante los correspondientes procedimientos, que especifican cómo han de ser realizadas las actividades que los conforman.

Los procesos han de estar medidos, a través de parámetros relevantes. Es recomendable establecer la propiedad de los procesos, determinando quién es el responsable.

- **Medir.** Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a la política, los objetivos y los requisitos para el producto e informar sobre los resultados.

Asegurar la disponibilidad de información suficiente que permita apoyar el funcionamiento correcto y el seguimiento del proceso.

- **Actuar.** Llevar a cabo acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Medir y realizar el seguimiento del proceso, para a partir de este análisis, encontrar e implantar acciones que ayuden a conseguir los objetivos del proceso, así como conseguir su mejora continua.

(Belinchón Cerezo, 2002).

## 10.6 Poka-yoke

### *10.6.1 ¿Qué es un poka-yoke?*

Un Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores (PDCA, 2017).

Shigeo Shingo hizo una clara distinción entre error y defecto, Los errores son inevitables; las personas son humanos y no se pueden esperar que estén concentrados todo el tiempo, o siempre entender completamente las instrucciones que se les ha dado (Fisher, 1999).

Si se centran en las operaciones que se realizan durante la fabricación de un producto, éstas pueden tener actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensamblajes y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto, independientemente de la complejidad de las operaciones (PDCA, 2017).

### *10.6.2 Aplicación de sistemas poka-yoke*

Los sistemas Poka-Yoke implican el llevar una inspección al 100%, así como, una retroalimentación hacia el operador y auditores. También incluye llevar a cabo acciones inmediatas cuando los defectos o errores ocurren. La práctica de este sistema se realiza más frecuentemente en la comunidad manufacturera, para enriquecer la calidad del producto previniendo errores en la línea de producción. Busca tener un control en el origen y establecer mecanismos de control que ataquen diferentes problemas. Existen dos sistemas de Poka-Yoke, método de control y métodos de advertencia (Fisher, 1999).

Existen dos tipos de procesos que se deben distinguir: los procesos ya existentes que se han ejecutado durante algún tiempo, y nuevos procesos que se están desarrollando (George, 2002). La principal diferencia en la aplicación de dispositivos poka-yokes en procesos existentes es que ya se conocen el tipo de defectos que ocurren y la frecuencia de aparición. En nuevos procesos el diseñador de procesos debe tratar de visualizar qué defectos son más probables en función de las dimensiones críticas de la parte, piezas claves en el ensamble, y diseñar dispositivos poka-yokes para prevenir estos posibles defectos que pueden surgir (Cabrera, 2015).

## 10.7 Ayuda visual

En una fábrica visual, la información crítica es comunicada mediante dispositivos visuales, colocados en el punto donde se necesita de tal forma que dicha información pueda ser comprendida a simple vista. Gracias a que las ayudas visuales son fáciles de comprender, un lugar de trabajo visual efectivo puede mejorar la seguridad al reforzar la capacitación y eliminar el tiempo muerto que anteriormente se utilizaba para buscar, preguntar o esperar información (Galsworth Gwendolyn, 2017).

Por ejemplo, cuando los estantes de almacenamiento están bien etiquetados, los empleados no pierden tiempo buscando algo o tomando accidentalmente algo incorrecto. Ayudarles a encontrar de un vistazo lo que necesitan mejorar de forma instantánea la eficiencia (Galsworth Gwendolyn, 2017).

### *10.7.1 Historia de fábrica visual*

El concepto de fábrica visual fue introducido en la década de 1990 por Gwendolyn Galsworth, Ph.D., quien es considerada la experta líder en el concepto. En la edición 2017 de su libro "Visual Workplace: Visual Thinking," (Fábrica visual: pensamiento visual) Dr. Galsworth compara un lugar de trabajo visual con tener que llegar a un destino sin señalización o líneas en la carretera.

"Probablemente pueda lograrse, pero es probable que se pague un precio alto" (Galsworth Gwendolyn, 2017).

### *10.7.2 Fábrica visual y manufactura esbelta*

Tener un ambiente de trabajo en mejora continua significa que habrá cambios constantes. Muchos conceptos de Manufactura Esbelta, incluyendo Lean 5S, Mantenimiento Productivo Total, Kaizen (Mejora continua) y otras actividades de manufactura esbelta pueden ser beneficiadas cuando se incorporan dispositivos visuales, lo que contribuye a mantener las mejoras y las iniciativas permanentes (Galsworth Gwendolyn, 2017).

Los elementos visuales ayudan a que las mejoras estén claramente visibles, que se puedan comprender con facilidad, y que se respeten de forma consistente después de que el evento kaizen haya terminado, evitando que los empleados retomen viejos hábitos. No obstante, aunque está muy relacionado con manufactura esbelta, la Dr. Galsworth deja en claro que Fábrica Visual no es Manufactura Esbelta ni el pequeño ayudante de Manufactura Esbelta. Ambas metodologías deben ser consideradas "compañeros igualmente poderosos en la excelencia operativa" (Galsworth Gwendolyn, 2017).

La Dr. Galsworth vuelve a aclarar, "Manufactura Esbelta aborda las facetas en las operaciones que son sensibles al tiempo. La visualidad aborda el panorama informativo" (Galsworth Gwendolyn, 2017).

La Fábrica Visual es una poderosa herramienta por sí sola, y la Dr. Galsworth nota que en ocasiones puede ser más fácil de implementar, y mucho más efectiva, cuando se realiza antes de la implementación de Manufactura Esbelta. Cuando se realiza primero, la Dr. Galsworth afirma que "...la visualidad prepara el ambiente de trabajo así como la cultura de trabajo y sienta las bases para un gran éxito con Manufactura Esbelta" (Galsworth Gwendolyn, 2017).

### *10.7.3 Función de las ayudas visuales*

Todos los días durante el transcurso al trabajo estamos rodeados de dispositivos visuales que nos dan información cuando la necesitamos; desde señales de límite de velocidad hasta cierres de carriles, estos dispositivos nos envían en la dirección correcta y nos ayudan a llegar de forma segura a nuestro destino. Este concepto funciona porque los humanos somos seres visuales. De hecho, el 50% de la función del cerebro humano está dedicada a encontrar e interpretar información visual (Galsworth Gwendolyn, 2017).

“La fábrica visual se trata de dar respuesta a todas las preguntas que tenemos con relación al trabajo: pregunta sobre lo que conocemos y sobre lo que desconocemos; preguntas hechas en voz alta y a nivel subvocal; preguntas comunes así como las que son tan especializadas que solo a unas cuantas personas se les ocurre hacer” (Galsworth Gwendolyn, 2017).

Cuando se pone en práctica en el lugar de trabajo, la meta es proporcionar información esencial en un formato visual, no verbal que pueda ser comprendido con facilidad a simple vista y que esté colocado en el lugar donde se necesita por todo el que lo requiere, sin tener que preguntar nada. Cuando la información es transmitida de esta manera, se garantiza que todos puedan comprender lo que se está comunicando, incluso cuando hay una fuerza de trabajo multilingüe. En organizaciones que tienen dificultad para encontrar trabajadores con experiencia debido a la creciente brecha de habilidades, los dispositivos visuales pueden ser sumamente valiosos para ayudar a los empleados menos experimentados a aprender el trabajo de forma rápida y efectiva (Galsworth Gwendolyn, 2017).

## 10.8 Estándar

### *10.8.1 ¿Qué es un estándar y para qué sirve?*

Un estándar (como lo define la ISO) “son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito” Gascón Abellán, M. (2005).

### *10.8.2 Un estándar en ingeniería industrial*

Un estándar es una forma de fabricar productos o llevar a cabo procesos que han ganado precedencia sobre otros métodos y se han vuelto ampliamente estandarizados. Los estándares metodológicos y de ingeniería en particular se han diseminado. También pueden desarrollarse por grupos específicos (por ejemplo, compañías) Gascón Abellán, M. (2005).

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

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

En el desarrollo del proyecto se decidió aplicar el ciclo PDCA que es una herramienta que forma parte de la mejora continua y que se conforma por cuatro pasos esenciales para el desarrollo de un proyecto (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Además, se integran herramientas clave, como el diagrama de Ishikawa para analizar y visualizar las posibles causas de los problemas, los 5 porqués para profundizar en las raíces de los desafíos identificados, ayudas visuales para facilitar la comprensión y comunicación de información compleja, la elaboración de estándares para establecer referencias y garantizar consistencia, y la capacitación continua del personal para fortalecer habilidades y promover la adopción de mejores prácticas.

A continuación se explica de manera general cómo es que el proyecto fue desarrollado:

**Planear:** en esta fase se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los procesos actuales y se establecieron metas claras para reducir las pérdidas de piezas máster.

**Hacer:** se implementaron cambios en los procedimientos operativos y se introdujeron medidas para mejorar la eficiencia y la precisión en la manipulación de las piezas.

**Verificar:** involucró la recopilación de datos y la comparación con los resultados esperados, evaluando el impacto de las modificaciones realizadas.

**Actuar:** se tomaron decisiones basadas en los resultados obtenidos, ajustando estrategias según fuera necesario y estableciendo nuevas metas para continuar mejorando el proceso de manejo de piezas máster.

### 11.1 Cronograma de actividades

A continuación se muestran las actividades llevadas a cabo durante el periodo Agosto - Diciembre 2023, de manera general; tomando como referencia los objetivos planteados y la metodología aplicada (PDCA). (ver tabla 2).

<b>Actividades por Quincena</b>	<b>Ago-1a</b>	<b>Ago-2a</b>	<b>Sept – 1a</b>	<b>Sept – 2a</b>	<b>Oct – 1a</b>	<b>Oct-2a</b>	<b>Nov – 1a</b>	<b>Nov. – 2a</b>	<b>Dic-1a</b>
Analizar la situación o problemática y plantear propuestas de mejora.									
Llevar a cabo la identificación de piezas y layout del almacén.									
Completar piezas máster de todas las líneas de ensamble.									
Llevar a cabo el proyecto ya con el almacén instalado.									
Realizar análisis de los resultados obtenidos con las mejoras aplicadas.									
Redacción de informes sobre la reducción de pérdidas de piezas para entregar a gerente de calidad.									

*Tabla 2. Cronograma de actividades*

## 11.2 Fase 1 (Planear)

Análisis de la situación actual: Se realizó un análisis de las condiciones actuales en relación a la pérdida de las piezas máster para identificar puntos críticos y principales causas. Para ello fue necesario elaborar un análisis de los 5 ¿por qué? (ver tabla 2.1) y un diagrama de ishikawa (ver ilustración 2).

<b>5 ¿POR QUÉ?</b>	
<b>PROBLEMA</b>	<b>EXTRAVÍO DE PIEZAS MÁSTER</b>
¿Por qué?	Porque las piezas no estaban debidamente etiquetadas o identificadas para su almacenamiento en el lugar adecuado.
¿Por qué?	Porque no se había implementado un sistema de etiquetado o identificación eficiente en el proceso de gestión de inventario.
¿Por qué?	Porque la empresa no había reconocido la importancia de un sistema de etiquetado o identificación para evitar la pérdida de piezas.
¿Por qué?	Porque hasta el momento, la empresa no había experimentado pérdidas significativas de piezas máster.
¿Por qué?	Porque la falta de un sistema de etiquetado eficiente había sido compensada por la suerte o la atención cuidadosa de algunos empleados, pero no se había abordado como un proceso crítico de gestión del inventario.

Tabla 3. "5 ¿por qué?"

Posterior a la elaboración de la tabla se determinó como causa principal, la falta de un sistema de etiquetado e identificación eficiente.

Así mismo se llevó a cabo un diagrama de causa-efecto (diagrama de ishikawa) para conocer otras posibles causas al problema. (ver ilustración 2).

## DIAGRAMA DE ISHIKAWA

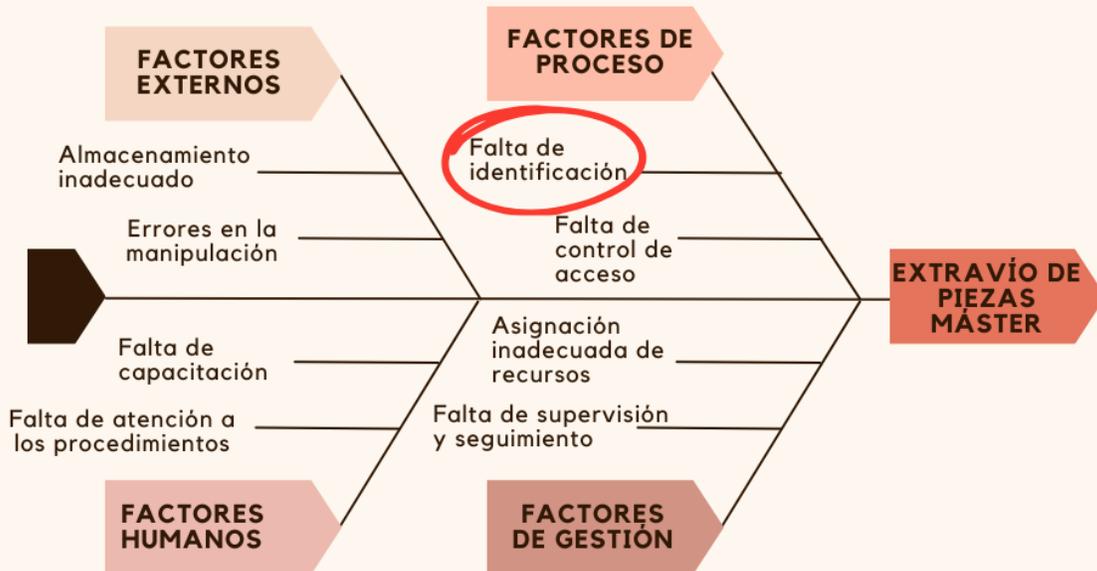


Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa

La causa raíz del problema determinada en el diagrama de ishikawa, se encuentra en la categoría de “factores de proceso”, específicamente la falta de identificación, ya que esto implica que la falta de un sistema adecuado de identificación y etiquetado de las piezas máster conlleve a extravíos de las mismas.

Establecimiento de objetivos: Se fijaron metas específicas y medibles para reducir la pérdida de las piezas máster.

Desarrollo de estrategias: Se diseñaron estrategias para abordar las áreas identificadas, como la implementación de un sistema de etiquetado e identificación eficiente de las piezas, capacitación al personal y mejora de la infraestructura de almacenamiento.

### 11.3 Fase 2 (Hacer)

Después de buscar las causas principales del problema, se decidió tomar como línea piloto o de prueba, la A06, ya que es una de las más críticas debido a la cantidad de modelos y calibres que se producen ahí. Por lo tanto, todas las modificaciones que se plantearon al inicio, fueron implementadas en dicha línea para conocer el impacto o el desempeño que presenta la línea, posterior a las mejoras aplicadas.

En primera instancia, se realizó inventario de la línea A06, posteriormente se elaboraron las piezas máster faltantes de la línea, ya que era una cantidad considerable y generaba un impacto negativo en cuanto a las revisiones iniciales, ya que no se hacían por falta de piezas, lo que ocasionaba que no se revisaran los poka-yoke antes de arrancar producción.

A continuación se muestra el inventario realizado inicialmente (ver ilustración 2.1).

Inventario línea A06								
Persona a cargo: Sahory, Evelyn								
Fecha en que se realizó: 20-jul								
No.	PROCESO	DEFECTO	LADO		CALIBRE	TOTAL DE PIEZAS	TOTAL DE CAJAS	PIEZA REALIZADA Y ENTREGADA A ENSAMBLE
			R	L				
11	MEMBRANA	Adhesión de membrana semipermeable insuficiente	X		4022	1	1	
13	ALTA FRECUENCIA	Altura de tornillos OK	X		4022	5	5	
		Altura de tornillos NG	X		4022			
		Falta de torque de apriete de tornillos 1, 2, 3	X		4022			
		Washer en bearing holder OK	X		4022			
		Falta de washer en bearing holder	X		4022			
14	GRASA	Gearbox sin o-ring pequeño	X		4022	2	2	
		Axle fixed NG	X		4022			
17	COVER	Cover sin o-ring mediano		Común	4022	2	2	
		Cover con O-ring mediano		Común	4022			
19	LASER	Voltaje soportado	X	X	4022	5	4	
		Ajuste de marcaje laser OK	X	X	4022			
		Voltaje soportado OK	X		4022			
20	TS	Ts (+)	X		4022	9	9	
		Ts (-)	X		4022			
		No. de revolucion (+)	X	X	4022			
		No. de revolucion (-)	X	X	4022			
		Is (+)	X		4022			
		Centro de eje de medición	X	X	4022			
21	Vibración	Vibración OK	X		4022	1	1	
22	Pulso	D (duty) NG (solo ECU)	X		4022	1	1	
23	Air Leak	Fuga de aire OK	X		4022	1	1	
24	Noise	Daño en el shaft	X		4022	7	7	
		Conmutador	X		4022			
		Ruido y forma de onda NG	X		4022			
		"B" noise	X		4022			
		Ruido y forma de onda OK	X		4022			
		Ruido por cambio de giro	X		4022			
		Pieza máster estándar OK	X		4022			

Ilustración 2.1 Inventario de línea A06

Después de completar las piezas faltantes de dicha línea, las actividades relacionadas a la identificación de las piezas iniciaron por la asignación de un color distinto para cada línea, mismo que sería utilizado para etiquetar la caja y marcar las piezas, buscando evitar mezcla o robo de piezas entre líneas. A continuación se muestra el color asignado a cada línea del área de ensamble: (ver ilustración 2.2).

	A	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Linea	Color							
2	A01								
3	A02								
4	A03								
5	A04								
6	A05								
7	A06								
8	A07								
9	A08								
10	A09								
11	A10								
12	Total								

*Ilustración 2.2 Asignación de colores por línea. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.*

Así mismo, se le asignó un número distinto a cada pieza de la línea A06, estos de forma consecutiva para tener un mejor control al ordenar las piezas en los racks y encontrar fácilmente la pieza del proceso requerido. Dicho número se plasmó en la pieza, en la caja y en la etiqueta, como se muestra a continuación (ver ilustración 2.3).



Ilustración 2.3 Identificación y etiquetado de piezas máster

De igual forma, se planeó una ayuda visual para cada máquina de la línea, misma en la que se indica la numeración de las piezas a utilizar para realizar la revisión inicial, entre otras especificaciones que ayuden al operador a identificar qué piezas tomar; con el fin de reducir el tiempo de búsqueda. A continuación se muestra la ayuda visual (ver ilustración 2.4).

PIEZAS MÁSTER PARA INSPECCIÓN DE TS				
NO. DE PIEZA	LADO	DEFECTO	DICTAMEN	CODIGO
70	L	RENDIMIENTO OK	OK	A0620-K-A-D423
71	L	TS (+)	NG	A0620-N-B-D423
72	L	TS (-)	NG	A0620-N-C-D423
73	L	N° DE REVOLUCIONES (+)	NG	A0620-N-D-D423
74	L	N° DE REVOLUCIONES (-)	NG	A0620-N-E-D423
75	L	IS (+)	NG	A0620-N-F-D423
76	L	CENTRADO DE EJE DE	OK	A0620-N-G-D423
77	R	RENDIMIENTO OK	OK	A0620-K-A-D422
78	R	TS (+)	NG	A0620-N-B-D422
79	R	TS (-)	NG	A0620-N-C-D422
80	R	N° DE REVOLUCIONES (+)	NG	A0620-N-D-D422
81	R	N° DE REVOLUCIONES (-)	NG	A0620-N-E-D422
82	R	IS (+)	NG	A0620-N-F-D422
83	R	CENTRADO DE EJE DE MEDICION	OK	A0620-N-G-D422

Ilustración 2.4 Ayuda Visual. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.

Dichas ayudas visuales fueron puestas en las máquinas para que el operario tuviera una mejor visibilidad de las mismas y las identificara al momento de realizar la revisión inicial (ver ilustración 2.5).



*Ilustración 2.5 Ayuda visual en máquina*

Posteriormente, se capacitó al personal sobre las mejoras implementadas para evitar la pérdida de las piezas máster. (ver ilustración 2.6).



*Ilustración 2.6 Capacitación al personal*

En relación a la reducción de materia prima utilizada en la elaboración de piezas máster, se revisó detalladamente el estándar que especifica las piezas que se deben elaborar para cada línea y se detectó que aparecían algunas que ya no son necesarias, por lo que se realizó una tabla para mostrar el ahorro de piezas de cada línea (ver ilustración 2.7).

Línea	Cantidad de piezas máster antes de revisar	Cantidad de piezas máster después de revisar	AHORRO
A01	345	337	8
A02	810	610	200
A03	598	403	195
A04	355	351	4
A05	324	320	4
A06	424	305	119
A07	439	261	178
A08	352	342	10
A09	139	137	2
A10	407	402	5
Total	4193	3468	725

*Ilustración 2.7 Reducción de piezas máster. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.*

Como se puede apreciar en la imagen, el ahorro total de piezas máster en el área de ensamble fue de 725, lo que impacta no solo en la reducción de la materia prima, sino también en el tiempo invertido del personal de calidad en la elaboración de las piezas.

### 11.4 Fase 3 (Verificar)

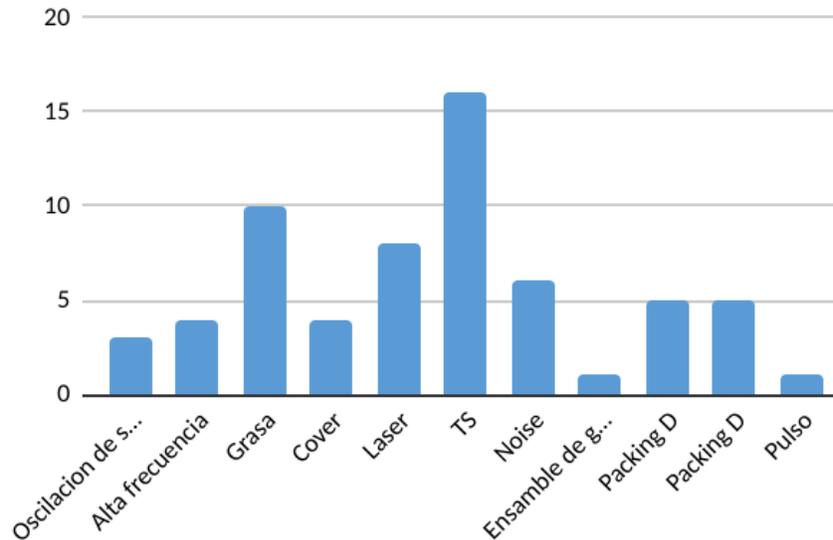
En esta fase se recopilaron datos clave, necesarios para medir el desempeño de las mejoras aplicadas y una actividad importante que se realizó, fue la captura semanal de revisiones iniciales que es registrada por personal de calidad e ingeniería. Dicha captura de datos tiene como objetivo darle seguimiento a los hallazgos relacionados a piezas máster faltantes, de esta manera el departamento de calidad puede reemplazar las piezas de cada línea. Principalmente se toman en cuenta los datos de la línea A06, ya que esta línea fue tomada como piloto y mediante los resultados obtenidos de las revisiones iniciales, se puede notar como dicha línea se mantiene estable en cuanto a la pérdida de piezas máster, debido a las modificaciones aplicadas (identificación de piezas, ayudas visuales implementadas).

En la siguiente tabla se muestra la condición inicial durante el comienzo del semestre, en cuanto a la cantidad de piezas máster faltantes por procesos, de la línea A06, misma que representaba un total de 63 piezas (ver tabla 4).

<b>PROCESO</b>	<b>PIEZAS FALTANTES A06</b>
Oscilación de shaft	3
Alta frecuencia	4
Grasa	10
Cover	4
Laser	8
TS	16
Noise	6
Ensamble de gearbox	1
Packing D	5
Packing D	5
Pulso	1
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>

*Tabla 4. Piezas faltantes (inicial)*

Posteriormente se presentan los datos de manera graficada (ver ilustración 2.8).



*Ilustración 2.8 Condición inicial*

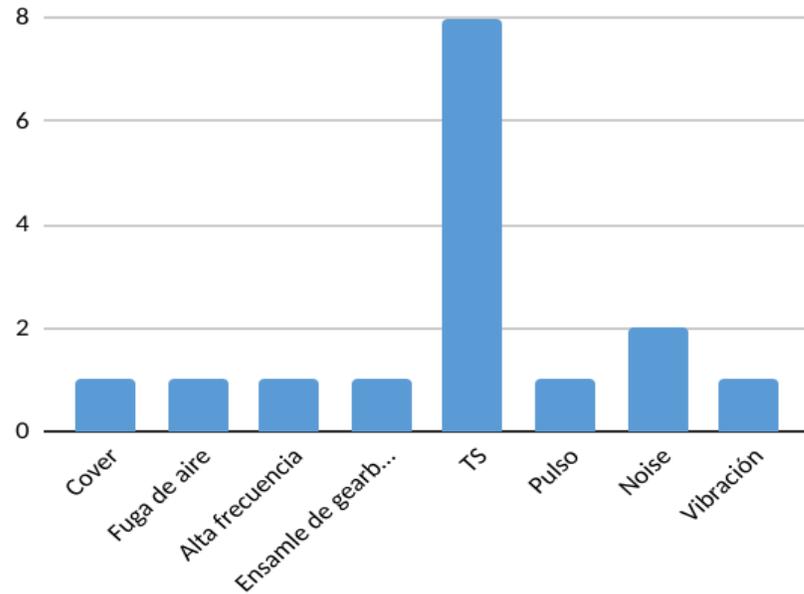
En la gráfica anterior se muestra la cantidad de piezas máster faltantes de cada proceso, de la línea A06. Dicha gráfica representa un total de 63 piezas faltantes.

Por consiguiente, se muestra la condición actual en relación a la cantidad de piezas máster faltantes de la línea A06, misma que representa un total de 16 piezas faltantes (ver tabla 5).

PROCESO	PIEZAS FALTANTES A06
Cover	1
Fuga de aire	1
Alta frecuencia	1
Ensamble de gearbox	1
TS	8
Pulso	1
Noise	2
Vibración	1
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

*Tabla 5. Piezas faltantes (actual)*

Posteriormente se muestran los datos de manera graficada (ver ilustración 2.9).



*Ilustración 2.9 Condición actual*

En la imagen que muestra la condición inicial se pueden apreciar las piezas faltantes de cada proceso, antes de implementar el proyecto. En la segunda imagen se muestran las piezas faltantes actualmente, posterior a la realización del etiquetado e identificación de piezas; como se puede observar, ha disminuido la cantidad de piezas faltantes, ya que hay una diferencia de 47 piezas, lo que representa una disminución del 25%.

Así mismo, se puede detectar que el proceso con mayor índice de piezas faltantes en ambas condiciones, es el de “TS”, puesto que la elaboración de piezas de dicho proceso, requiere mucho tiempo debido a la complejidad de este y de los parámetros a cumplir de acuerdo a las especificaciones de cada cliente.

De igual manera se realizó una comparativa de las dos condiciones, de forma graficada (ver ilustración 3).

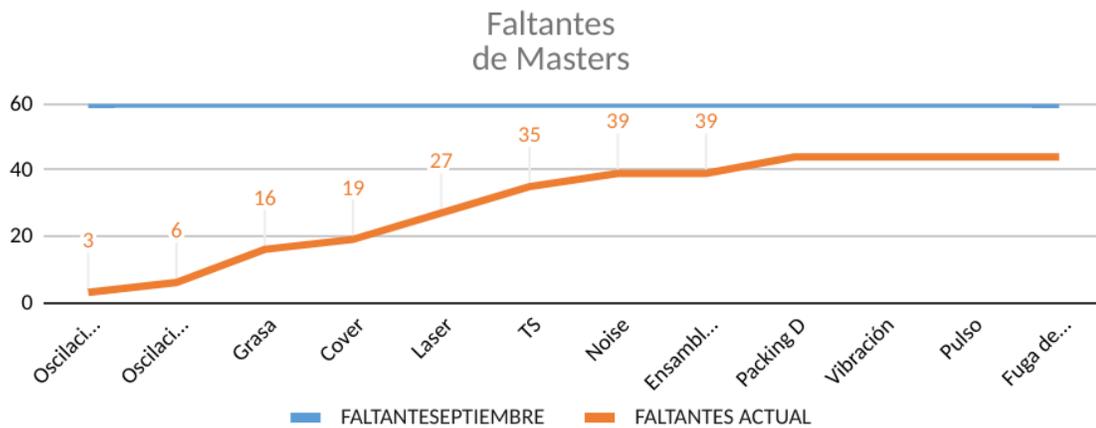


Ilustración 3. Comparativa de condición inicial y actual

En la gráfica anterior, la línea azul representa la cantidad de piezas máster al inicio del proyecto, mientras que la línea naranja representa las piezas faltantes actualmente. Se tienen los mismos datos presentados en las tablas anteriores, sólo que de manera conjunta para apreciar mejor el avance.

### 11.5 Fase 4 (Actuar)

Con las mejoras implementadas, se obtuvieron cambios positivos, pero de igual forma se detectaron algunas áreas de oportunidad que pudieran ser atacadas para mejorar aún más, por lo que, tomando como referencia lo investigado sobre el método just in time (JIT), también denominado sistema “Justo a Tiempo” menciona que hay que contar únicamente con lo necesario en el momento y lugar justo, eliminando aquello que no agregue valor (Philipp, 2005).

En base a la definición mencionada, se decidió llevar a cabo un almacén de piezas máster, dicho almacén tiene como objetivo resguardar todas las piezas del lado y modelo que no se esté produciendo en las líneas de ensamble, ya que como lo menciona el “Just in Time”; se busca tener solo lo necesario en las líneas, lo que facilitaría al operario localizar las piezas necesarias a utilizar durante la revisión inicial y se reduciría significativamente la pérdida de piezas al tener un mejor control en el resguardo y manejo de las mismas.

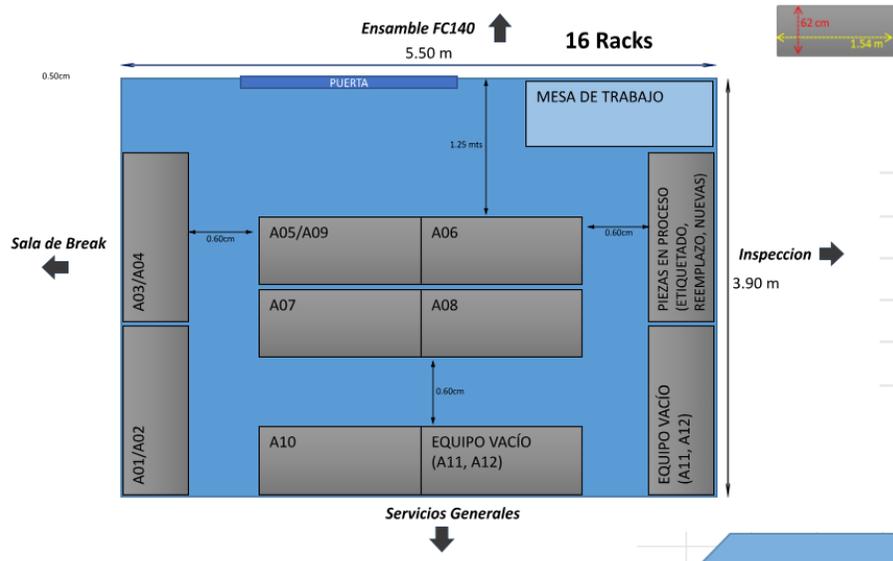
Para llevar a cabo dicho almacén fue necesario realizar un análisis previo tomando en consideración la cantidad de cajas de cada línea y el espacio establecido para el almacén. Se realizó un análisis del total de cada tipo de cajas necesarias para almacenar las piezas máster de cada línea, dichos resultados se muestran a continuación: (ver ilustración 3.1).

Tipo de caja	SENCILLA (2 pin)	AZUL	DOBLE	TOTAL
A01	179	158	0	337
A02	325	183	0	508
A03	211	192	0	403
A04	188	163	0	351
A05	0	320	0	320
A06	0	0	305	305
A07	0	0	261	261
A08	83	0	253	336
A09	0	0	137	137
A10	0	0	402	402

*Ilustración 3.1 Total de cajas para almacenar piezas master. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.*

Al tener un cálculo de la cantidad total de cajas por línea, se puede determinar la cantidad de racks necesarios para almacenarlas y a su vez, el tamaño de dichos racks, tomando como referencia la delimitación del espacio que será utilizado.

Así mismo, se llevaron a cabo dos layout como propuestas para el almacén y en cada una se realizó un análisis del total de racks y de cajas que cabrían en el espacio determinado para el almacén, tomando en cuenta dos medidas distintas de racks o estantes (ver ilustraciones 3.2 y 3.3).



CAJA	MEDIDA		CANTIDAD POR NIVEL	CANTIDAD POR RACK
	LARGO	ANCHO		
AZUL	13.5CM	8CM	165	660
SENCILLA	12CM	6CM	273	1092
DOBLE	18CM	12M	72	288

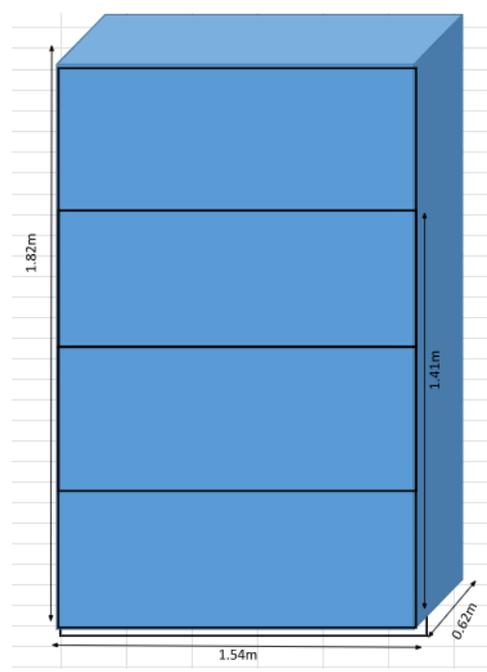
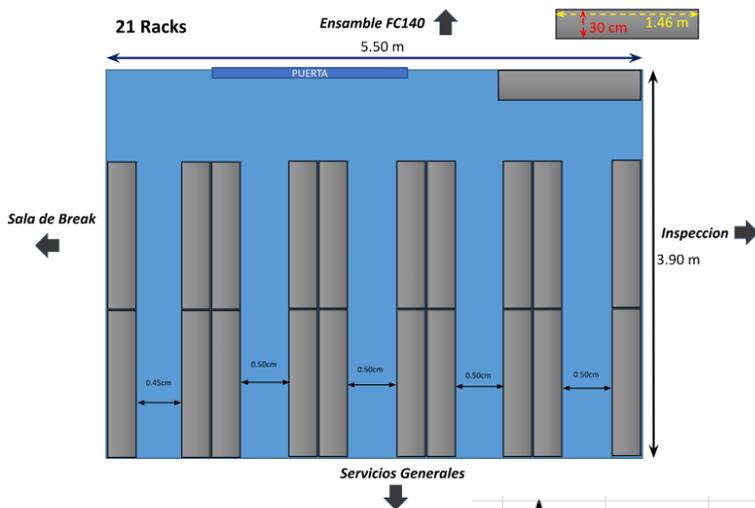


Ilustración 3.2 Propuesta 1 de layout. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.



CAJA	MEDIDA	MEDIDA	CANTIDAD POR NIVEL	CANTIDAD POR RACK
	LARGO	ANCHO		
AZUL	13.5CM	8CM	60,40,40	140
SENCILLA	12CM	6CM	96, 72, 72	240
DOBLE	18.5CM	12.5M	32, 16, 16	64

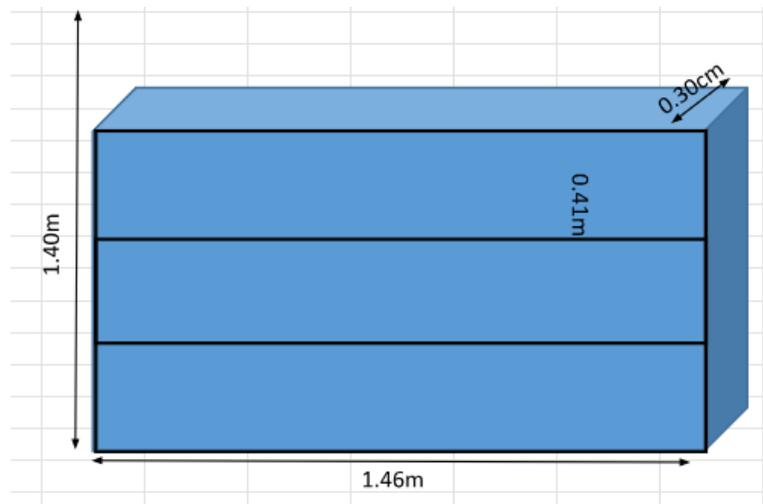


Ilustración 3.3 Propuesta 2 de layout. Fuente: Mabuchi Motor México, 2023.

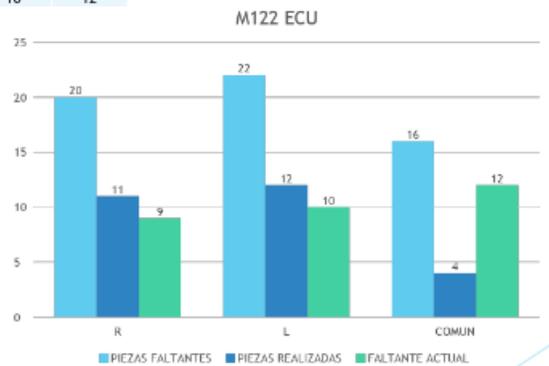
Tomando a consideración las dos alternativas antes mencionadas, se decidió elegir la primera propuesta, ya que se necesitan menos racks y caben más cajas.

Considerando que el proceso de la elaboración del almacén tomaría un tiempo aproximado de 5 semanas; mientras tanto, se decidió completar todas las líneas de ensamble en cuanto a las piezas máster faltantes de cada una para poder llevar a cabo el plan propuesto.

En primera instancia se muestra un avance del proceso de reemplazo de piezas máster debido a extravíos en las líneas del área de ensamble. Comenzando por la línea A02 (ver ilustración 3.4).

## LÍNEA A02 M122 ECU

LADO	R	L	COMÚN
PIEZAS FALTANTES	20	22	16
PIEZAS REALIZADAS	11	12	4
FALTANTE ACTUAL	9	10	12



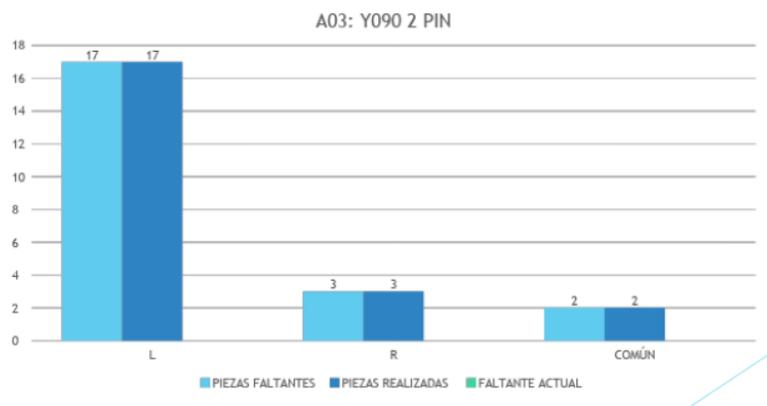
*Ilustración 3.4 Avance de línea A02*

En la imagen anterior se muestra gráficamente el avance que se ha tenido en cuanto al reemplazo de piezas máster faltantes en la línea A02 de uno de los modelos que ahí se fabrica (M122 ECU) de lado L, R y piezas comunes para ambos lados.

A continuación se muestra el avance de la línea A03 (ver ilustración 3.5).

## LÍNEA A03 Y090 2 PIN

LADO	L	R	COMÚN
PIEZAS FALTANTES	17	3	2
PIEZAS REALIZADAS	17	3	2
FALTANTE ACTUAL	0	0	0



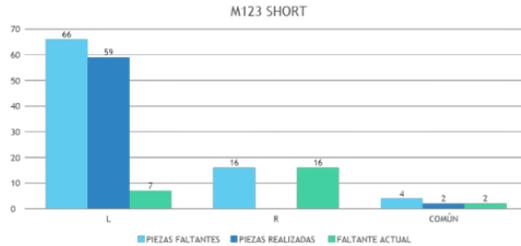
*Ilustración 3.5 Avance de línea A03*

En la imagen anterior se muestra gráficamente el avance del reemplazo de piezas máster faltantes de la línea A03 del modelo que elabora (Y090 2 pin). Como se puede apreciar en las gráficas, se ha completado en su totalidad de ambos lados y piezas comunes.

A continuación se muestra el avance de la línea A10, misma que elabora 3 modelos distintos (ver ilustración 3.6).

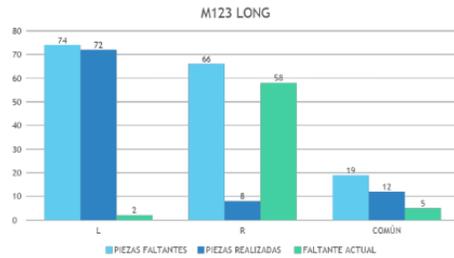
## LÍNEA A10 M123 SHORT

LADO	L	R	COMÚN
PIEZAS FALTANTES	66	16	4
PIEZAS REALIZADAS	59	0	2
FALTANTE ACTUAL	7	16	2



## LÍNEA A10 M123 LONG

LADO	L	R	COMÚN
PIEZAS FALTANTES	74	66	19
PIEZAS REALIZADAS	72	8	12
FALTANTE ACTUAL	2	58	5



## LÍNEA A10 M123 ECU LONG

LADO	R	COMÚN
PIEZAS FALTANTES	70	19
FALTANTE ACTUAL	70	19

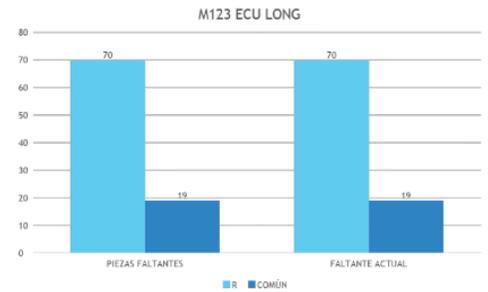


Ilustración 3.6 Avance de línea A10

Como se observa en la imagen anterior, ninguna pieza del modelo M123 ECU long ha sido elaborada, debido a la falta de producción de dicho modelo.

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se decidió implementar las mejoras mencionadas en todas las líneas del área de ensamble, siempre y cuando se completen en un inicio y se tengan completas, ya que existen líneas con la misma condición que la línea A06 tenía en un inicio.

Tomando como referencia el PDCA, al ser un ciclo, se puede implementar constantemente en base a sus cuatro fases, con la finalidad de encontrar áreas de oportunidad que aún pueden ser mejoradas.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

En la empresa Mabuchi Motor México S.A de C.V., la problemática de la pérdida de piezas máster representó un desafío significativo en sus operaciones. La empresa enfrentó dificultades en la gestión eficiente y precisa de las piezas máster, lo que resultó en pérdidas económicas y posiblemente afectó la calidad y el rendimiento general de sus productos. Esta problemática se derivó de ineficiencias en los procesos de manipulación, almacenamiento inadecuado, falta de sistemas de identificación precisos o insuficiente y capacitación del personal. La necesidad de abordar esta situación radicó en optimizar los procedimientos operativos para minimizar las pérdidas, mejorar la rentabilidad y garantizar la satisfacción del cliente mediante la entrega de productos de alta calidad de manera consistente.

El objetivo primordial del proyecto, fue reducir de manera sustancial las pérdidas de piezas máster. Buscó mejorar la eficiencia en el manejo de estas piezas, disminuir los errores en los procesos de manipulación y optimizar los sistemas de gestión para el resguardo y almacenamiento de las piezas, así como reducir tiempo de inversión en reelaboración de piezas y a su vez, uso de materia prima. Para alcanzar este objetivo, se implementó la metodología PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este enfoque sistemático permitió la identificación de áreas de mejora, la implementación de cambios focalizados, el monitoreo continuo de los resultados y la adaptación constante de estrategias para lograr una reducción sostenible y significativa en las pérdidas de piezas máster.

Al implementar la metodología, se llevaron a cabo una serie de actividades como: inventario de la línea A06, identificación y etiquetado de piezas, ayudas visuales de las piezas necesarias para cada máquina, capacitación al personal, reducción de piezas, gestión del manejo y almacenamiento de las piezas. Dichas actividades fueron necesarias para lograr el objetivo planteado al inicio (implementar un sistema de gestión al 100%).

El logro del objetivo de implementar un sistema de gestión al 100% de las piezas máster, marca un avance significativo, considerando que al inicio del proyecto no existía ningún control, situándose en un 0%. Para alcanzar este resultado, se llevaron a cabo algunas actividades:

→ Completar piezas faltantes de la línea A06

Se elaboraron las piezas máster faltantes de la línea A06, que era un total de 63 piezas.

→ Identificación y etiquetado de piezas

Se asignó un color a la línea (naranja), mismo que fue utilizado para marcar la pieza y etiquetar la caja, de igual manera todas las piezas fueron asignadas con un número consecutivo para evitar que se repitieran (ver ilustración 4).



Ilustración 4. Identificación y etiquetado

→ Elaboración de ayudas visuales

Se elaboraron ayudas visuales para cada máquina, donde se mostraban las piezas a utilizar en dicha máquina, especificando el modelo, lado y calibre y la numeración de las piezas necesarias para la revisión inicial (ver ilustración 5).



Ilustración 5. Ayuda visual

→ Capacitación al personal

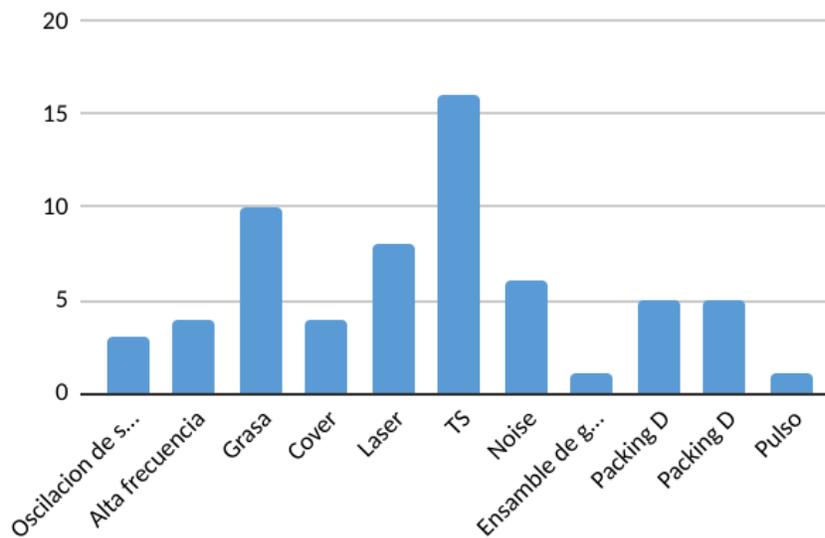
Se capacitó al personal en las nuevas prácticas y mejoras aplicadas (ver ilustración 6).



Ilustración 6. Capacitación al personal

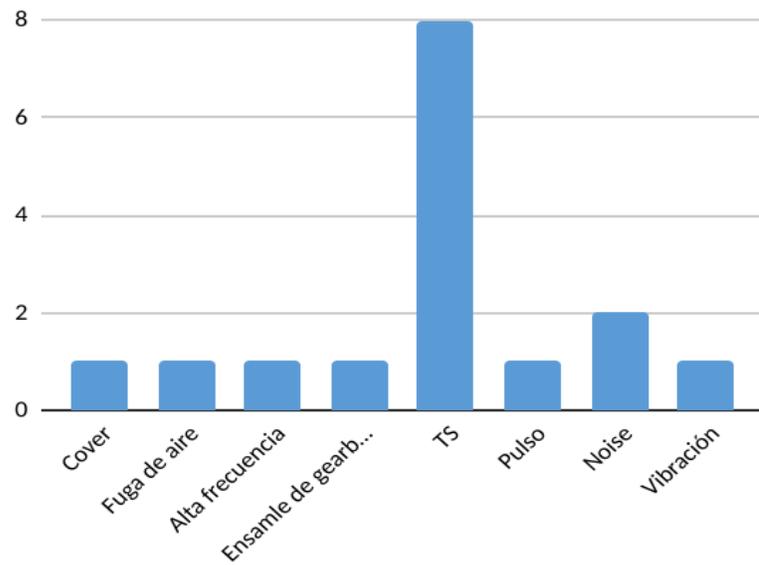
Al implementar las actividades mencionadas, se registró un avance de la línea A06, en relación a la pérdida de piezas máster para determinar si los resultados fueron favorables. Tomando como referencia dichos datos, se concluye que sí se obtuvo un resultado positivo.

Para demostrarlo, se muestra el antes (ver ilustración 8) y el después (ver ilustración 9) de la mejora aplicada, relacionada a las piezas máster faltantes de la línea A06, donde se tuvo una disminución de pérdida de piezas del 25%, tomando como referencia la condición que se tenía inicialmente.



*Ilustración 8. Antes*

En la imagen anterior se representa la cantidad de piezas faltantes (63) antes de implementar las mejoras.



*Ilustración 9. Después*

En la imagen anterior se muestra la cantidad de piezas faltantes (16) en la línea A06 posterior a la implementación de las mejoras.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos con las mejoras aplicadas, se puede determinar que hubo una diferencia de 47 piezas lo que representa un 25% de avance durante el periodo Agosto - Diciembre, en la línea A06 del área de ensamble.

En el marco del proyecto orientado a la reducción de pérdidas de piezas máster, se elaboró la siguiente tabla de objetivos con la finalidad de proporcionar una visión integral y estructurada de las metas que se persiguieron. Esta iniciativa surgió como respuesta a la necesidad imperante de optimizar la eficiencia en la producción, minimizar las pérdidas asociadas a las piezas máster y fortalecer la sostenibilidad operativa. La tabla presentada a continuación identifica metas específicas y resultados esperados durante el desarrollo de este proyecto.

Objetivo Propuesto	Resultado Logrado
Elaborar un sistema de gestión	Ayudas visuales de cada máquina donde se muestran las piezas necesarias, capacitación al personal y sistema de resguardo.
Reducir el consumo de materia prima en elaboración de piezas máster	Reducción del 2.3% de materia prima, mediante la actualización del estándar FMXM, eliminando piezas que ya no son necesarias de elaborar.
Reducir la pérdida de piezas en la línea A06	Reducción del 25% de pérdidas de la línea A06, posterior a las identificaciones implementadas.
Capacitar al personal	Capacitación al personal de la línea A06 sobre las nuevas prácticas.
Reducir la fuga de defectos	Reducción del 2% de fuga de defectos relacionados a piezas máster.
Reducir el tiempo de reelaboración de piezas máster	Disminución del 20% del tiempo necesario para la reelaboración de piezas máster.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

### 13. Conclusiones del proyecto

En el marco del proyecto de residencias, se abordó la problemática crítica de pérdida de piezas máster en la empresa Mabuchi Motor México, una realidad que afectaba tanto la eficiencia operativa como los costos asociados a la producción y la fuga de defectos. Esta situación motivó la urgencia de abordar el problema de manera integral, reconociendo la importancia estratégica de encontrar soluciones que no solo minimizaran las pérdidas sino que también optimizaran la eficiencia global del proceso de producción de la empresa.

En un esfuerzo por superar este desafío, se estableció como objetivo principal la reducción sustancial de pérdida de piezas máster para garantizar la calidad del producto. La efectividad en la consecución de este objetivo se reflejó en una mejora palpable de los indicadores de eficiencia y en la optimización de recursos.

La metodología aplicada desempeñó un papel fundamental en el éxito del proyecto. La implementación del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) permitió un enfoque sistemático y cíclico, adaptándonos a las dinámicas del proceso de producción y asegurando ajustes continuos para maximizar resultados. Además, se incorporaron herramientas visuales como diagramas de Ishikawa, que facilitaron la identificación de causas raíz de las pérdidas y apoyaron la toma de decisiones informadas.

Sin embargo, es necesario destacar las limitaciones encontradas durante la ejecución del proyecto. Obstáculos como la resistencia al cambio por parte del personal, la complejidad inherente a la cadena de producción y la necesidad de inversiones adicionales para la adquisición de herramientas específicas, surgieron como desafíos significativos. A pesar de estos obstáculos, los logros obtenidos sientan las bases para futuras mejoras y destacan la importancia de la adaptabilidad y la colaboración en proyectos de esta índole.

Durante el transcurso de su residencia, el estudiante adquirió valiosos aprendizajes fundamentales para su desarrollo profesional. Al liderar el proyecto enfocado en la disminución de pérdidas de piezas máster, se sumergió en la complejidad de la gestión de procesos industriales, desarrollando habilidades críticas en la identificación y solución de problemas. La aplicación práctica de metodologías como el ciclo PDCA y herramientas como el diagrama de Ishikawa le proporcionó una comprensión profunda de la mejora continua y la importancia de abordar los desafíos operativos de manera sistemática. Además, el manejo de obstáculos como la resistencia al cambio y la necesidad de inversiones adicionales fortaleció su capacidad para gestionar situaciones complejas en entornos industriales. Estos aprendizajes no solo contribuyeron al éxito del proyecto, sino que también proporcionaron al residente una base sólida para enfrentar futuros desafíos profesionales en el ámbito industrial.

## CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

### 14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

1. Aprendí a identificar y eliminar ineficiencias en los procesos industriales, mejorando la productividad y reduciendo costos.
2. Desarrollé habilidades para planificar, ejecutar y controlar proyectos, asegurando la entrega exitosa en términos de tiempo y recursos.
3. Reforcé mi capacidad para analizar datos relevantes, utilizando herramientas estadísticas para tomar decisiones informadas y estratégicas.
4. Adquirí conocimientos para diseñar sistemas de producción eficientes, maximizando la utilización de recursos y minimizando desperdicios.
5. Implementé prácticas de mejora continua, para optimizar constantemente los procesos operativos.
6. Desarrollé competencias en el diseño e implementación de sistemas de gestión de calidad, asegurando altos estándares en la producción.
7. Reforcé mi compromiso con la ética profesional, considerando aspectos sociales y medioambientales en la toma de decisiones industriales.
8. Adquirí habilidades para diseñar distribuciones eficientes de instalaciones industriales, optimizando el flujo de trabajo y la utilización del espacio.
9. Desarrollé competencias en la gestión efectiva de inventarios, minimizando costos de almacenamiento y asegurando disponibilidad de materias primas.
10. Aprendí a identificar y evaluar riesgos en los procesos industriales, implementando medidas preventivas para garantizar la seguridad y la continuidad operativa.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 15. Fuentes de información

Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112.

Galsworth, G. D. (2017). *Visual workplace visual thinking: Creating enterprise excellence through the technologies of the visual workplace*. Taylor & Francis.

Hernández, J. B., Hernández, J. L. T., & Pulgarín, S. M. P. (2017). Implementación del método Justo a Tiempo (JIT). *Revista CIES Escolme*, 5(02), 9-28.

Hernández Ochoa, T. A. (2018). Implementación de poka-yoke en herramental para disminución de ppms en estación de ensamble. *Instituto de Ciencias Sociales y Administración*.

Hipólito, J. D., & Marín, F. (2000). Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción. *Economía industrial*, (331), 35-41.

Nuño, P. (2017). Diagrama de ishikawa.

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. Anexos

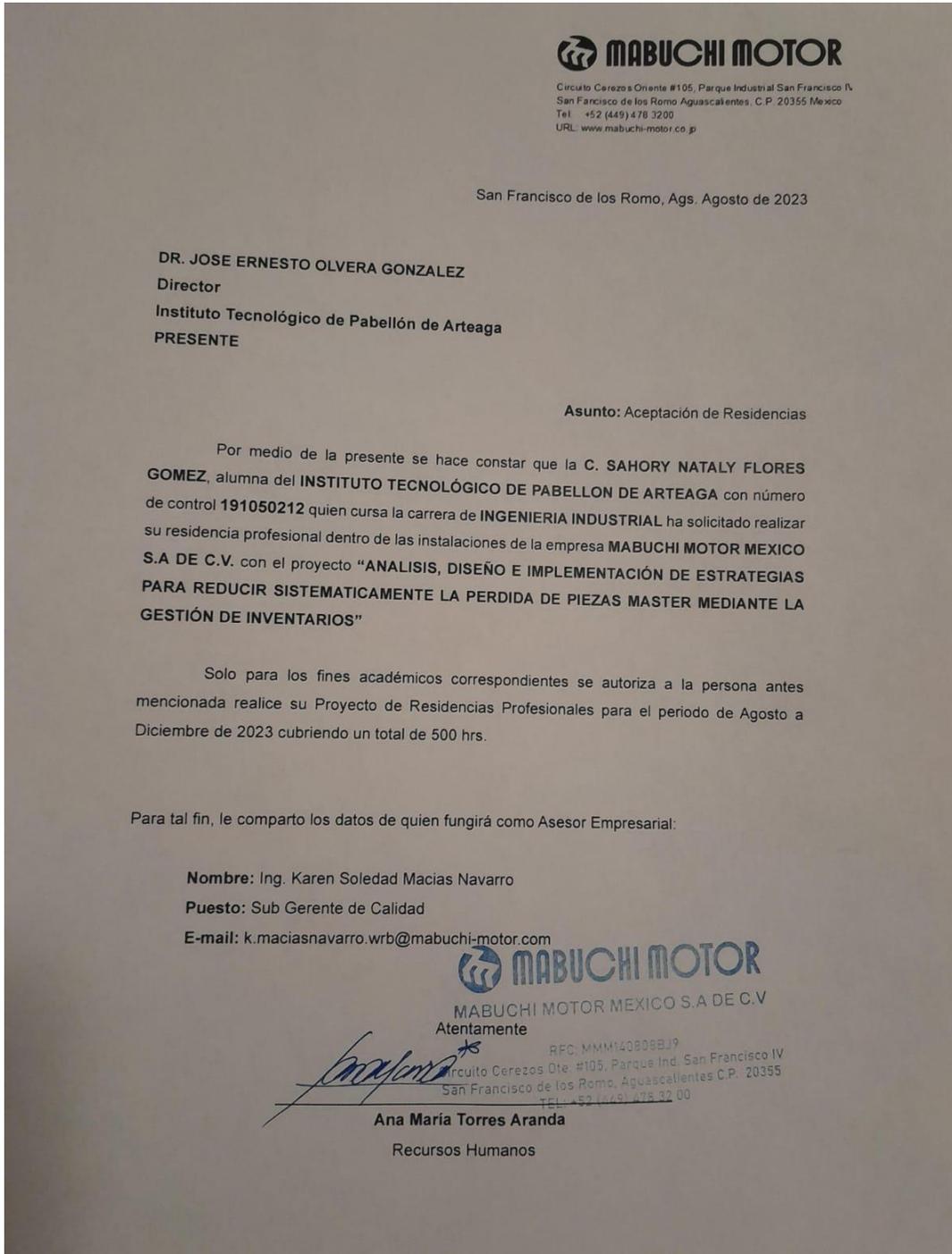


Ilustración 10. Carta de aceptación