



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

## **PROYECTO DE TITULACIÓN**

*ESTANDARIZACIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO  
EN LÍNEAS DE ENSAMBLE*

**PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE**

*INGENIERO INDUSTRIAL*

**PRESENTA:**

*BRIAN GILBERTO CARMONA PRIETO*

**ASESOR:**

*ING. JAIME RODARTE MARTÍNEZ*

**Mayo**



**2023**  
AÑO DE  
**Francisco**  
**VILLA**  
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

## ***I. Agradecimientos.***

Quiero agradecer a:

Dora Prieto y Gilberto Carmona el apoyo y la motivación que me han brindado durante todos estos años de estudio.

Edson Carmona y Fernanda Carmona el creer y confiar en mi durante este tiempo de estudiante.

Alba de la Riva el motivarme a ser mejor cada día y ayudarme a cumplir mis metas y sueños.

Marco Campos y Jaime Rodarte el asesoramiento y acompañamiento para la realización de este proyecto.

## ***II. Resumen.***

El proyecto constará en realizar manuales y video-manuales donde se plasme detalladamente el ajuste especial involucrado en el proceso correspondiente. Por lo tanto, al implementar este proyecto, se busca facilitar el método de realización de ajustes especiales para reducir el tiempo de mantenimiento y errores de configuración de máquinas de producción como también de equipos de medición.

El documento contiene los análisis de causa-raíz ya que el defectivo producido era a partir de un ajuste incorrecto, los datos que se tomaron fueron de la línea que más defectivo produjo en el mes de enero. Estos datos ayudaron a identificar el defecto más producido en la línea 08 que llevo a que la causante de generar el defectivo de vibración era el mal ajuste de máquina de ensamble general.

El proceso para estandarizar estos ajustes especiales fue:

1. Conocimiento del funcionamiento de la máquina.
2. Conocimiento de cómo se realizan el ajuste de la máquina.
3. Redactar manuales.
4. Revisión de los manuales con el supervisor de los técnicos del área de ensamble.
5. Grabar video-manuales para estandarizar el proceso del ajuste especial.
6. Capacitación para los técnicos encargados del mantenimiento de la máquina.

De igual forma se tiene en el documento los resultados que se obtuvieron con el proceso que se realizó para estandarizar el método de ejecutar el ajuste de máquina de ensamble general. Así como las conclusiones obtenidas tras llevar a cabo el proyecto.

### **III. Índice.**

I. Agradecimientos.....	1
II. Resumen.....	3
III. Índice.....	4
V. Lista de Figuras.....	5
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	6
VI.- Introducción.....	6
VII. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	7
VIII. Problemas a resolver, priorizándolos.....	11
IX. Justificación.....	12
X. Objetivos (General y Específicos).....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
XI. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO.....	19
XII. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	19
XIII. Cronograma de actividades.....	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	29
XIV. Resultados.....	29
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	40
XV. Conclusiones del Proyecto.....	40
CAPÍTULO VI: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	42
XVI. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	42
CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	43
XVII. Fuentes de información.....	43
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	45
XVIII. Anexos.....	45

#### **IV. Lista de Tablas**

Tabla 3.1 5Why's Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	19
Tabla 3.2 Ajustes Especiales. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.3 Mediciones de máquina de vibración. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	24
Tabla 4.1 Mediciones de máquina de vibración. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

#### **V. Lista de Figuras**

Figura 1.1 Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	9
Figura 1.2 Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	10
Figura 3.1 Diagrama de Ishikawa. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	20
Figura 3.2 Diagrama de Árbol. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	20
Figura 3.3 Diagrama de Pareto. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	22
Figura 3.4 Gráfica de Paros. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	23
Figura 3.5 Defectivo Línea 08. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	23
Figura 3.6 Informe de capacidad CW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	25
Figura 3.7 Informe de capacidad CCW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	25
Figura 3.8 Cronograma de Actividades. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	26
Figura 3.9 Cronograma de Actividades. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	27
Figura 4.1 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	30
Figura 4.2 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	31
Figura 4.3 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	32
Figura 4.4 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	33
Figura 4.5 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	33
Figura 4.6 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	34
Figura 4.7 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	34
Figura 4.8 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	35
Figura 4.9 Capacitación. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	35
Figura 4.10 Capacitación. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	36
Figura 4.11 Defectivo Línea 08. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	38
Figura 4.12 Informe de capacidad CW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022. ....	38
Figura 4.13 Informe de capacidad CCW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.....	39

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **VI.- Introducción**

Mabuchi motor es una empresa fabricante de pequeños motores eléctricos. A continuación hablaremos de los inicios de la empresa:

“En 1954 con el objetivo de fabricar pequeños motores eléctricos, así como aparatos eléctricos, maquetas, materiales educativos y juguetes, Tokyo Science Industrial Co.,Ltd. se establece y comienzan las operaciones de producción y ventas a gran escala.

En 1955 para fabricar y vender productos accionados por motores eléctricos, Japan Science and Industry Co., Ltd. Desarrolla un aparato de bobinado de armadura automático, ampliando la capacidad de producción y reduciendo los costos.

En 1957 para promover las actividades de ventas, Mabuchi Shoji Co.,Ltd. se establece para realizar operaciones de exportación.

En 1958 se desarrollan pequeños motores eléctricos ligeros y de alto rendimiento que utilizan ferrita. Con el fin de crear un sistema administrativo que pueda responder mejor a la creciente demanda, se establece Mabuchi Industrial Co., Ltd., y las dos empresas mencionadas anteriormente, Tokyo Science Industrial Co., Ltd. y Japan Science and Industry Co., Ltd. se disuelven.”

Actualmente uno de los problemas que se tiene en Mabuchi Motor Mexico son los paros en máquina. En el transcurso de este documento se verá la forma en la que se le dio solución a esta problemática.

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

Mabuchi Motor México S. A. de C. V. es una de las principales empresas fabricante de motores pequeños llamados "Power Window" utilizados en la industria automotriz para automatizar las ventanas de los automóviles, así como algunos de sus sensores. Esta empresa cuenta con una planta en Aguascalientes, la cual se divide en 3 principales áreas que son: prensas, inyección y ensamble. En esta última área es donde el residente en cuestión junto con un grupo de ingenieros realizará el proyecto "Estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de ensamble".

La filosofía con la que cuenta la empresa Mabuchi Motor se muestra a continuación:

*Misión:* "En el siglo 21, un momento en que el campo de la competencia cambiará drásticamente, Mabuchi Motor promete solidificar nuestro valor como corporación y convertirse en una empresa básica para el mundo. Para que esto sea una realidad, todos los empleados primero deben comprender la verdadera naturaleza de nuestra filosofía de gestión, para convertirse en una fuerza interna que impulsará nuestra capacidad de alcanzar nuevas alturas. Las siguientes "misiones" indican valores comunes para todos los empleados de Mabuchi Motor. Estas misiones promueven el "auto-crecimiento" y deben observarse en casos de dificultad y al superar obstáculos".

*Visión:* "Deleitar a los consumidores ofreciendo las mejores alternativas en motores y propulsión para los entornos mundiales más demandantes".

*Política de calidad:* "Con base a nuestra filosofía: "contribuir a la sociedad internacional de manera continua y expansiva", seremos siempre una empresa útil para la sociedad ofreciendo productos de mayor calidad a precios más bajos, para que la vida de las personas sea más comfortable. Para ello cumpliremos esta política de calidad con el objetivo de ser la empresa #1 del grupo Mabuchi.

1. Comunicación con clientes.
2. Suministro de productos con alto nivel de confianza.

3. Elevar la conciencia de calidad y mejorar las técnicas.
4. Actividades para asegurar la calidad con la participación de todo personal”.

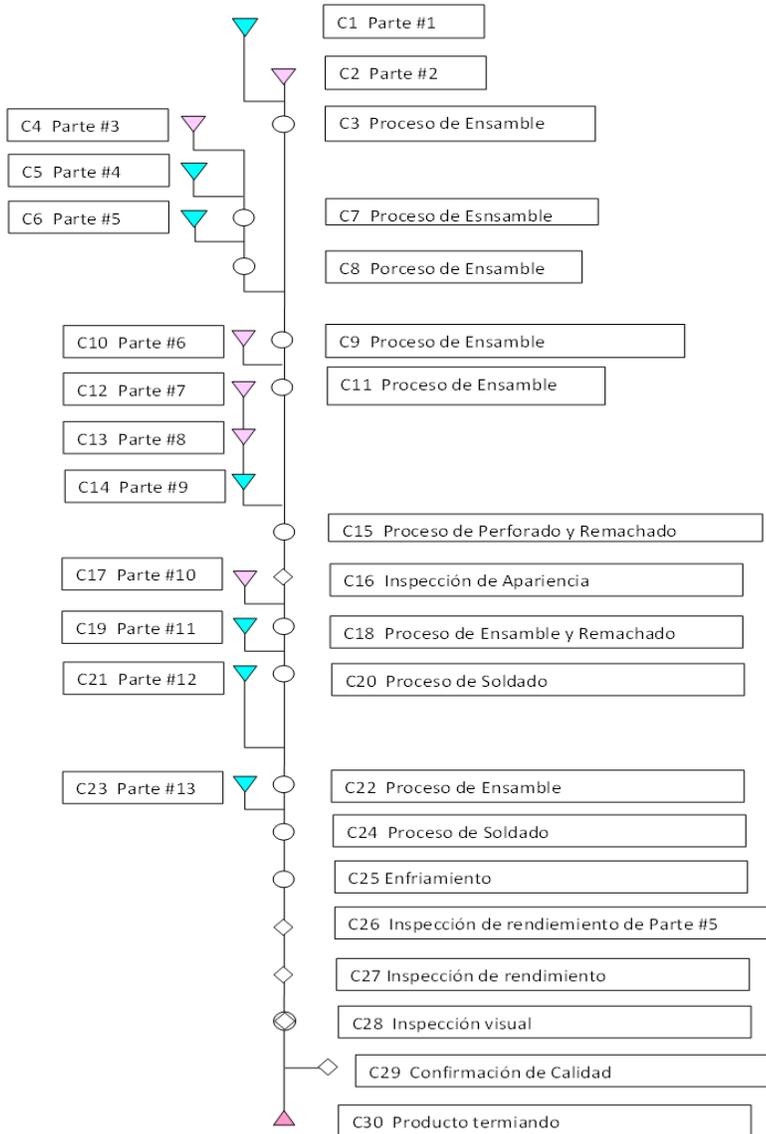
*Valores:*

- ✓ Confianza
- ✓ Honestidad
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Conciencia
- ✓ Comunicación
- ✓ Respeto

*Proceso productivo del área de ensamble:*

- Proceso 1 “Circuito Principal”: Es el primer proceso clasificado en el diagrama de flujo, que muestra de forma general como se forma este componente, la importancia de este dispositivo en nuestro producto terminado es dar funcionalidad específica al motor como también proveer los componentes electrónicos del motor.
- Proceso 2 “Eje giratorio”: Este segundo proceso presentado en el diagrama, explica la maquinaria necesaria para ensamblar el eje giratorio, el cual, brinda la potencia y las rotaciones necesarias en el motor que el cliente solicita.
- Proceso 3 “Motor”: En este proceso se muestra las maquinas necesarias para el ensamble de los componentes del proceso 1 y 2. A su vez, se realizan pruebas de desempeño para validar la funcionalidad del motor en cuanto a las especificaciones del cliente.

**Proceso 1**  
"Circuito Principal"



Símbolo	Descripción
○	Proceso
◇	Inspección
◉	Proceso e Inspección
▽	Parte Comprada
▽	Parte Fabricada
●	Transferencia
△	Producto Terminado

Figura 1.1 Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

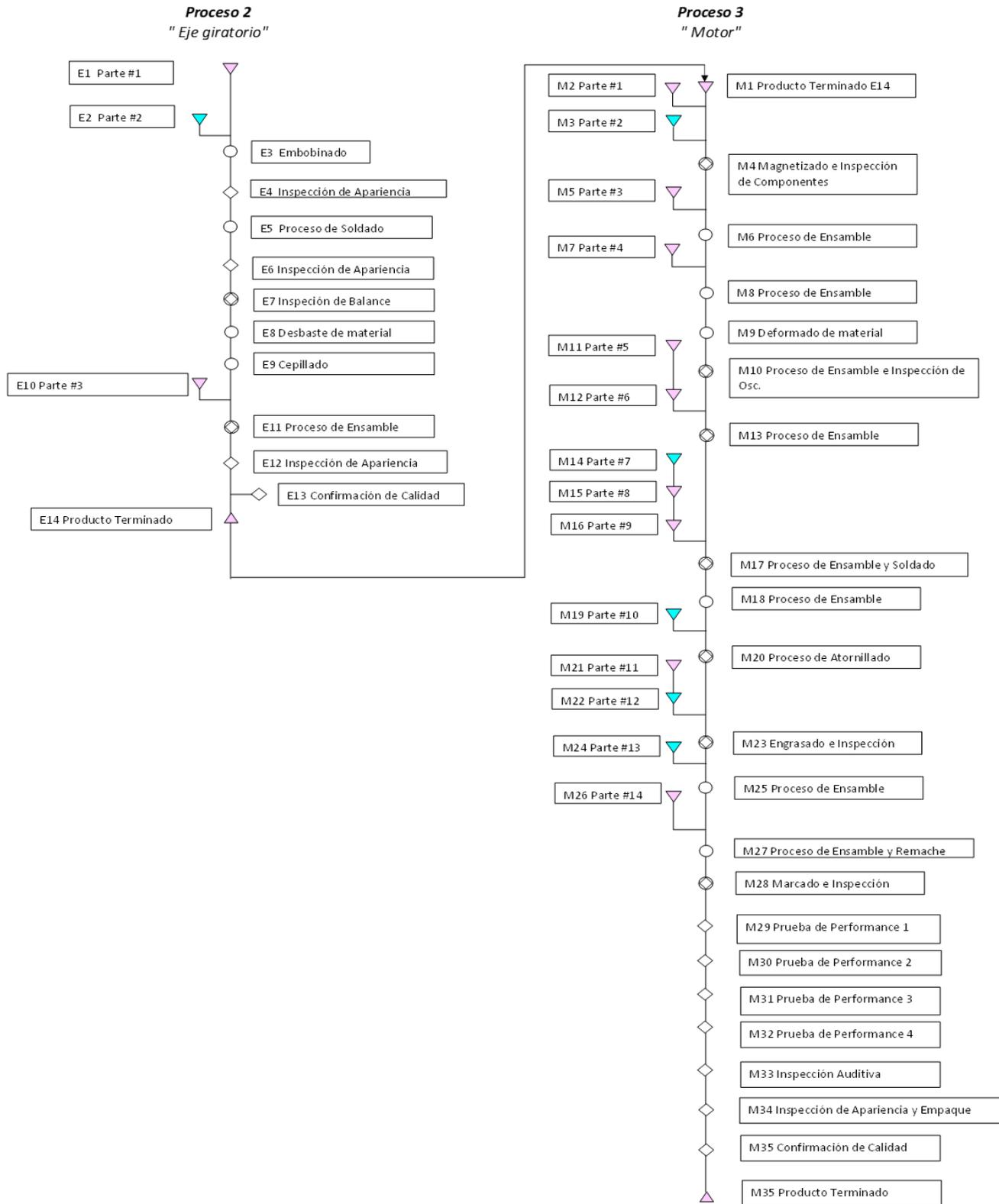


Figura 1.2 Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

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

Actualmente dentro del proceso de producción de ensamble de motores, se cuenta con la necesidad de estandarizar aquellas actividades de mantenimiento preventivo. Esto derivado a que la capacitación de ajustes especiales que se imparte a los técnicos de producción, es en base a la experiencia de los técnicos veteranos del área de ensamble.

Los problemas más frecuentes son los siguientes:

- ✓ Tiempo perdido al momento de producir.
- ✓ Defectivo de las máquinas de motor/unidad.
- ✓ Ajustes inadecuados o incorrectos en la máquina de ensamble general.

## ***IX. Justificación***

Como resultado de lo previamente mencionado, no es posible asegurar la eficiencia y el correcto funcionamiento de los equipos de producción, por lo que se refleja un impacto en los indicadores de desempeño de productividad, calidad, MTTR (Mean Time to Repair) y MTBF (Mean Time Between Failures). En base a esto se optó por realizar el proyecto de “Estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de ensamble” para obtener los siguientes beneficios:

- Material de capacitación para técnicos de línea
- Estandarización de método de ajuste especial
- Mayor MTBF
- Menor MTTR
- Aumento de productividad
- Mayor rapidez en ajustes especiales

El alcance en el que se aplicará el proyecto de “Estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de Ensamble” será en todos los procesos dentro del área de producción de Ensamble, tomando como prioridad el proceso de Motor/Unidad.

El proyecto constará en realizar manuales y video manuales donde se plasme detalladamente el ajuste especial involucrado en el proceso correspondiente. Por lo tanto, al implementar este proyecto, se busca facilitar el método de realización de ajustes especiales para reducir el tiempo de mantenimiento y errores de configuración de máquinas de producción como también de equipos de medición, así como mejorar la estabilidad de los procesos.

Para lograr lo antes mencionado se realizarán las siguientes actividades:

- Conocimiento general de las líneas de ensamble.
- Conocimiento de documentación de Producción e ingeniería.
- Identificación de ajustes especiales proceso 1.
- Identificación de ajustes especiales proceso 2.
- Identificación de ajustes especiales proceso 3.
- Conocimiento de cómo realizar los ajustes especiales proceso 1,2, 3.

- Elaboración y estandarización de manuales de ajustes especiales (Documentación).
- Elaboración y estandarización de video manuales (Digitales).
- Capacitación a personal de ensamble acerca de estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de ensamble.
- Reporte de conclusiones.

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

##### Objetivo(s) del proyecto:

Reducir el tiempo de mantenimiento y errores de configuración que garantice la correcta operación de las máquinas de producción de líneas de ensamble y equipos de medición.

##### Objetivos específicos:

1. Definir el método de realización de ajustes especiales.
2. Confirmar la información de ajustes especiales con supervisores e ingenieros.
3. Realizar manuales de mantenimiento preventivo para uso del área de ensamble.
4. Realizar video manuales de mantenimiento preventivo para uso del área de ensamble.
5. Realizar capacitaciones de manuales y video-manuales al personal del área de ensamble

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

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

#### “Ciclo de Deming o PDCA:

Esta metodología nos permite conocer el método de trabajo y mejorarlo cuando sea necesario. Ya que el trabajo, forma parte de un proceso integral, los resultados impactan positivamente en toda la organización.

Esta metodología tiene 4 etapas de desarrollo:

- Plan

En esta etapa se identifican los problemas específicos que se pueden enfrentar en la ejecución de un proyecto, los recursos que se utilizarán, que recursos están disponibles.

- Hacer

Durante esta etapa se registra información relevante, sobre todo sobre los problemas que se presenten.

- Verificar

En esta fase de verificación se miden y evalúan los resultados y se comparan con la expectativa planteada.

- Actuar

Finalmente, es posible tomar acciones correctivas -por lo general-, pero también de mejora cuando se detectan oportunidades, que se podrán aplicar en toda la organización.”

Corinne N. Johnson. The benfist of PDCA(2002).

#### “Mejora continua

El concepto de mejora continua se refiere a que siempre se está en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. En este sentido, el esfuerzo de mejora continua, es un ciclo ininterrumpido, a través del cual se identifica un aspecto a mejorar, se planea cómo realizar la mejora, se implementa, se verifican los resultados y se actúa de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer nuevas metas.”

Guerra-López, I. Evaluación y mejora continua: Conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño (2007).

### Tiempo estándar:

“Los tiempos estándar o tiempos tipo de fabricación o prestación, son la base para una serie de aplicaciones a nivel industrial y de servicio, aplicaciones sin las cuales las organizaciones difícilmente subsisten y entre ellas tenemos:

- Determinación del costo de mano de obra
- Determinación del costo total de producción
- Determinación del precio de venta.
- Realización de programas y presupuestos de producción.
- Determinación de plazos de entrega.
- Implementación de controles de mano de obra.
- Balanceo de línea.
- Implementación de programas de incentivos.”

Bryan Salazar López. Aplicación del Tiempo Estándar (2020)

### Capacitación

“Las acciones de capacitación, en cualquiera de sus versiones:, cursos, talleres, conferencias, congresos, diplomados, permiten adquirir conocimientos teóricos y prácticos, que permiten que las personas actualicen sus conocimientos y adquieran nuevos, que fortalezcan su capacidad de respuesta ante los cambios del entorno o de sus requerimientos laborales, incrementen su desempeño dentro de la institución y estén más preparadas para el día a día, lo cual les dará mayor confianza personal al desarrollar otras aptitudes y actitudes”

Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo. La importancia de la capacitación para las y los trabajadores (2018).

### Índices CP y CPK

“Lo que es importante saber antes de explicar las definiciones de los índices es que las definiciones en el pasado han cambiado. Ppk se definió bajo el sistema Q101 de Ford

como el índice de capacidad preliminar y el Cpk se definió como el índice de capacidad a largo plazo.

En algunos casos, el valor de Cpk en el histograma se calculó de forma diferente a los cálculos de Cpk en la tabla de control. Cuando los tres grandes (Ford, GM y Chrysler) fusionaron sus manuales de calidad en el sistema QS9000, las definiciones se cambiaron y estas definiciones siguen siendo el estándar hoy en día en el manual TS16949.

Para poder predecir con certeza cuántos de los productos del proceso van a cumplir con las especificaciones fue creado el Índice CP, llamado Índice de Capacidad Potencial del Proceso, que mide la dispersión permitida del proceso por la medida de la real dispersión del proceso. La dispersión está relacionada con los límites de especificación, pero la situación del proceso no es considerada ni en la definición ni en el cálculo del Cp. Por lo cual fue introducido el índice CPK, que lleva en cuenta la variabilidad del proceso y su ubicación con relación a los límites.”

Marc Schaeffers. Índices de capacidad Cp, Cpk, Pp y Ppk (2018).

### Qué es el principio de Pareto o la regla 80/20

“El principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20, describe un fenómeno que establece que aproximadamente el 80 % de los resultados provienen del 20 % de las acciones. En otras palabras, un pequeño porcentaje de causas tiene un efecto descomunal. Es importante entender este concepto porque puede ayudarte a identificar qué iniciativas priorizar para lograr el mayor impacto.

El economista y filósofo italiano Vilfredo Federico Pareto lo enunció por primera vez en 1896, basándose en el denominado conocimiento empírico. Pareto observó que el 80 % de las tierras en Italia eran propiedad de solo el 20 % de la población. También notó que esto sucedía con las plantas de su jardín: el 20 % de sus plantas producían el 80 % de la fruta. Esta relación se explica mejor matemáticamente como una distribución de ley de potencia entre dos cantidades, donde un cambio en una da como resultado un cambio relevante en la otra.”

Sarah Laoyan. Qué es el principio de Pareto o la regla 80/20(2021).

### Lean Six Sigma

“Six Sigma es una metodología bien estructurada que se enfoca en reducir la variación, medir defectos y mejorar la calidad de productos, procesos y servicios. La metodología Six Sigma fue desarrollada originalmente por Motorola en la década de 1980 y tenía como objetivo una meta difícil de 3,4 partes por millón de defectos. Six Sigma ha tenido una carrera increíble durante 25 años, produciendo ahorros significativos en el resultado final de muchas organizaciones grandes y pequeñas. Las organizaciones líderes con un historial de calidad han adoptado Six Sigma y afirman que ha transformado su organización. Six Sigma se introdujo inicialmente en los procesos de fabricación; hoy, sin embargo, las funciones de marketing, compras, facturación, seguros, recursos humanos y atención de llamadas de clientes también están implementando la metodología Six Sigma con el objetivo de reducir continuamente los defectos en todos los procesos de la organización.”

Gijo, E. V. and Scaria, Johny and Antony, Jiju. Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process (2011, p.2).

#### Diagrama de operaciones de proceso

“El diagrama de operaciones de proceso indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados.”

Áreas de mejora en una PYME de alimentos. Capítulo2. Diagramas de procedimientos (2022, p.26).

#### 5Why's

“Los 5 Porqués 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 ocasionar que el equipo falle en identificar las causas más probables del problema debido a que ellos no buscaron con la suficiente profundidad.”

Jaime Rodriguez. 5 Porqués técnica herramienta 5 Porqués ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología?(2022).

### El Diagrama de Ishikawa

“Creado en la década de 60, por Kaoru Ishikawa, el diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente.

En la metodología, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar. Eliminado las causas, se elimina el problema.”

Jeison. Diagrama de Ishikawa (2018).

### Diagrama de árbol

“Es una representación gráfica de una experiencia que consta de múltiples pasos, donde cada uno de dichos pasos posee varias maneras de llevarse a cabo.

Es decir, se utiliza para determinar el cálculo de cuantiosas probabilidades cuando se conocen las opciones de la muestra.

Este instrumento se fundamenta en la probabilidad condicionada, la cual supone que ocurra un evento A, con conocimiento que también ocurre otro evento B. Definidos como eventos dependientes, es decir, para que ocurra un evento A, es preciso que suceda el evento B.”

Josefina Pacheco. ¿Qué es un diagrama de árbol y para qué se utiliza? (2022).

### CAPÍTULO III: DESARROLLO

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

Debido a que no se tiene una estandarización en los procesos de mantenimiento de las máquinas, la mayoría de los técnicos no realizan el mantenimiento de la forma adecuada, lo que genera inestabilidad en la productividad de la empresa.

Existen líneas de producción que varían de poca a mucha productividad, por lo que se optó por realizar un diagrama 5Why's para analizar la posible causa del problema.

<b>PROBLEMA</b>	Productividad baja.
¿Por qué?	Paros largos de línea
¿Por qué?	✓ La máquina se desajusta muchas veces ✓ Mala calibración.
¿Por qué?	No se realiza un correcto mantenimiento.
¿Por qué?	Los técnicos desconocen el método de cómo realizar el mantenimiento.
¿Por qué?	Falta de estandarización de manuales de mantenimiento.

Tabla 3.1 5Why's Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Una vez que se detectó la causa, se analizó más a detalle el problema para dar con la o las causas raíces que afectan con la productividad baja.

A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa.

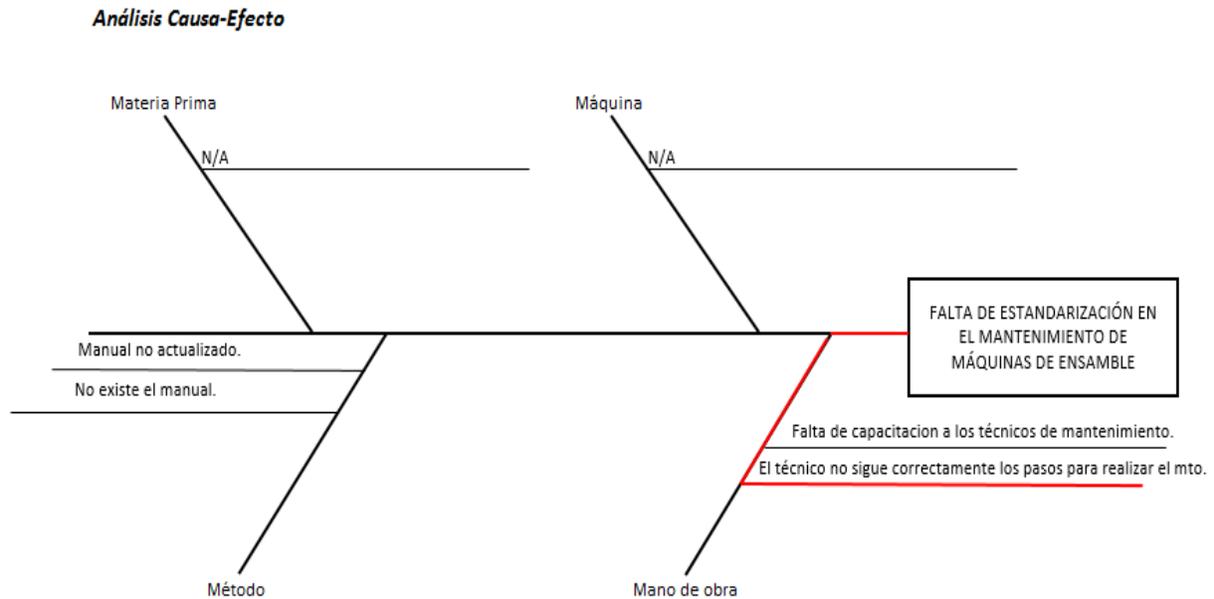


Figura 3.1 Diagrama de Ishikawa. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

En base a la causa raíz encontrada en el Ishikawa, se continúa con la elaboración de un diagrama de árbol para poder encontrar las actividades necesarias para el cumplimiento y/o solución del problema.

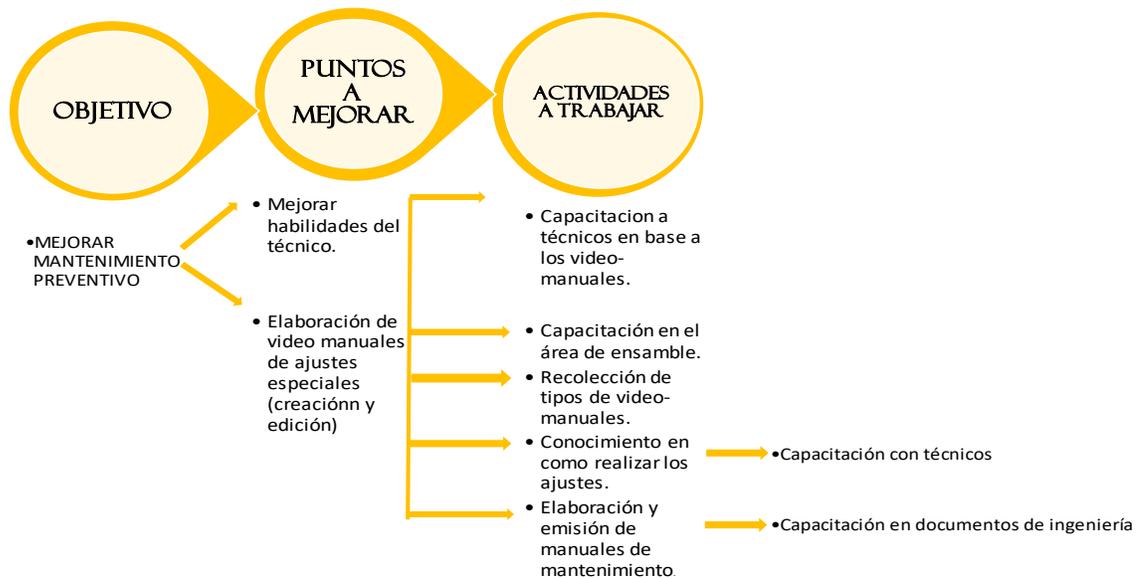


Figura 3.2 Diagrama de Árbol. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Después de este análisis se hizo una investigación de las máquinas de ensamble y así se detectaron aquellas máquinas que necesitaban algún ajuste. Estas se muestran en el siguiente cuadro:

**Ajustes Especiales**

Circuito Principal	Eje giratorio	Motor
<p><b>Proceso 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste del material.</li> <li>2. Inserción de componente en caja electrónica.</li> <li>3. Alineación de guías.</li> </ol>	<p><b>Proceso 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calibración de las mecanismo de tensión .</li> <li>2. Posición parte 1</li> <li>3. La posición de parte 2</li> <li>4. Tensión del alambre</li> </ol>	<p><b>Proceso 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herramental de apertura</li> <li>2. Alineación de robocilindro</li> </ol>
<p><b>Proceso 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste de altura y centrado de alambre.</li> </ol>	<p><b>Proceso 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presión del herramental</li> <li>2. Altura del herramental</li> <li>3. Fuerza de sujeción de parte 1</li> </ol>	<p><b>Proceso 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajustar robocilindro para la altura de componentes</li> </ol>
<p><b>Proceso 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste de cautines.</li> </ol>	<p><b>Proceso 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortadores</li> <li>2. Posición de las ligas.</li> <li>3. Posición de de los sensores de rotación.</li> </ol>	<p><b>Proceso 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ensamble correcto de parte 1</li> </ol>
<p><b>Proceso 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste de socket .</li> </ol>	<p><b>Proceso 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro de parte 1.</li> <li>2. Longitud de cortes.</li> <li>3. Redondez.</li> <li>4. Coaxialidad.</li> <li>5. Apriete de parte 2</li> </ol>	<p><b>Proceso 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajustar posición de deformación</li> </ol>
	<p><b>Proceso 5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altura de herramientas.</li> </ol>	<p><b>Proceso 5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alineación de prensa</li> </ol>
	<p><b>Proceso 6</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posición de pines</li> <li>2. Boquilla de parte 1 .</li> </ol>	<p><b>Proceso 6</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alineación de máquina</li> </ol>
		<p><b>Proceso 7</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Altura del Gear box con respecto a la ferrita.</li> </ol>
		<p><b>Proceso 8</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad de componente 1</li> </ol>
		<p><b>Proceso 9</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste del sensor de altura</li> </ol>
		<p><b>Proceso 10</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste de posición de parte 1</li> </ol>
		<p><b>Proceso 11</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posición de marcado</li> </ol>

Tabla 3.2 Ajustes Especiales. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Se decidió realizar un diagrama de Pareto, con el fin de encontrar la maquina o las máquinas que están teniendo mayor tiempo perdido por paro de máquina. El diagrama de Pareto se muestra en la siguiente imagen:

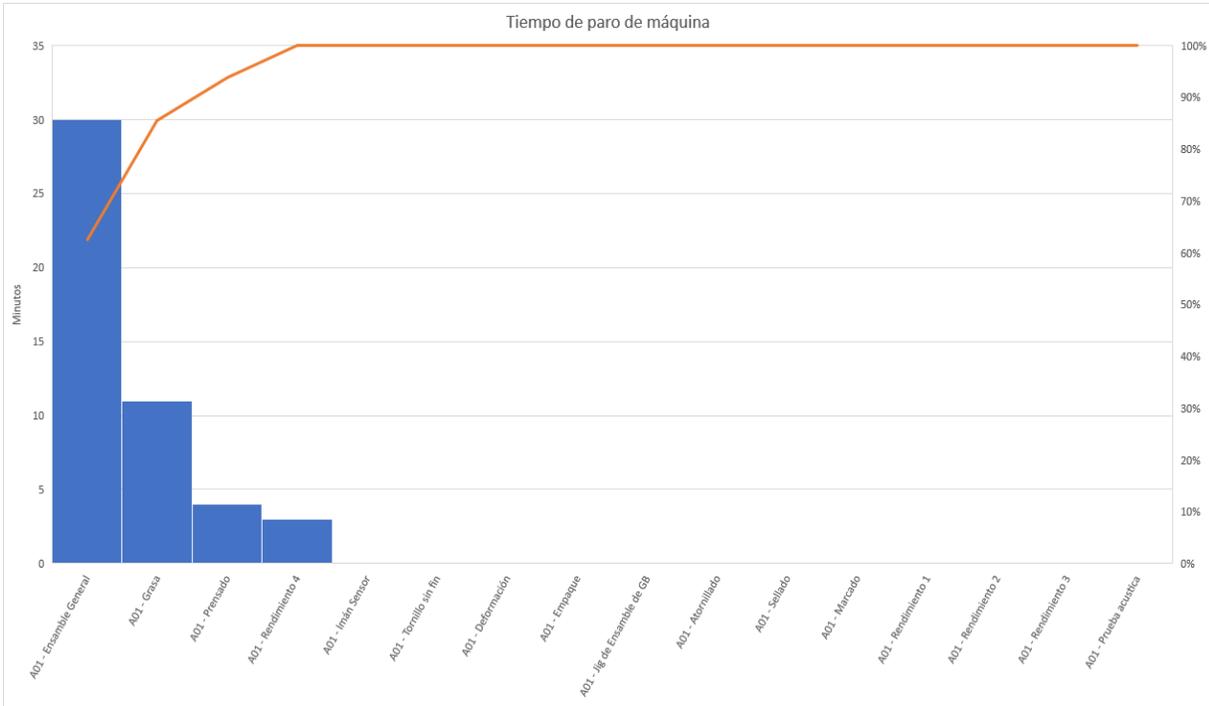


Figura 3.3 Diagrama de Pareto. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

El diagrama de Pareto nos ayudó a determinar que la máquina de ensamble general es la que presenta mayor cantidad de tiempo perdido al momento de producir.

Se realizó una investigación detallada para ver como intervenía cada línea de producción en los paros de maquina mencionados anteriormente, obteniendo los siguientes resultados:

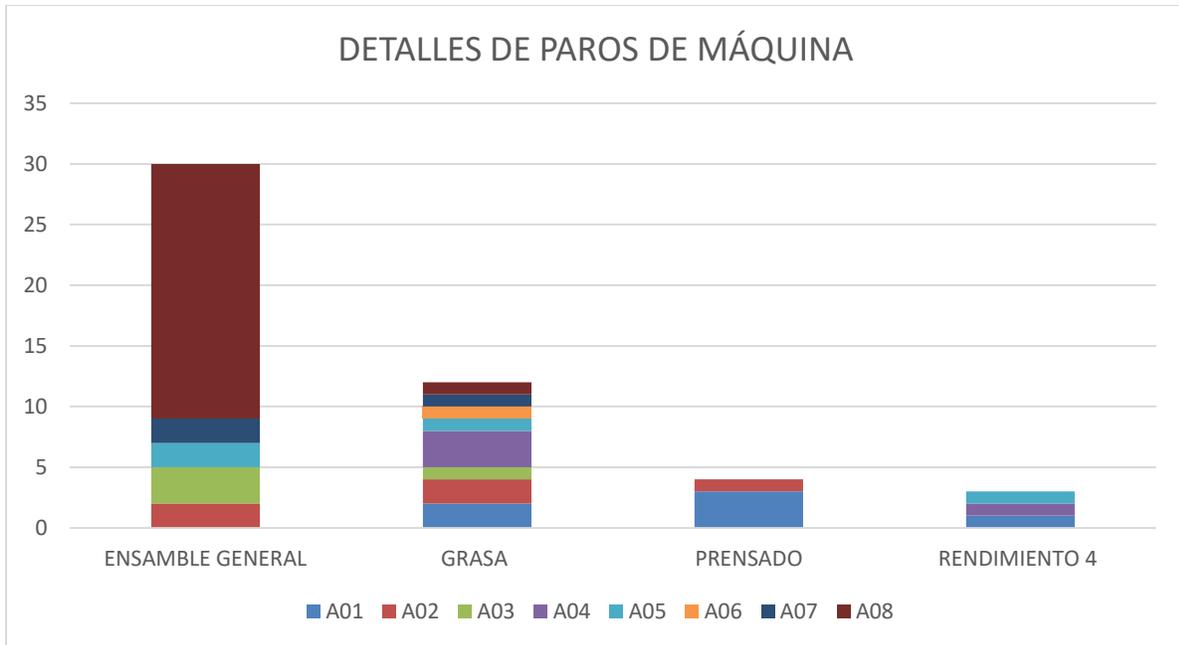


Figura 3.4 Gráfica de Paros. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Ya que, por experiencia de errores del pasado, se sabe que los problemas de ajuste en la maquina general provocan un incremento en el porcentaje de defectivo de la máquina de vibración, por lo que el siguiente paso fue analizar el defectivo de la línea 8 al tener la mayor cantidad de tiempo muerto en la máquina de ensamble general.



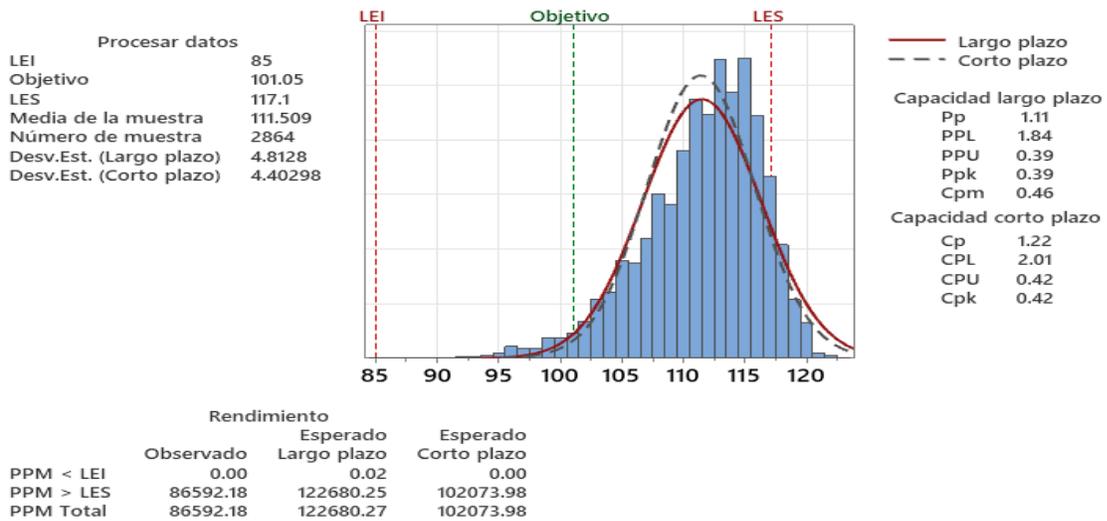
Figura 3.5 Defectivo Línea 08. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Con la gráfica previamente mencionada, se puede asegurar una relación entre el tiempo de paro de la máquina de ensamble general con el alto defectivo de vibración. Al tener esta información se optó por identificar la capacidad de la línea conforme al defecto de vibración obteniendo las siguientes tabla y gráfica:

MEDICIONES DE MÁQUINA DE VIBRACIÓN		
MUESTRA	CW	CCW
1	117.189	118.098
2	117.189	118.098
3	117.189	118.098
4	117.189	118.098
5	117.189	118.098
6	117.189	118.098
7	117.189	118.098
8	117.189	118.098
9	117.189	118.098
10	117.189	118.098
11	117.189	118.098
12	117.189	118.098
13	117.189	118.098
14	117.189	118.098
15	117.189	118.098
16	117.189	118.098
17	117.189	120.534
18	117.189	121.475
19	117.189	117.169
20	117.189	119.371
21	117.189	117.329
22	117.189	120.088
23	117.189	117.889
24	117.189	117.51
25	117.189	122.821
26	117.189	119.428
27	117.189	118.199
28	117.189	117.976
29	117.189	122.367
30	117.189	117.97

Tabla 3.3 Mediciones de máquina de vibración. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

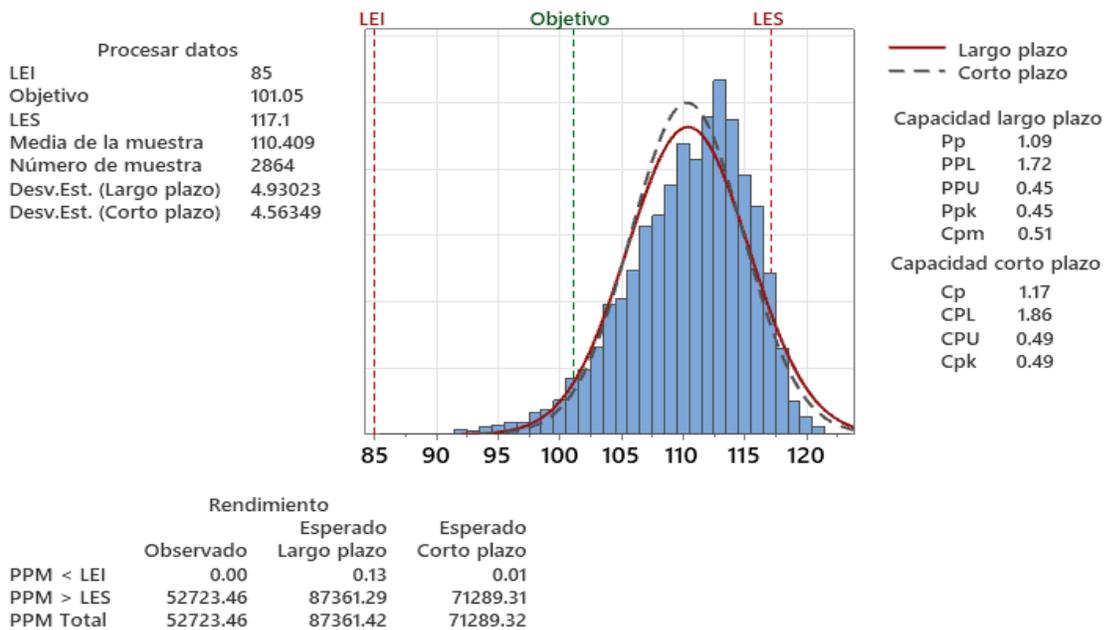
### Informe de capacidad del proceso de CW



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 3.6 Informe de capacidad CW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

### Informe de capacidad del proceso de CCW



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 3.4 Informe de capacidad CCW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Como se puede observar en las gráficas, los datos en CW (Giro hacia las manecillas del reloj) y CCW (Giro en contra de las manecillas del reloj) están ambas fuera de especificación. Ya que el índice CP y CPK respectivo a CW es de 1.22 y 0.42, en cambio el índice CP y CPK de CCW es de 1.17 y 0.49 lo que provoca que nuestras gráficas estén desfasadas de nuestra campana de Gauss. Lo que Gauss nos indica es que para tener un buen CP el valor ideal debe ser de 1.33 y el índice CPK debe de estar lo más alineado posible a la media del proceso. En una producción de 3,000 piezas por turno salen alrededor de 150 a 200 piezas NG, esto debido a un mal ajuste en la máquina.

### XIII. Cronograma de actividades

#### "Estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de Ensamble"

Fecha de Inicio 2/2/2022 (miércoles) Visualizar semana 1  
 Fecha de término 4/29/2022 (viernes)

#	Actividades	Encargado	Inicio	Fin	Días	% Fin	Días Habiles	Estatus
1	Conocimiento general del proceso de Ensamble	Becario	mié 2/02/22	mié 2/16/22	15	100%	11	Terminado
2	Conocimiento de documentación de Producción e Ingeniería	Becario	mié 2/09/22	mié 2/16/22	8	100%	6	Terminado
3	Identificación de ajustes especiales de Proceso 1	Becario	mié 2/16/22	mié 2/23/22	8	80%	6	En Proceso
4	Identificación de ajustes especiales de Proceso 2	Becario	mié 2/23/22	mié 3/02/22	8	0%	6	No completado
5	Identificación de ajustes especiales de Proceso 3	Becario	mié 3/02/22	mié 3/09/22	8	0%	6	No completado
6	Conocimiento acerca de como realizar ajustes especiales de Proceso 1, 2, 3	Becario	mié 3/09/22	lun 3/28/22	20	0%	14	No completado
7	Elaboración y Estandarización de manuales de Ajustes especiales (documentos)	Becario	lun 3/28/22	lun 4/04/22	8	0%	6	No completado
8	Elaboración y Estandarización de Video Manuales (digitales)	Becario	jue 4/07/22	lun 4/25/22	19	0%	13	No completado
9	Capacitación a personal de Ensamble acerca de estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de ensamble	Becario / Ingeniería	lun 4/11/22	lun 4/25/22	15	0%	11	No completado
10	Reporte de Conclusiones	Becario	lun 4/18/22	vie 4/22/22	5	0%	5	No completado

Figura 3.5 Cronograma de Actividades. Fuente: Mabuchi Motor, 2022

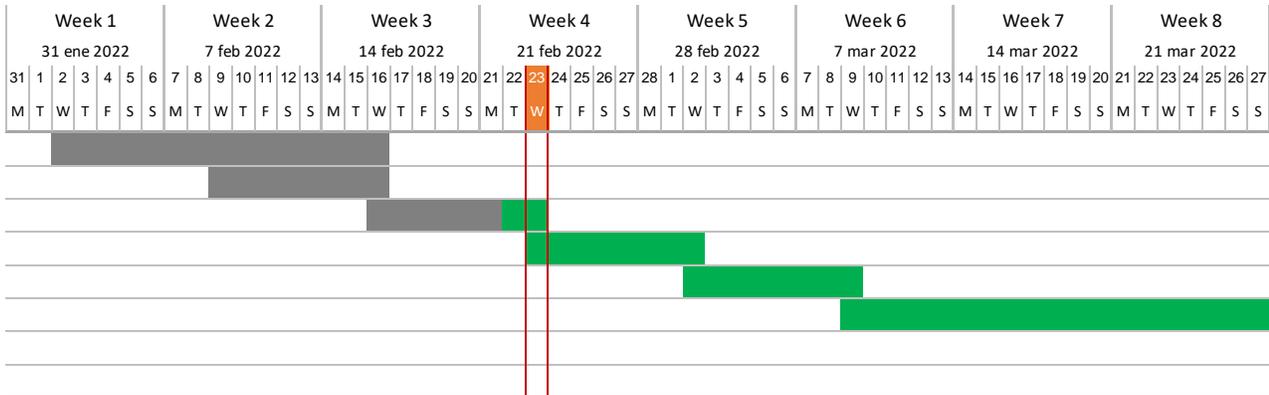


Figura 3.6 Cronograma de Actividades. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

### Especificación de actividades

1. Conocimiento general de las líneas de ensamble:
  - Conocimiento del proceso de las líneas de producción de Proceso 1.
  - Conocimiento del proceso de las líneas de producción de Proceso 2.
  - Conocimiento del proceso de las líneas de producción de Proceso 3.
2. Conocimiento de documentación de Producción e ingeniería:
  - Revisión inicial.
  - IO (Instructivo de Operación), IOE (Instructivo de Operación Especial), IOEP (Instructivo de Operación Especial Provisional).
  - Tabla de condiciones.
  - Action Report.
  - BOM.
  - Action Report.
3. Identificación de ajustes especiales proceso 1:
  - Especificación de ajustes teóricos en Circuito Principal
4. Identificación de ajustes espaciales proceso 2:
  - Especificación de ajustes teóricos en Eje Giratorio.
5. Identificación de ajustes especiales proceso 3:
  - Especificación de ajustes teóricos en Motor.
6. Conocimiento de cómo realizar los ajustes especiales proceso 1,2, 3:
  - Especificación de ajustes prácticos.

7. Elaboración y estandarización de manuales de ajustes especiales (Documentación).
8. Elaboración y estandarización de video manuales (Digitales).
9. Capacitación a personal de ensamble acerca de estandarización de procedimientos de mantenimiento en líneas de ensamble.
10. Reporte de conclusiones.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **XIV. Resultados**

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios debido a que se cumplió en tiempo y forma con cada una de las actividades propuestas. A continuación, se presentarán los resultados de las actividades antes mencionadas:

Para realizar esta actividad “Elaboración y estandarización de manuales de ajustes especiales (Documentación)” se tomó capacitación con técnicos con dos años de experiencia en la maquina ensamble general, esta capacitación consistió en conocer los componentes de la máquina, así como el mantenimiento preventivo, los ajustes especiales que se hacen y el funcionamiento de la misma.

Con los conocimientos ya mencionados se realizaron manuales actualizados para que los técnicos conozcan el flujo del proceso y así estandarizar la forma en la que se deben hacer dichos ajustes.

Para realizar los manuales como ya se mencionó se conoció el proceso y una vez plasmado en los manuales, estos se hicieron llegar al supervisor de mantenimiento en el área de ensamble para su revisión y aceptación.

A continuación, se muestran los resultados de los manuales realizados para este proyecto:

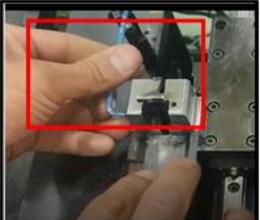
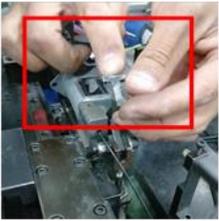
F-MXM-00-125 Anexo 1		Metodo de Mantenimiento		Número de control: MM-		P (1/ )	
Nombre de proceso: Ajuste de alineación Housing.				Producción		Ingeniería	
Modelo de Máquina (placa azul)		AA01-010T-A		Confirmó	Aprobó	Confirmó	Elaboró
Número de línea o máquina a la que aplica:		A0#					
Tipo de mantenimiento:		Ajuste especial					
Objetivo	Asegurar la correcta alineación de Housing.						
Herramienta/equipo/material necesario	Llaves allen, Llaves españolas.			EPP necesario	Casco de seguridad y lentes de seguridad.		
Código(s) de refacción (es)				Tiempo máximo de realización			
Procedimiento							
Secuencia	Actividad	Fotografías, imágenes	Puntos de cuidado				
1	Retirar el sujetador del Housing. En la parte lateral de la base aflojamos los opresores.		N/A				
2	Aflojar los opresores en la parte trasera de la base para retirar el soporte del Housing. NOTA: El soporte del Housing contiene 2 pines guía que empotran con la otra sección de la base.		Si el soporte del Housing tiene alguna deformidad y/o desgaste se introduce una lamina en la parte superior de la base para darle altura. En caso de que el soporte este muy dañado debe ser remplazado por uno nuevo.				
3	Verificar que el soporte no tenga desgaste, que contenga ambos pines para evitar juego o movilidad hacia los lados, de ser así, la pieza esta lista para colocarle los opresores traseros.		N/A				
4	Ajustar la rosca del vástago del cilindro, que permite subir más la base para que al momento del apriete del Housing sea con mayor fuerza. NOTA: Cuando el Housing tiene movilidad o esta flojo retirar el sujetador con el tornillo lateral y ajustar la base del Housing. Si esta muy presionado se debe bajar la base del Housing, si esta muy flojo se debe subir.		Para el ajuste se quita el aire para permitir que baje y suba el cilindro con mayor facilidad.				
5	Una vez ajustado el sujetador del Housing, se le coloca el tornillo que da eje a esta pieza para evitar que se salga.		N/A				

Figura 4.1 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

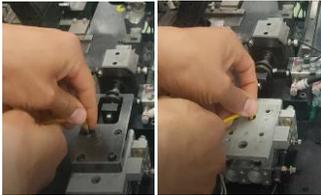
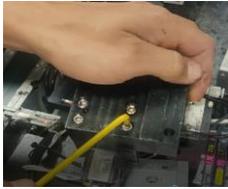
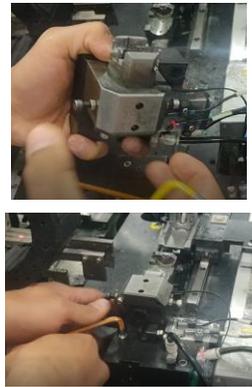
F-MXM-00-125 Anexo 1		<b>Metodo de Mantenimiento</b>		Número de control: MM-		P (1/ )	
Nombre de proceso: Ajuste de Open Brush en maquina de ensamble de 3 piezas			Producción		Ingeniería		
Modelo de Máquina (placa azul) AA01-010T-A			Confirmó		Aprobó		Elaboró
Número de línea o máquina a la que aplica: A0#							
Tipo de mantenimiento: Ajuste especial							
Objetivo		Asegurar el buen funcionamiento del open brush.					
Herramienta/equipo/material necesario		Llaves allen, Llaves españolas, Lija, Lubricante, martillo de goma, trapos.		EPP necesario		Casco de seguridad y lentes de seguridad.	
Código(s) de refacción (es)				Tiempo máximo de realización			
<b>Procedimiento</b>							
Secuencia	Actividad	Fotografías, imágenes		Puntos de cuidado			
1	Desmontar la placa que sujeta el cilindro del collect chuck (componente que aprieta el cole chuck).			Tomar firmemente la pieza para evitar caídas.			
2	Revisar que la guía que se encuentra en la base no este desvastada, ni se encuentre con golpes.			Asegurarse de evitar dañarla.			
3	Se retira el colect chuck.			Tomar correctamente el collect chuck para evitar choques o caídas			
4	Desmontar la base del Open Brush. (Retiramos de los pines guía.)			Evitar choques o caídas de la pieza para no dañar los pines.			
5	Despues de haber revisado que las piezas de los puntos anteriores se encuentren en buen estado, se vuelve a ensamblar cada componente.			Posicionar correctamente cada pieza y asegurarse de que los pines deben ser previamente posicionados en los barrenos correspondientes.			

Figura 4.2 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

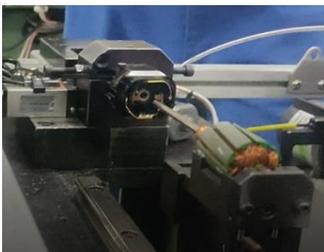
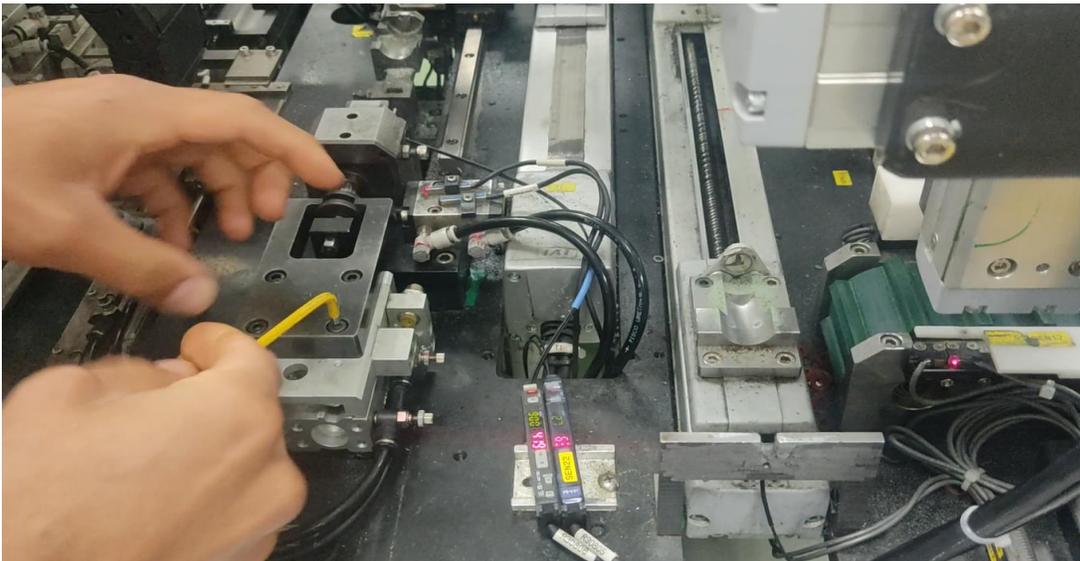
F-MXM-00-125 Anexo 1		Metodo de Mantenimiento		Número de control: MM-			P (1/ )
Nombre de proceso: Ajuste de alineación de Rotor en maquina de ensamble de 3 piezas		Producción	Ingeniería				
Modelo de Máquina (placa azul)	AA01-010T-A	Confirmó	Aprobó	Confirmó	Elaboró		
Número de línea o máquina a la que aplica:	A0#						
Tipo de mantenimiento:	Ajuste especial						
Objetivo	Asegurar el buen funcionamiento de rotor.						
Herramienta/equipo/material necesario	Llaves allen, Llaves españolas y nivel.		EPP necesario	Casco de seguridad y lentes de seguridad.			
Código(s) de refacción (es)			Tiempo máximo de realización				
Procedimiento							
Secuencia	Actividad	Fotografías, imágenes		Puntos de cuidado			
1	Colocar un rotor en la base para revisar que tan desalineado esta el Shaft al introducirlo en el Bearing.			N/A			
2	Acercar el Rotor con el Bearing acomodandolo de forma que ingrese correctamente. Procurar mantener esa posición.			N/A			
3	La altura de la base del rotor debe ser ajustada, para ello se utilizará un nivel para asegurarnos de que el EndBell está recto (La burbuja del nivel debe estar centrada).			N/A			
4	Una vez que se tiene la altura deseada, se aprietan los 4 tornillos que son los que sujetan la base con el cilindro.			N/A			
5	Para bajar la altura del rotor se debe meter el tope ubicado en la parte inferior de la máquina, se baja el cilindro y se aprieta la tuerca.			N/A			

Figura 4.3 Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

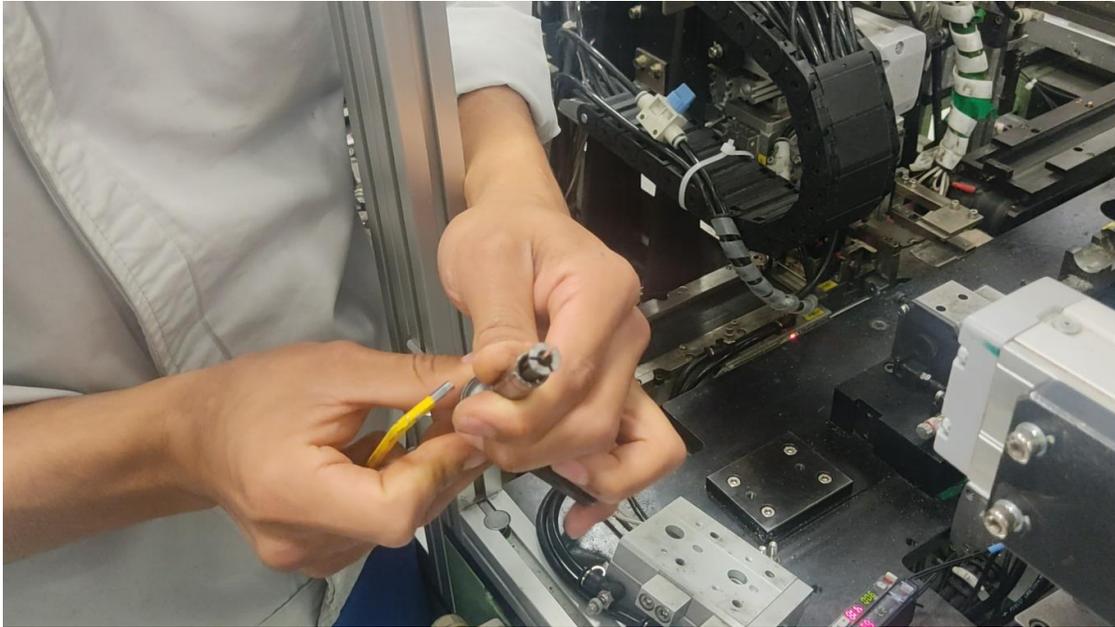
Para realizar los videos manuales se siguió como base los manuales antes realizados, estos se realizaron siguiendo un formato ya establecido por la empresa a continuación se muestran imágenes del video-manual:



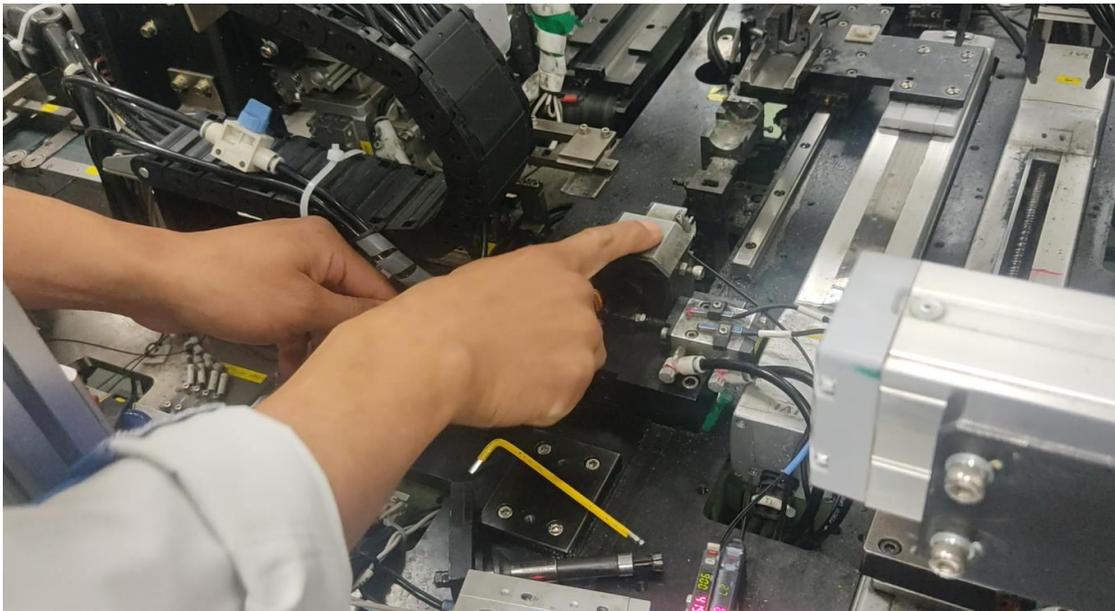
*Figura 7 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.*



*Figura 4.5 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.*



*Figura 8 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.*



*Figura 9 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.*

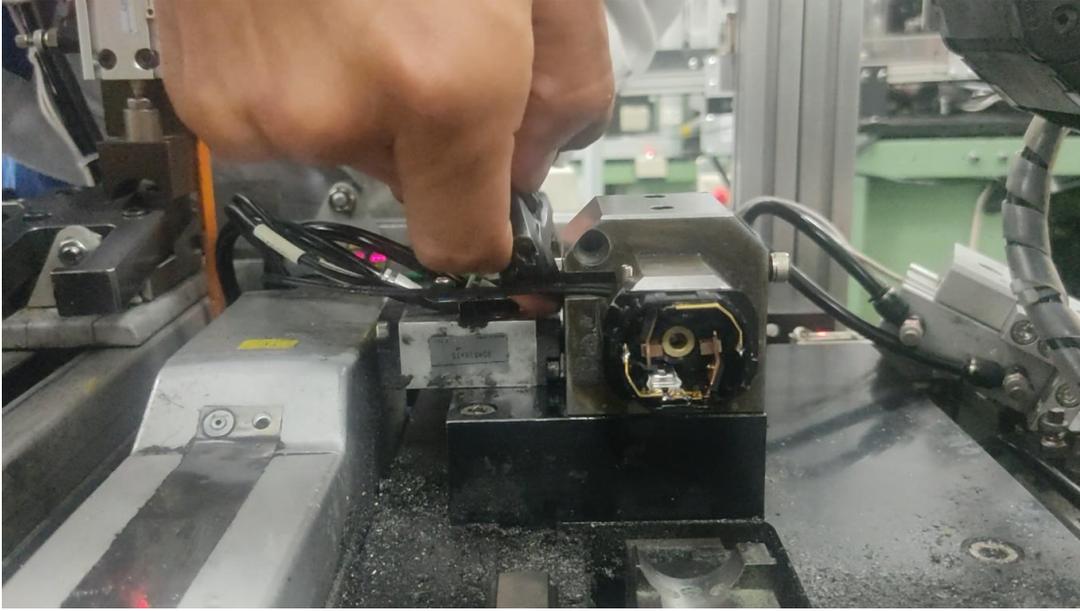


Figura 10 Video-Manual de Ajuste especial. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Una vez realizados y aprobados los manuales y video-manuales se procedieron a impartir las capacitaciones a los técnicos del área de ensamble, a continuación, se muestran imágenes de las capacitaciones impartidas:



Figura 11 Capacitación. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.



Figura 12 Capacitación. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

En este apartado se añaden los resultados a partir del análisis anterior en el que se aprecian las mejoras ya implementadas, los datos recaudados son nuevamente de la línea 08 donde se denota que el desarrollo del proyecto muestra resultados positivos en la reducción de defectivo. De igual forma se presentan las gráficas del comportamiento de la prueba realizada en la máquina de vibración, y que debido a la estandarización de ajuste de máquina de ensamble general se ve reflejado el objetivo del proyecto.

<b>MEDICIONES DE MÁQUINA DE VIBRACIÓN</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>CW</b>	<b>CCW</b>
1	97.7110	97.7110
2	104.1690	107.4370
3	107.5710	107.5710
4	106.0980	102.2980
5	94.8930	94.8930
6	110.1220	109.1190
7	106.1510	106.1510
8	106.4690	106.6660
9	103.6750	103.6750
10	103.5400	107.0180
11	109.8480	109.8480
12	104.0150	108.3660
13	107.4440	107.4440
14	104.0150	108.2670
15	93.2640	93.2640
16	108.4840	106.9980
17	112.1270	112.1270
18	110.4900	110.0310
19	111.1480	111.1480
20	111.3240	109.9590
21	104.7350	104.7350
22	112.8190	111.6090
23	109.8440	109.8440
24	104.3320	103.7750
25	94.5850	94.5850
26	113.2020	111.7350
27	104.9930	104.9930
28	100.0420	100.0420
29	114.2730	109.9510
30	90.1040	90.1040

Tabla 3.1 Mediciones de máquina de vibración. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

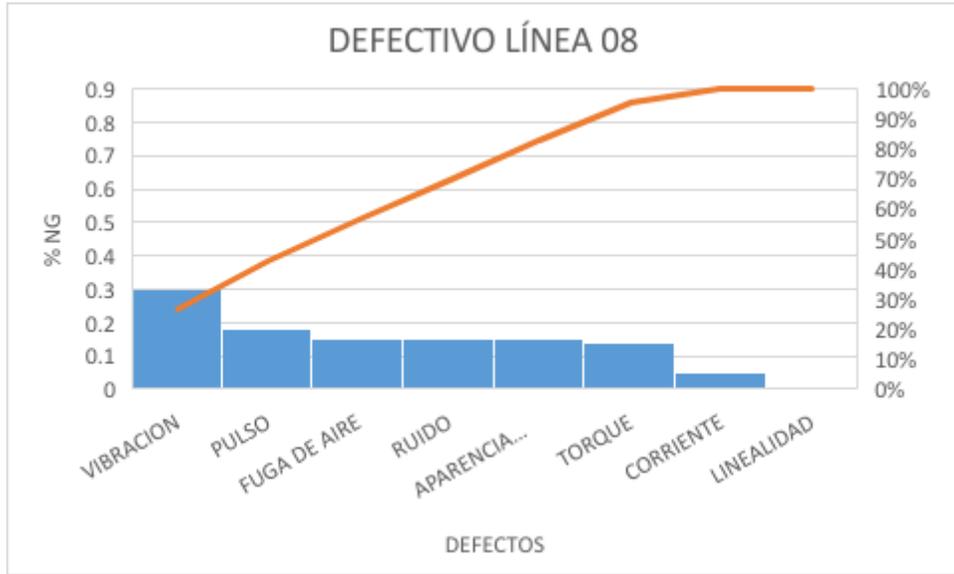


Figura 13 Defectivo Línea 08. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

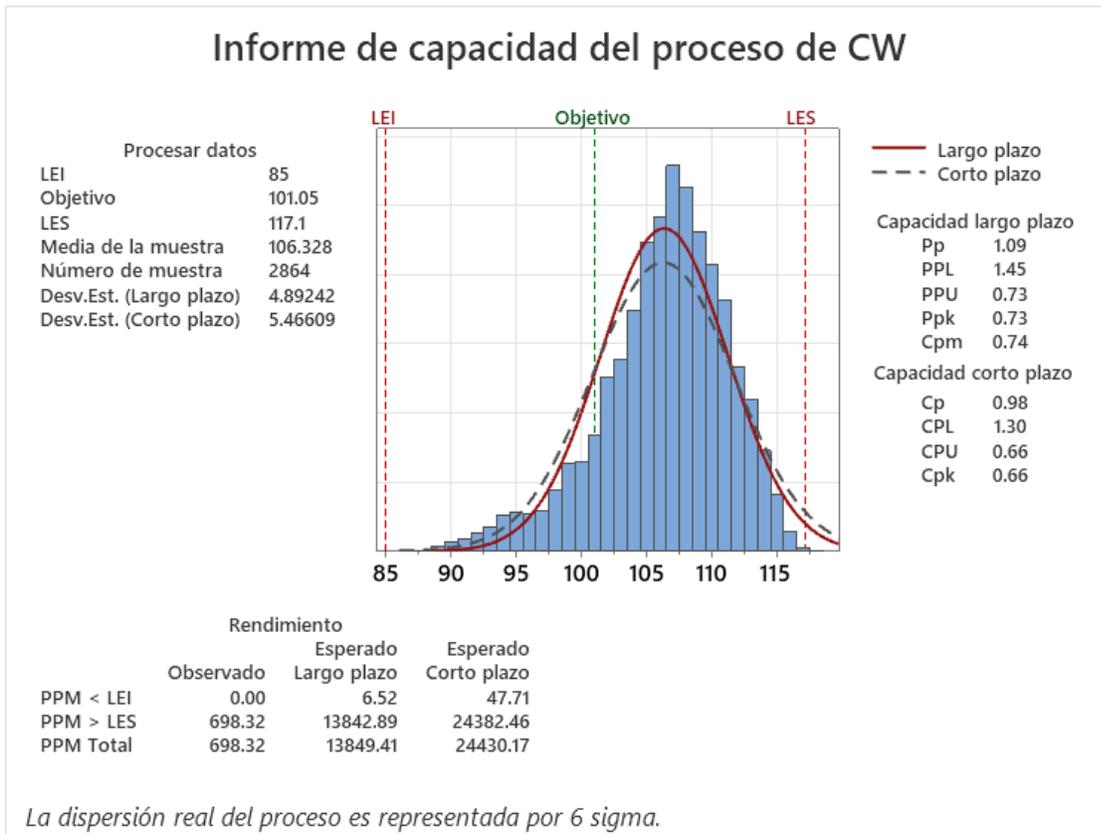
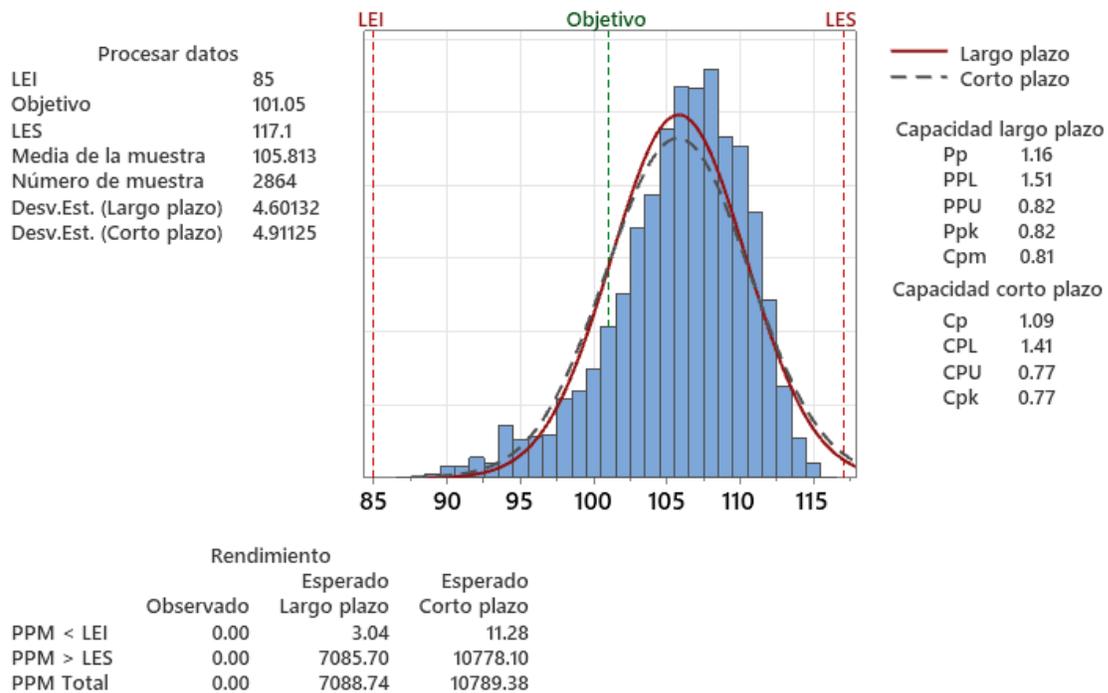


Figura 14 Informe de capacidad CW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

## Informe de capacidad del proceso de CCW



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 15 Informe de capacidad CCW. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

Una vez aplicadas las mejoras se volvieron a realizar los informes de capacidad en CW y CCW para análisis del nuevo estado de los índices CP y CPK. En CW se tuvo un índice CP y CPK de 0.98 y 0.66, los resultados obtenidos antes fueron de 1.22 y 0.42. Para el giro en CCW se adquirió un índice CP y CPK de 1.09 y 0.77, anteriormente se consiguió 1.17 y 0.49. Dándonos cuenta de que, aunque el CP disminuyó, el proceso se volvió más estable, ya que la campana de Gauss está más acorde de nuestro proceso y esté más cerca de su media como se puede observar en las figuras 4.12 y 4.13. Teniendo un impacto positivo, pues al aplicar correctamente los ajustes de mantenimiento, se observó que el defectivo disminuyó de 150 piezas NG por turno a solo 2 piezas NG por turno.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

### ***XV. Conclusiones del Proyecto***

En base a los resultados obtenidos en este proyecto, se nota la importancia de cada uno de los pasos que se tiene que seguir para la resolución de un problema, los cuales se mencionan a continuación:

**Definir:** Esta etapa es importante ya que se menciona el beneficio que busca la empresa como el departamento involucrado. En este caso el beneficio que busca la empresa es disminuir el porcentaje de defectivo para así aumentar las ganancias de la empresa.

**Medir:** En esta etapa se conoce el estado actual del proceso para conocer las problemáticas reales con un sustento estadístico. Mientras más se conozca el proceso es más fácil poder analizar y dar solución a los problemas, ya que sin esta etapa se estaría abordando un problema sin saber si realmente afecta a nuestro objetivo planteado inicialmente.

**Analizar:** En este punto se cuenta con los datos del proceso y se analiza la relación entre los datos y los problemas mediante herramientas de solución de problemas como diagramas de Pareto, el Gemba Walk, etc. La finalidad de esta etapa es conocer las variables a mejorar del proyecto.

**Mejorar:** En esta etapa se reúne un equipo multidisciplinario para establecer las contramedidas necesarias para la solución de la variable encontrada en la etapa anterior. Aquí se realizan pruebas para demostrar la hipótesis previamente planteada y se da la solución del problema (Es recomendable repetir las pruebas más de una vez para asegurar que la hipótesis es correcta).

**Controlar:** Esta etapa es de suma importancia ya que se busca mantener la contramedida encontrada en la etapa de mejorar. Aquí se busca implementar controles

administrativos para asegurar la revisión frecuente de la mejora planteada teniendo de forma documentada la ejecución del proyecto.

Finalmente, durante la realización de este proyecto se aprendió a implementar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera en el campo laboral, así como también aplicar herramientas a la solución de problemas dentro de la empresa.

## **CAPÍTULO VI: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

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

Apliqué herramientas de análisis de capacidad de proceso.

Elaboré manuales y videos manuales de ajustes de mantenimiento para maquinas del área de ensamble.

Organicé actividades de capacitación para técnicos del área de ensamble.

Capacité a los técnicos de área de ensamble.

Mejoré la realización de mantenimiento en las máquinas del área de ensamble.

Estandaricé el mantenimiento en las máquinas del área de ensamble.

## **CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **XVII. Fuentes de información**

1. Áreas de mejora en una PYME de alimentos. (2022). Capítulo2. Diagramas de procedimientos. Universidad Nacional Autónoma de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
2. Bryan Salazar López Send an email et al., 2020. Aplicación del Tiempo Estándar " Ingeniería Industrial Online. Ingenieria Industrial Online. Available at: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/aplicacion-del-tiempo-estandar/> [Accessed March 18, 2022].
3. Corinne N. Johnson.. (2002). The benfist of PDCA. Marzo 2022, de ASQ Sitio web:  
<https://www.proquest.com/openview/6fb24b731a9c0c8bafd90096fd751e76/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34671>
4. Gijo, E. V. and Scaria, Johny and Antony, Jiju (2011) Application of six sigma methodology to reduce defects of a grinding process. Quality and Reliability Engineering International. ISSN 0748-8017 (In Press)
5. Guerra-López, I. (2007). Evaluación y mejora continua: Conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño. AuthorHouse.
6. Hernández Pedrera, C., & Da Silva Portofilipe, F. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. Tecnología química, 36(1), 104-116.
7. Jaime Rodriguez . (2022). SPC Consulting Group | 5 Porqués técnica herramienta 5 Porqués ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología?. 24/05/2022, de SPC Consulting Group Sitio web: <https://spcgroup.com.mx/5-porque-como-aplicar-correctamente-esta-metodologia/>
8. Jeison. (2018). Diagrama de Ishikawa. 24/05/2022, de Blog de la calidad Sitio web: <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>
9. Josefina Pacheco. (2022). ¿Qué es un diagrama de árbol y para qué se utiliza?. 24/05/2022, de Web y Empresas Sitio web: <https://www.webyempresas.com/que-es-un-diagrama-de-arbol/>

10. Marc Schaeffers. (2018). Índices de capacidad Cp, Cpk, Pp y Ppk. 08/05/2022, de International Datalyzer Sitio web: <https://www.datalyzer.com/es/wp-content/uploads/2018/09/%C3%8Dndices-de-capacidad-Cp-Cpk-Pp-y-Ppk.pdf>
11. Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo. (2018). La importancia de la capacitación para las y los trabajadores.. 24/05/2022, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/profedet/es/articulos/la-importancia-de-la-capacitacion-para-las-y-los-trabajadores?idiom=es#:~:text=La%20capacitaci%C3%B3n%20juega%20un%20papel, trabajo%20que%20se%20les%20encomienda>.
12. Sarah Laoyan. (2021). Qué es el principio de Pareto o la regla 80/20. 08/05/2022, de Asana Sitio web: <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>

## CAPÍTULO VIII: ANEXOS

### XVIII. Anexos

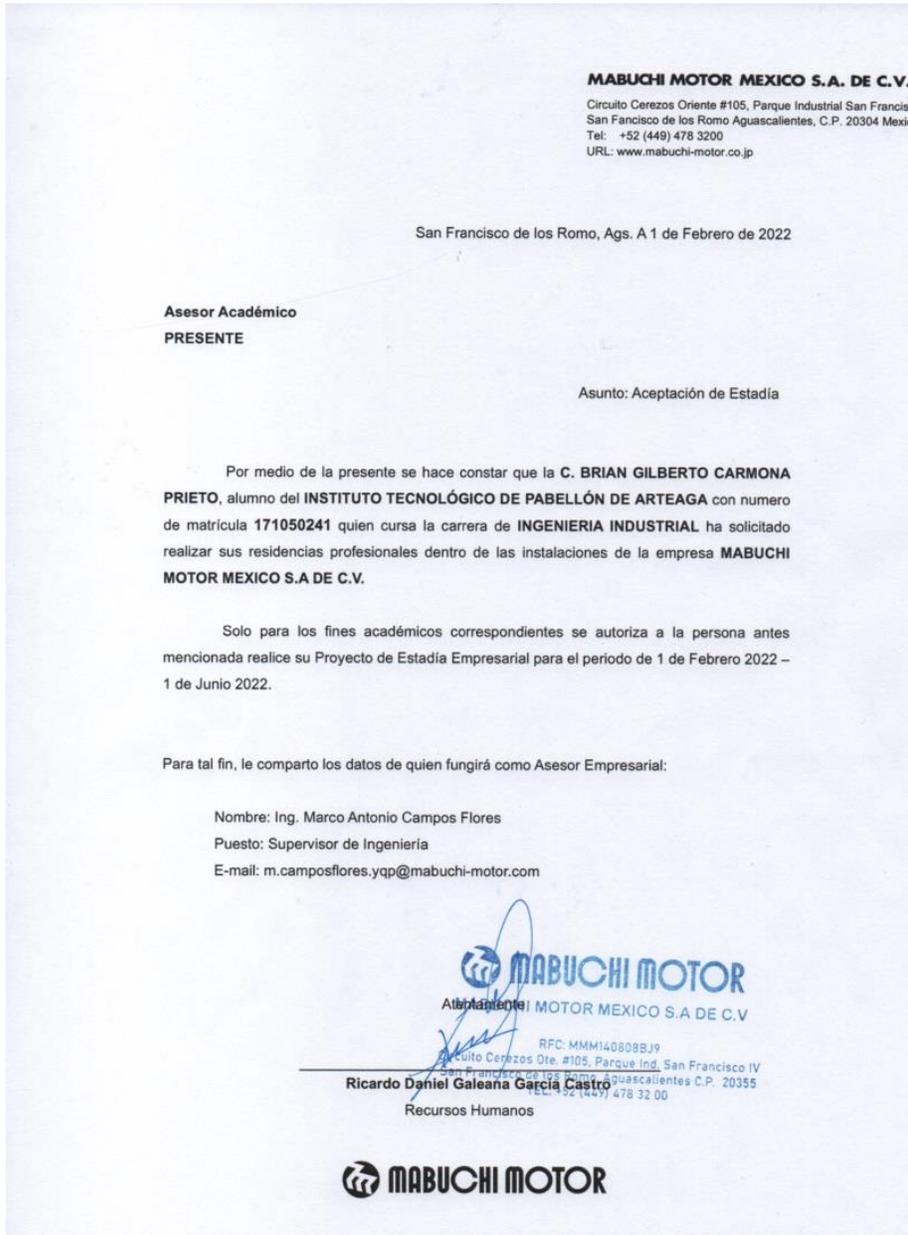


Figura 8.1 Carta de Aceptación. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.

**MABUCHI MOTOR MEXICO S.A. DE C.V.**

Circuito Cerezos Oriente #105, Parque Industrial San Francisco  
San Francisco de los Romo Aguascalientes, C.P. 20304 Mexico  
Tel: +52 (449) 478 3200  
URL: www.mabuchi-motor.co.jp

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 1 de Junio de 2022

**Asunto:** Carta de Termino de Residencias.

**DR. ERNESTO OLVERA GONZALEZ**  
**DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO**  
**DE PABELLÓN DE ARTEAGA**

Atte.: Mtra. Julissa Elayne Cosme Castorena  
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

**PRESENTE**

Por medio de la presente, notifico que el **C. BRIAN GILBERTO CARMONA PRIETO**, alumno de la carrera de **Ingeniería Industrial modalidad escolarizado** con número de control **171050241** termino satisfactoriamente el periodo de residencias con el proyecto denominado **“ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO EN LAS LINEAS DE ENSABLE”** donde cubrió un total de 500 horas durante el periodo Enero- Junio 2022.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**MABUCHI MOTOR**  
MABUCHI MOTOR MEXICO S.A DE C.V.

RFC: MMM140808BJ9  
Circuito Cerezos Ote. #105, Parque Ind. San Francisco  
San Francisco de los Romo, Aguascalientes C.P. 2  
TEL: +52 (449) 478 32 00

Ricardo Daniel Galeana García Castro  
**Gerente de Recursos Humanos**

Figura 8.2 Carta de Termino. Fuente: Mabuchi Motor, 2022.