



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

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

PRESENTA:

DANIEL ARRIAGA REYES

CARRERA:

INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD . MIXTA

**REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE MAQUINADO DE MANTENIMIENTO POR
DEFORMACIÓN EN MOLDES**

Jatco

JATCO MÉXICO, S.A. DE C.V

Nombre del asesor externo
Ing. Jonathan Guadalupe González Soledad

Nombre del asesor Interno
Ing. Ariann Andrade Alonso

Diciembre 2023

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Este documento tiene como principal agradecimiento a las personas del área de mantenimiento de moldes quienes fueron los que detectaron que se tenía un problema como tal en el procesos de maquinado y de ahí partir para generar una solución correcta de este mismo ya que son el personal técnico los cuales se encargan de realizar las operaciones desde el desensamble del molde hasta el maquinado de estos y sin ellos este proyecto no se podría llevar acabo pues con su experiencia de igual manera dio paso a encontrar una solución factible

Quiero agradecer de igual manera a la empresa en general que es Jatco México por permitirme realizar mis residencias en ella y sobre todo por ser mi otra escuela durante el lapso en el que estuve cursando mi carrera de ingeniería industrial.

Por otra parte, agradezco a mis tutores el Ing. Jonathan Guadalupe González Soledad que me ha apoyado para llevar a cabo este proyecto con su experiencia en el proceso de mantenimiento de moldes al igual que a mi asesor interno el Ing. Ariann Andrade Alonso el cual de igual manera me ha orientado en diferentes aspectos teóricos y prácticos de su experiencia en la industria.

Quiero agradecer al jefe de mantenimiento de moldes, quien es el Ing. Guillermo Jáuregui al cual le agradezco haberme permitido realizar mis residencias profesionales con la elaboración de este proyecto en el área al igual que el apoyo para la documentación y su experiencia en la elaboración en el proyecto junto con el departamento de recursos humanos quienes me ayudaron en esta etapa de mi carrera.

3. Resumen.

Este proyecto como tal va enfocado a mejorar el tiempo en el que se realiza mantenimiento periódico a un molde de inyección de aluminio en alta presión en una de sus etapas. Este proceso como tal al ejecutarse permite que se genere una pieza dependiendo del modelo que se necesite, en este caso la pieza que se genera en estos moldes es la Válvula de control que es conocida como el corazón de la transmisión CVT, el cual es el producto principal que fabrica la empresa.

Parte de los KPI que se miden hay uno, que es el Lead Time donde se miden los días desde que un molde se desensambla hasta que se vuelve ensamblar ya para volver a validar. Como tal la dirección del área pide que se tenga un tiempo objetivo para todo el proceso del mantenimiento de un molde aquí en las diferentes etapas que tiene; el proyecto va dirigido a reducir el tiempo de la etapa del maquinado de los moldes donde a través de fresadoras este se lleva a cabo, aplicando las herramientas de análisis y mejora continua para que se el tiempo en esta etapa sea menos al actual buscando la causa raíz del principal problema que tiene el área el cual es la deformación que tienen los moldes al momento de maquinarlos.

El proyecto se centrará en el área de moldes principalmente donde se realiza el maquinado de los moldes, donde también se tendrá contemplado el área de diseño al igual que el área de almacén también contemplando el área que interviene primero al tomar a un molde a mantenimiento que es la que lleve el plan y control de cada uno de los mantenimientos que quieren llevar a cabo.

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	3
Lista de Tablas.....	5
Lista de Figuras	5
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	7
5.- Introducción	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	8
7. Problemas a resolver, priorizándolos.	11
8. Justificación	12
9. Objetivos (General y Específicos)	13
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	15
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).	15
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	29
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	29
4.1- Cronograma de Actividades.....	29
4.2- Etapa 1: Revisión de maquinado por Modelo	30
4.3 – Planificación de actividades	32
4.4 – Observación de la operación.....	33
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	42
12. Resultados	42
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	47
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	48
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	48
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACION.....	49
15. Fuentes de información	49
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	51
16. Anexos.....	51

Lista de Tablas

Tabla 2. 1 Modelos de producción Fuente: JMEX 2023	14
Tabla 4. 1 Cronograma de Actividades para problema	29
Tabla 4. 2 Tiempo por maquinado de molde en el mes de julio Fuente: JMEX.....	30
Tabla 4. 3 Promedio de días por maquinado en de Abril a Julio Fuente: JMEX.....	31
Tabla 4. 4 Plan de actividades para el análisis de problemas	32
Tabla 4. 5 Tabla de Factores Fuente: JMEX	36
Tabla 4. 6 Definición de niveles Fuente: JMEX	36
Tabla 4. 7 Niveles en área de maquinado Fuente: JMEX	36
Tabla 4. 8 Características de máquinas Fuente: JMEX.....	37
Tabla 4. 9 Evaluación de contramedidas para el problema Fuente: JMEX	41

Lista de Figuras

Ilustración 2. 1 Organigrama de Mantenimiento de Moldes. Fuente: JMEX 2023.....	8
Ilustración 2. 2 Ubicación de Jatco México. Fuente: Google Maps	9
Ilustración 2. 3 Grafica de días de Mantenimiento por mes Fuente: JMEX 2023	11
Ilustración 2. 4 Grafica de días por etapa de mantenimiento Fuente: JMEX 2023.....	12
Ilustración 2. 5 Flujo de mantenimiento de Moldes Fuente: JMEX 2023	13
Ilustración 3. 1 Vaciado de aluminio liquido.....	15
Ilustración 3. 2 Molde Móvil y componentes	16
Ilustración 3. 3 Sistema de Inyección de aluminio	17
Ilustración 3. 4 Cierre e inyección de aluminio	18
Ilustración 3. 5 Apertura de Moldes y expulsión de Pieza	18
Ilustración 3. 6 Grietas en material de molde por fatiga térmico Fuente: Revista de Metalurgia.....	19
Ilustración 3. 7 Funcionamiento de Soldadura TIG.....	21
Ilustración 3. 8 Tipos de desbastes	23
Ilustración 3. 9 Ejes de una fresadora	23
Ilustración 3. 10 Centro de Maquinado	24
Ilustración 3. 11 Electro erosionado de una pieza	25
Ilustración 3. 12 Simulación de un scanner	26
Ilustración 3. 13 Diagrama de FTA	28
Ilustración 4. 1 Grafica de días de Mantenimiento Fuente: JMEX	30
Ilustración 4. 2 Grafica de Pareto de días en promedio de maquinado Fuente: JMEX .	31
Ilustración 4. 3 Impresión del molde fijo del modelo Aro Lower Fuente: JMEX.....	33
Ilustración 4. 4 Desgaste en impresión de Aro Lower Fuente: JMEX.....	33

Ilustración 4. 5 Centro de maquinado con impresión montada Fuente: JMEX	34
Ilustración 4. 6 Flujo para realizar maquinado Fuente: JMEX	34
Ilustración 4. 7 Diagrama de FTA para problema Fuente: JMEX	35
Ilustración 4. 8 Maquina EDM Fuente: JMEX	37
Ilustración 4. 9 Maquina F5 Fuente: JMEX.....	37
Ilustración 4. 10 Método de medición con Palpador donde marca alturas	38
Ilustración 4. 11 Impresión con soldadura Aro Lower	38
Ilustración 4. 12 Método de medición con Palpador donde marca puntos altos	38
Ilustración 4. 13 Scanner de impresión después de soldarse fuera del Bloque	39
Ilustración 4. 14 Scanner de impresión ya ensamblada en el Bloque	40
Ilustración 4. 15 Impresión en sus dos condiciones	41
Ilustración 5. 1 Placa para eliminar deformación Fuente: JMEX	42
Ilustración 5. 2 Ensamble de impresión en placa y uso de la misma Fuente: JMEX	42
Ilustración 5. 3 Impresión después de maquinado completa	43
Ilustración 5. 4 Scanner de impresión fija después de maquinar.....	43
Ilustración 5. 5 Impresión ensamblada en placa.....	44
Ilustración 5. 6 Scanner de Impresión fija ya ensamblada en placa	44
Ilustración 5. 7 Grafica de días de mantenimiento en Noviembre	45
Ilustración 5. 8 Graficas de días de mantenimiento hasta el mes de Noviembre	46
Ilustración 5. 9 Días por etapa en cada mantenimiento.....	46
Ilustración 9. 1 Carta de Presentación.....	51
Ilustración 9. 2 Carta de Aceptación.....	52
Ilustración 9. 3 Carta de Liberación	52

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

Las empresas automotrices se han vuelto parte fundamental en el campo laboral de muchas familias de nuestro estado, ya que cada día crece más, con empresas pequeñas hasta ser ya consolidadas, y gracias a esto es que muchas personas cuentan con la posibilidad de laborar en la rama automotriz., en su mayoría siempre apoyando el crecimiento laboral de muchos de los colaboradores.

Esto proyecto parte desde que se realiza la inyección donde a través de un mecanismo hidráulico donde al vaciar aluminio líquido en una cavidad este es presionado por un cilindro hidráulico que genera que el aluminio suba por todo el molde y genera la pieza, este es un proceso que se hace mil doscientas veces en un día por lo que el molde tiende a desgastarse ya que el aluminio está en su estado líquido a setecientos veinte grados centígrados sumando que la velocidad con la que se inyecta es alta, al igual que factores externos de enfriamiento generan un desgaste

El proyecto parte de los tiempos en los que se maquina el molde, donde estos están fuera del objetivo que plantea la dirección como se muestra en la siguiente gráfica, donde se observa que en estos últimos meses se está excediendo en los días en que se realiza el Lead Time y donde en las etapas que se tiene del mantenimiento donde hay más días es en la etapa de maquinado.

Por lo que se necesita hacer un análisis y evaluar qué es lo que está generando que los moldes tengan esa deformación por la que maquinado tenga como resultado ese aumento de tiempo y por consecuencia no se cumpla con el objetivo Lead Time de mantenimiento, resolviendo esto se buscara bajar el tiempo de maquinado y que se cumpla el objetivo y con esto habrá más disponibilidad para los mantenimientos y se pueda cumplir al cliente con moldes para producción y que se pueda seguir el plan de control de producción con calidad en cada una de las piezas que se tengan que producir.

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

Jatco México, dedicada a la fabricación de TRA, como pueden ser suspensiones, pedales completos, así como partes de motor.

- **Nombre de la empresa:** JATCO México, S.A. DE C.V
- **Domicilio:** Carretera. Panamericana km 75 s/n, Col. Los Arellano, C.P. 20340 Aguascalientes, Ags.
- **Entidad Federativa:** Aguascalientes.
- **Giro:** Producción y venta de partes de automóviles.
- **Principales actividades de la empresa:** Fabricación de Transmisiones CVT
- **Principales clientes:** Nissan, Mitsubishi, Jeep. Suzuki , Renault e Infinity
- **Jefe del área Ingeniería Fundición y Mantenimiento de Moldes:** Ing. Guillermo Jáuregui

Organigrama del departamento de mantenimiento de moldes

JATCO MÉXICO, S.A. DE C.V			
Departamento de Mantenimiento de Moldes			
General Manager	Section Manager	Supervisor General	Residente Profesional
 <p>ASAI AKIRA Ingeniería Fundición y Mantenimiento de Moldes</p>	 <p>NISHI MOTOKI Mantenimiento de Moldes</p>  <p>ING. GUILLERMO JAUREGUI Ingeniería Fundición y Mantenimiento de Moldes</p>	 <p>ING. JONATHAN GONZALEZ Ingeniería Fundición y Mantenimiento de Moldes</p>	 <p>DANIEL ARRIAGA REYES Residente de Ingeniería Industrial</p>

Ilustración 2. 1 Organigrama de Mantenimiento de Moldes. Fuente: JMEX 2023

Ubicación de la empresa:

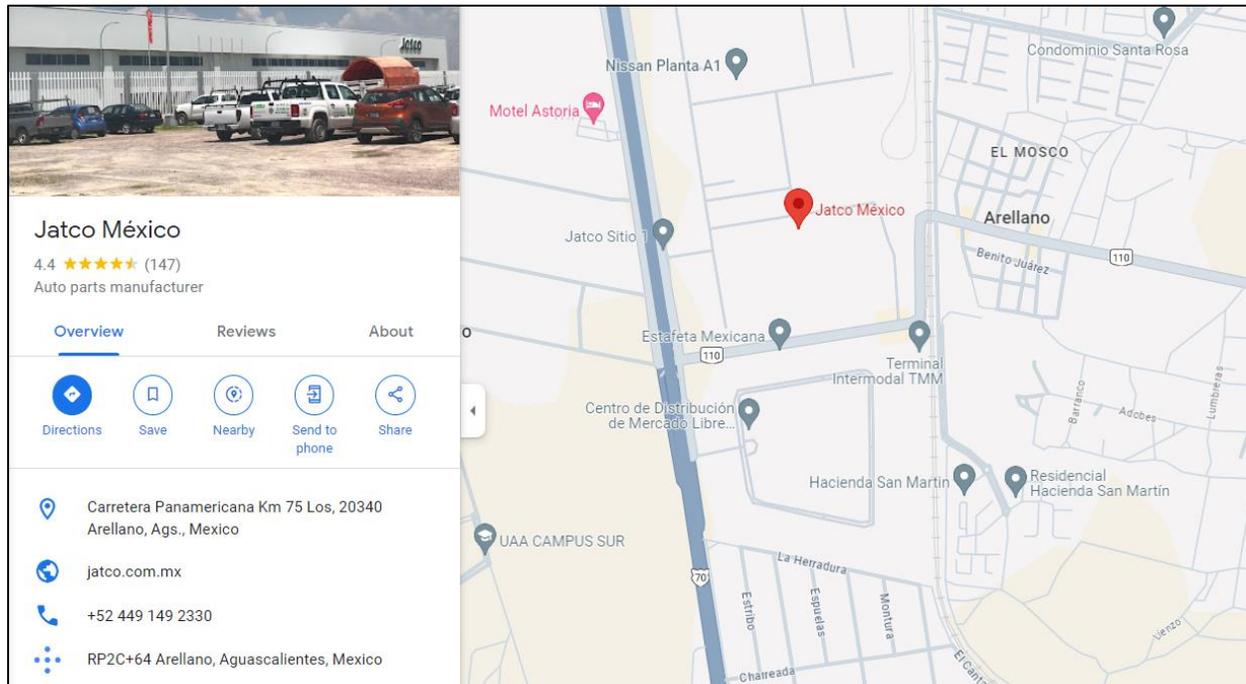


Ilustración 2. 2 Ubicación de Jatco México. Fuente: Google Maps

JATCO, cuyas siglas son, Japan Automatic Transmission Company Co. Ltd., es una empresa de origen japonés, líder en el área automotriz, dedicada a la fabricación de Transmisiones Variables Continuas (CVT), así como de transmisiones automáticas.

JATCO surge de una alianza de inversión entre Nissan Motor Company Ltd., Mitsubishi Motors y Suzuki Motor Corporation.

Cuenta con oficinas de venta en Corea, China, Rusia, Francia y Estados Unidos, centros de investigación en Japón (sede), Estados Unidos, Corea, Francia, España y China y plantas de manufactura en Japón, China, Tailandia y México.

JATCO México, fue el primer complejo de manufactura de JATCO fuera de Japón, dedicada especialmente a la manufactura de CVT's, formándose la primera planta en el año 2003 y comenzando producción en el 2005, en el estado de Aguascalientes.

Posteriormente, se construyó la segunda planta en el año 2012, también en el estado de Aguascalientes, comenzando producción en el 2014. A nivel mundial, JATCO cuenta con más de 14,800 empleados, de los cuales en JATCO México laboran actualmente 3,795.

Como cualquier empresa consolidada y que tiene bien establecido sus principios, JATCO México tiene la siguiente información en su filosofía:

Propósito Corporativo:

Impulsamos las posibilidades de movilidad con tecnología y pasión.

La movilidad permite el desplazamiento de personas y bienes. Sin embargo, este movimiento no consiste únicamente en desplazarse. Al moverse en un espacio limitado, surgen nuevas experiencias y se despliegan nuevos mundos.

Por lo tanto, si impulsamos las posibilidades de movilidad, cada persona podrá moverse libremente, los corazones de todos se emocionarán llenando sus intenciones de energía y entusiasmo. Y así el mundo será más libre y próspero.

Para hacer realidad un mundo así, JATCO impulsa las posibilidades de movilidad con tecnología y pasión.

Misión:

Nosotros como un corporativo en el que la sociedad confía proporcionamos un nuevo valor a la movilidad al proveer productos y servicios limpios, seguros, cómodos y a la vez emocionantes.

Valores: JATCO WAY

T-E-A-M

Todos somos líderes en el equipo

- Ve un paso delante de todos
- Se tú mismo más un esfuerzo adicional

Expande tu mente

- Conoce el Mundo
- Conoce a tus competidores

Aspiración de ganar

- Jamás te des por vencido
- Inténtalo nuevamente cuando creas que todo este perdido

Manufactura excelente

- Confirma la situación actual a través de San-gen-shugi
- Orientado a la calidad



7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Esto proyecto parte desde que se realiza la inyección donde a través de un mecanismo hidráulico donde al vaciar aluminio líquido en una cavidad este es presionado por un cilindro hidráulico que genera que el aluminio suba por todo el molde y genera la pieza, este es un proceso que se hace mil doscientas veces en un día por lo que el molde tiende a desgastarse ya que el aluminio está en su estado líquido a setecientos veinte grados centígrados sumando que la velocidad con la que se inyecta es alta, al igual que factores externos de enfriamiento generan un desgaste, por lo que en consecuencia a determinadas inyecciones se tiene considerado un mantenimiento periódico.

En el cual con lleva diferentes etapas donde se desensambla por completo el molde, se aplica un desbaste en diferentes zonas, para posteriormente aplicar soldadura autógena, después pasar al área de maquinado para volver a recuperar todas las formas originales del molde, posterior a esto se realiza un scanner al igual que acabados manuales con abrasivos, para garantizar el maquinado donde este debe de ser correcto, ya finalmente se ensambla de nuevo y se valida por un área de calidad.

El proyecto parte de los tiempos en los que se maquina el molde, donde estos están fuera del objetivo que plantea la dirección como se muestra en la siguiente gráfica, donde se observa que en estos últimos meses se está excediendo en los días en que se realiza el Lead Time

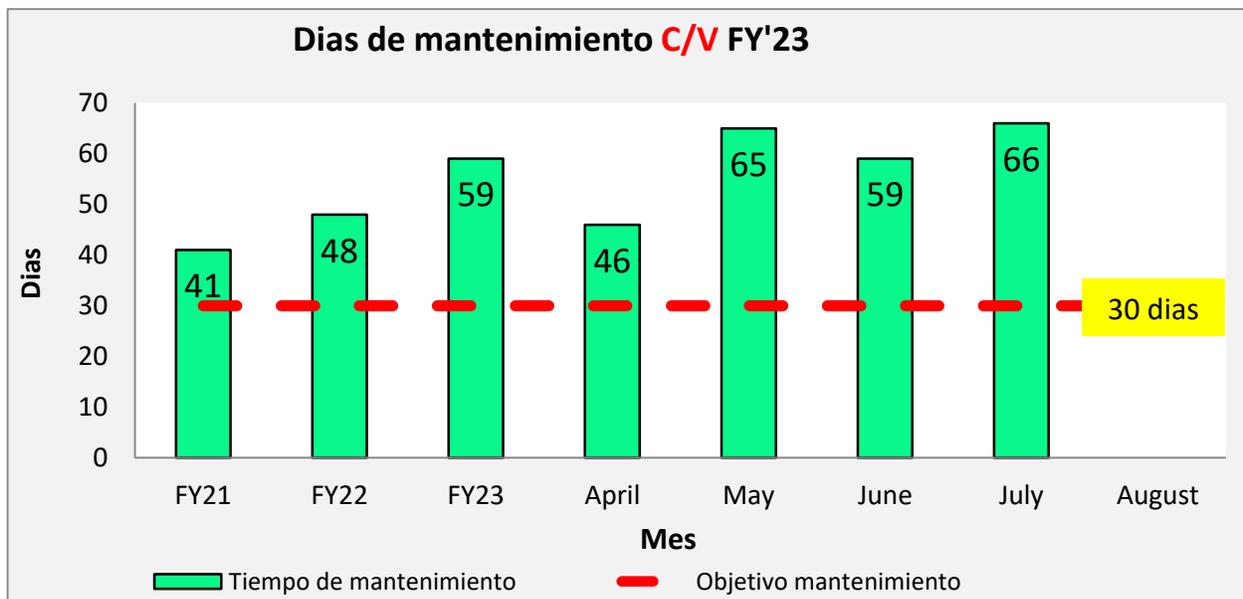


Ilustración 2. 3 Grafica de días de Mantenimiento por mes Fuente: JMEX 2023

8. Justificación

En el área de mantenimiento de moldes los tiempos de cumplimiento son lo primordial después de la calidad por lo que es tener un objetivo para dar mantenimiento a un molde es lo que ayuda a que se tengan moldes para la producción de piezas en el área se ve tiene un control por mes de cada uno de los mantenimientos que se tienen por mes (ver imagen 2.3), sin embargo pues el mantenimiento de un molde como se mencionó tienen diferentes etapas y es aquí donde va enfocado el proyecto donde se revisó en donde se genera el mayor tiempo como se muestra en la siguiente gráfica:

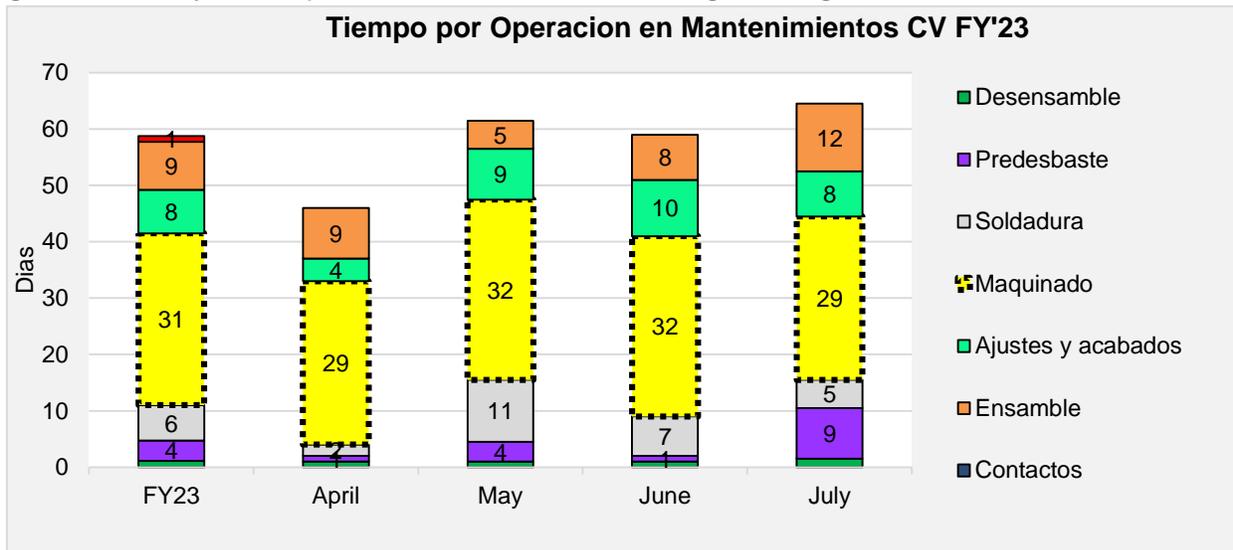


Ilustración 2. 4 Grafica de días por etapa de mantenimiento Fuente: JMEX 2023

Cada una de las etapas en las que se desarrolla el mantenimiento son importantes sin embargo dentro de estas hay algunas que con llevan más tiempo, en este caso revisando la tendencia del año Fiscal 2023 se observa que en todos los meses la parte de maquinado es la que tiene más tiempo que las demás por lo que el proyecto se enfocara encanalizar que es lo que está generando que tenga una cantidad de días elevada a diferencia de las demás etapas.

Los maquinados de los moldes con llevan diferentes técnicas para volver a dar forma a todo el molde por lo que es un tema bastante interesante y que aplicando las bases de la manufactura esbelta se podría reducir el tiempo ya que son procesos donde hay operaciones, programaciones y mediciones que pueden controlarse.

9. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general:

Disminuir el tiempo de maquinado en los mantenimientos periódicos de moldes en el área de control valve.

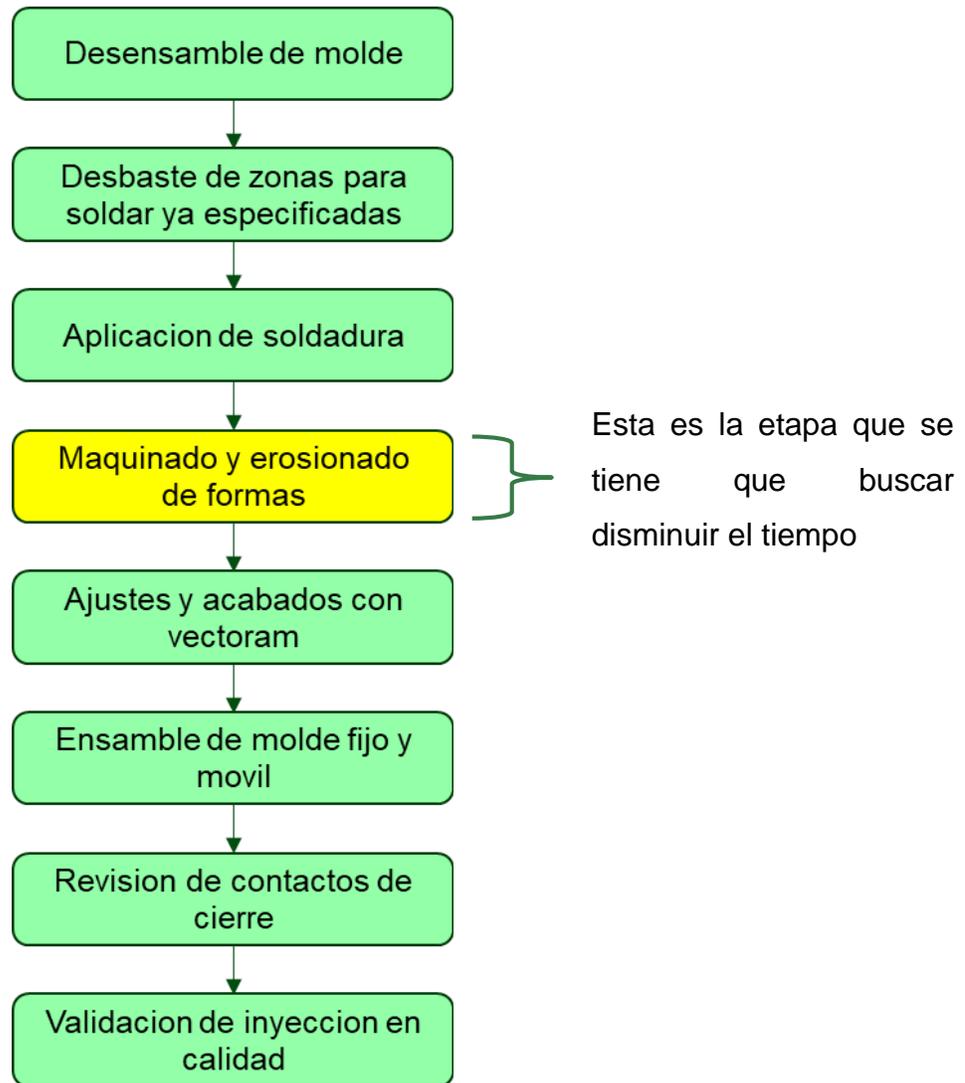


Ilustración 2. 5 Flujo de mantenimiento de Moldes Fuente: JMEX 2023

En el flujo anterior describe el mantenimiento de un molde de los de control valve es importante mencionar que la etapa donde se busca hacer la mejora es la del maquinado como se puede ver en ilustración 2.4.

Objetivos Específicos:

1.- Hacer una estratificación de los mantenimientos que se están realizando en los últimos meses donde se pueda ver cuánto es lo que se está llevando de tiempo total por modelo.

Transmision	Modelos
CVT 7	Apz Lower
	Apz Upper
CVT 8	Aro Upper
	Aro Kai Upper
	Ato Lower
CVT 8 HISI	Aro Lower
	Aro Kai Lower

Tabla 2. 1 Modelos de producción Fuente: JMEX 2023

En el área de fundición en la producción de control valve se tienen siete modelos los a los cuales con cuentan con cierta cantidad de moldes donde se aplica mantenimiento a cada uno de ellos según vayan sumando inyecciones.

1.- Observar el flujo del maquinado del modelo donde haya una alta cantidad de días esto para detectar en donde se está presentando problemas.

2.- Realizar un análisis FTA para encontrar los posibles factores de que pueden estar generando que el tiempo de maquinado de los moldes se esté elevando.

3.-Aplicar contramedidas que reduzcan el tiempo de maquinado y se pueda mes con mes cumplir con el objetivo de 30 días en los mantenimientos que se realicen.

4.-Estandarizar en el área la contramedida que se aplique y se esté manejando un correcto control de lo que se establezca.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Concepto de Moldes

“Se denomina como molde a cualquier objeto que sirva para dar forma y obtener una segunda pieza con las mismas características. Son empleados principalmente para trabajos de repetición. El principio básico para la fabricación de un molde es a partir de un original y el vaciado posterior de una pieza utilizando el negativo obtenido de éste.” (López, 2003, pág. 5)

¿Qué es el proceso de fundición de aluminio?

La fundición de aluminio se trata de un proceso en que se llena un molde con la cantidad de metal fundido requerido según la pieza a fundir con la finalidad de extraer, una vez el líquido haya solidificado, una pieza con la medida y forma del molde utilizado.

Gracias a la fundición de aluminio se fabrican aquellas piezas de difícil construcción, y con la medida exacta demandada, en medio de una fase exhaustiva de producción. (Recamlaser, 2018)



Ilustración 3. 1 Vaciado de aluminio líquido

Componentes de un molde de fundición en aluminio

Están conformado por diferentes grupos de componentes que desempeñan ciertas funciones en específico durante el proceso de inyección. Entre ellos se destacan el sistema de refrigeración, el sistema de sujeción y el sistema de eyección.

Sistema de eyección: Se encuentra conformado por pasadores eyectores los cuales permiten que la fundición pueda ser expulsada mediante la fuerza de empuje que estos hacen al estar la pieza solidificada.

Sistema de refrigeración: Este sistema está conformado por una serie de canales los cuales se encuentran a lo largo o ancho del molde.

Sistema de apertura y cierre: Se encuentra conformado por diversos componentes cada uno con una función diferente. Entre estos están las barras guía, la placa móvil y la placa fija.

Impresiones de piezas: Conocidas como el corazón del molde ya que son las que generan la pieza como tal.

Bloque de impresión: Es la carcasa de la impresión de un molde pues en él se colocan todos los componentes del molde, sirve como base para toda la tornillería que sujeta a la impresión.

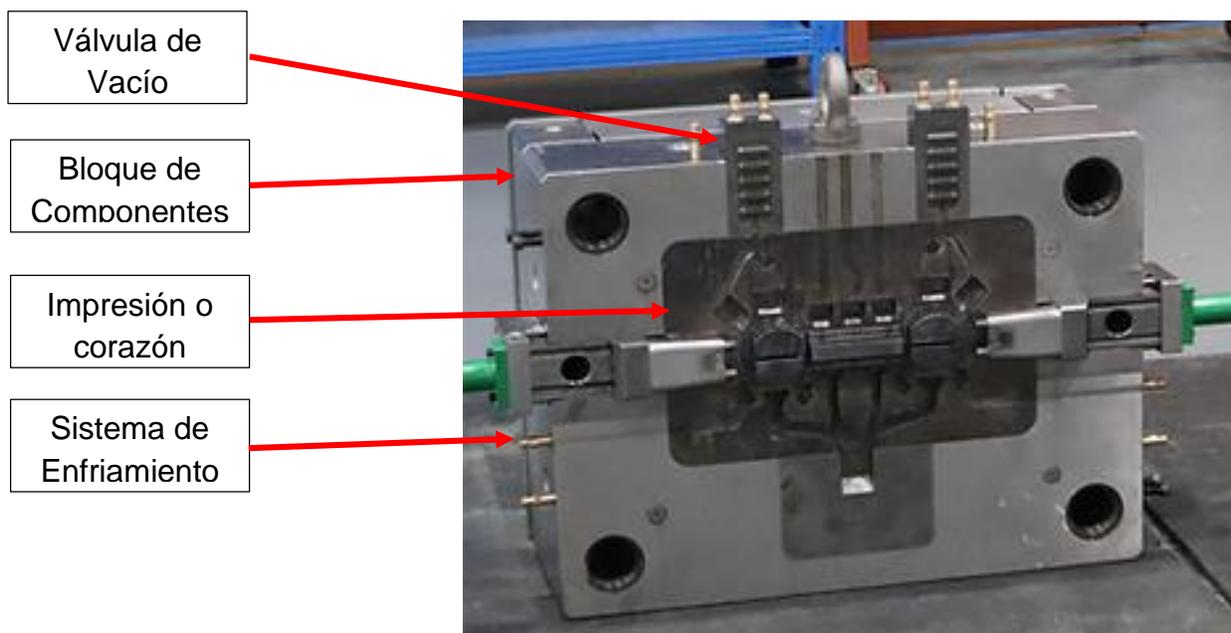


Ilustración 3. 2 Molde Móvil y componentes

Descripción en Proceso de Fundición de aluminio a alta presión

Durante este proceso, el metal se funde en un horno a temperaturas extremadamente altas y luego se dosifica en una cámara fría para ser inyectado en el molde.

Durante la fundición, la carga de aluminio fundida, que consta de más material del que se requiere para llenar la pieza de fundición, se dosifica desde el crisol en una cámara de inyección donde el pistón de accionamiento hidráulico empuja el metal hacia el molde. El material adicional se utiliza para forzar el metal adicional hacia la cavidad del molde para compensar la contracción, que tiene lugar durante la solidificación.

Los principales componentes de una máquina de fundición inyectada en cámara fría se muestran a continuación. Se puede obtener una presión de inyección de más de 10.000 psi o 70.000 KPa con este tipo de máquina.

En la ilustración 3.2 se observa los componentes principales del proceso de inyección del aluminio, donde por el cierre de ambos moldes conocidos como molde móvil y molde fijo donde el metal fundido se dosifica en la cámara de inyección que esta fría.

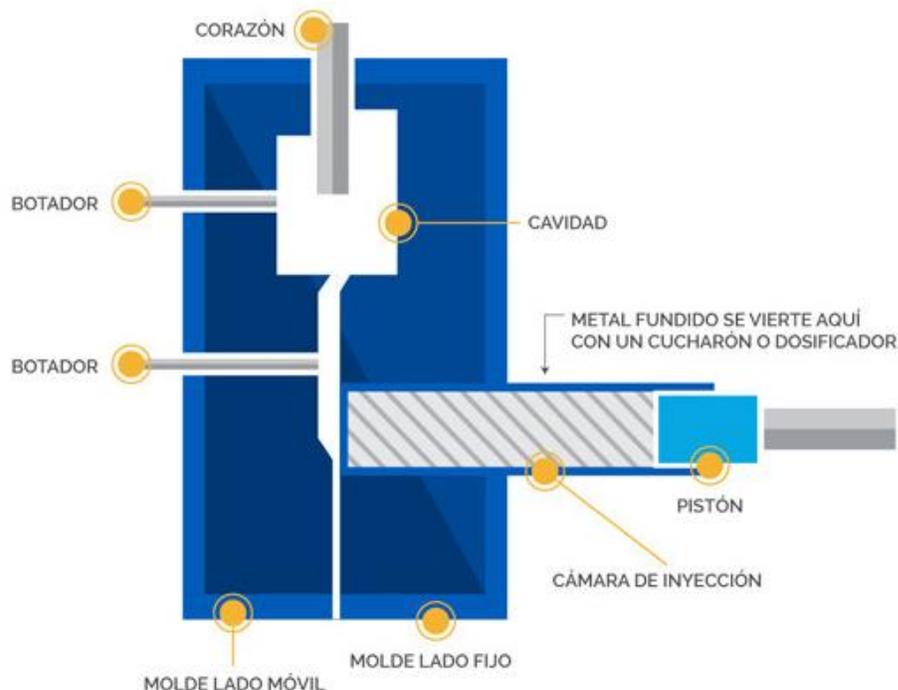


Ilustración 3. 3 Sistema de Inyección de aluminio

En la primera etapa se muestra como el pistón empuja el metal fundido en la cavidad de la inyección donde se mantiene bajo presión hasta que se solidifica.

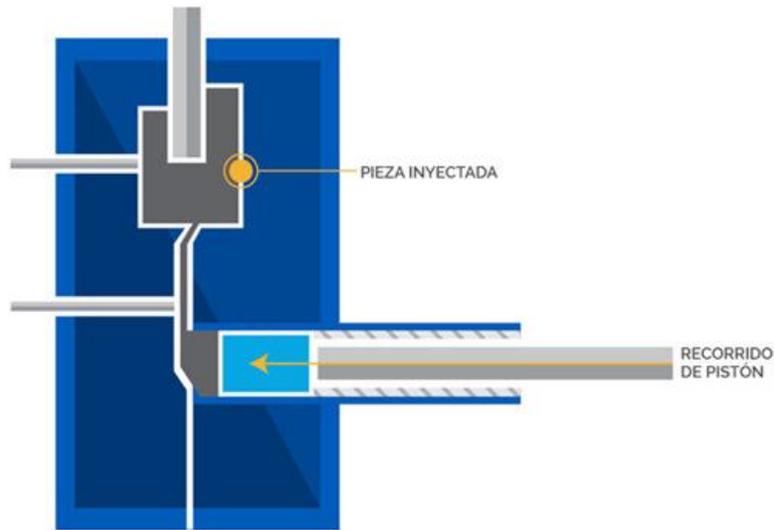


Ilustración 3. 4 Cierre e inyección de aluminio

En los siguientes pasos el molde se abre y el pistón avanza, para asegurar que la pieza de fundición permanezca en el molde de expulsión. Los corazones, si los hay, se retraen. Después de esto los botadores empujan la pieza fundida fuera de la mitad del molde y el pistón regresa a su posición original.

(DYNACAST, 2020)

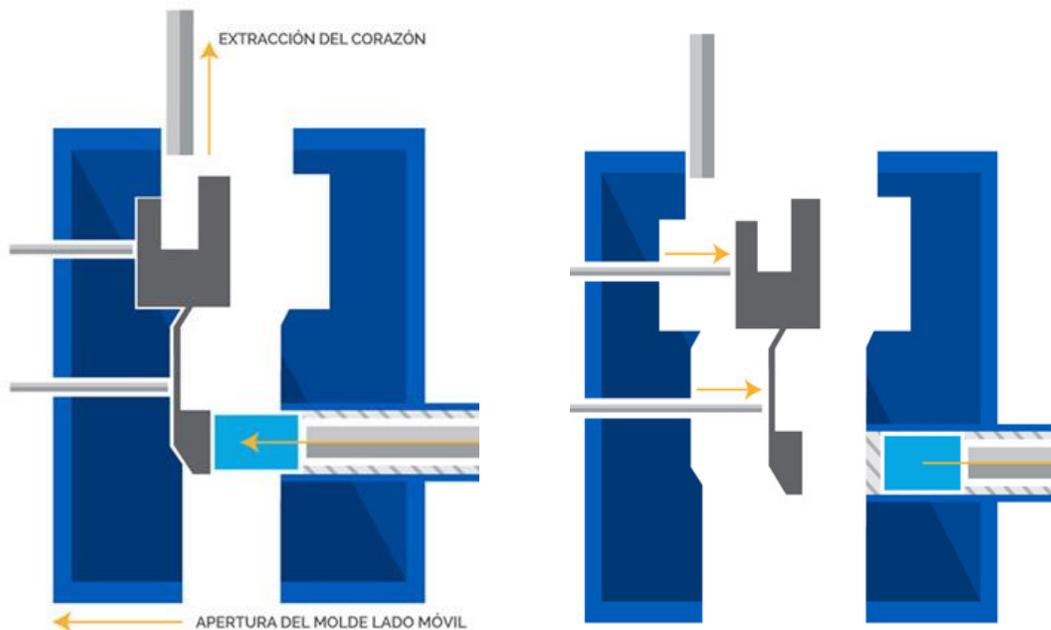


Ilustración 3. 5 Apertura de Moldes y expulsión de Pieza

¿Qué es la fatiga de los moldes?

Es un fenómeno provocado por los gradientes térmicos cíclicos que se generan en la superficie de las herramientas durante el proceso de inyección, los cuales generan tensiones de compresión al calentar y de tracción al enfriar.

La temperatura superficial del molde, es uno de los factores más importantes que afecta a todos los mecanismos de fallo, por este motivo todos los esfuerzos destinados en aumentar la vida de los moldes deben pasar por reducir la temperatura superficial de este.

(Molas, 2013, pág. 309)

¿Qué consecuencias hay con la fatiga de los moldes?

Con el paso del aluminio en los moldes en cada ciclo genera que el material de molde se empiece a deformar principalmente en el corazón del molde fijo o móvil como se muestra en la ilustración 3.3,

“La diferencia de variaciones de temperatura, en función de la distancia respecto a la superficie del molde, produce tensiones internas debido a las repetidas contracciones / dilataciones producidas por el gradiente térmico sufrido por el material. “

La fatiga térmica se exterioriza mediante la aparición de grietas superficiales, inicialmente de dimensiones microscópicas y, a medida que continúa el molde en servicio, progresan a dimensiones macroscópicas, como se puede apreciar en la fotografía tomada a una pro-beta tras 100.000 ciclos de trabajo.

(M. B. Djurdjevic, 2013, pág. 102)

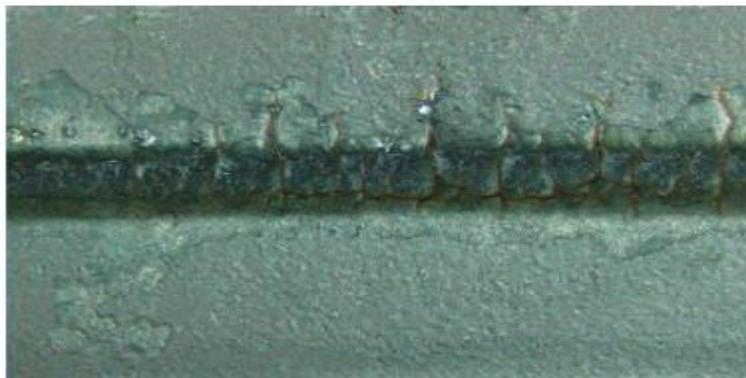


Ilustración 3. 6 Grietas en material de molde por fatiga térmico Fuente: Revista de Metalurgia

¿Cuál es el material con los que están hechos los moldes de función de aluminio?

La mayoría de los moldes se fabrican con un acero conocido como AISI H13.

Es un acero para herramientas de trabajo en caliente con una excelente combinación de dureza y resistencia a la fractura, con el mantenimiento de estas propiedades a temperaturas de hasta 600 ° C, la resistencia a los choques térmicos y grietas por fatiga térmica, este acero también tiene niveles maquinabilidad, pulido y la respuesta al importante texturizarían para el segmento de fabricación de moldes.

La combinación de sus propiedades, especialmente a temperaturas elevadas hace que el acero H13 GGD apropiado utilizar en muchas aplicaciones diferentes, tales como matrices de forja en caliente en prensas, moldes para aleaciones de aluminio de extrusión, de fundición a presión o de gravedad aleaciones no lo hacen , polímeros ferrosos moldes de inyección abrasivos tales como termoestable.

(GGD Metals, 2017)

Tratamiento Térmico

“Es un proceso en el cual una herramienta o parte de una herramienta se somete intencionalmente a una secuencia específica de tiempo - temperatura. En algunos casos, la pieza puede ser sometida adicionalmente a otras influencias químicas y/o físicas.”

El objetivo del tratamiento térmico es conferirle a la pieza propiedades requeridas para procesos de transformación posteriores o para su aplicación final.

(Barracina.J, 2001)

El tratamiento térmico que normalmente se usa para inyección de aluminio es la nitruración que consta de aumentar la resistencia al desgaste por el endurecimiento. La capa nitrurado puede ser diseñado para tomar o no la capa blanca. La selección de la capa apropiada depende de la aplicación de la herramienta.

(GGD Metals, 2017)

Soldadura TIG o GTAW

Este proceso de soldadura es el que utiliza normalmente en los mantenimientos de moldes que abarca el proyecto por lo cual se explicara.

Por sus siglas en ingles se asocian los siguientes conceptos:

- G.T.A.W. = Gas Tungsten Arc Welding
- TIG = Tungsten Inert Gas.

La soldadura TIG, es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

Proporciona una aplicación excepcionalmente limpia y de gran calidad, debido a que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final.

Puede ser utilizada para soldar casi todo tipo de metales y puede hacerse tanto de forma manual como automática. La soldadura TIG, se utiliza principalmente para soldar aluminio, y aceros inoxidable, donde lo más importante es una buena calidad de soldadura.

(Lary Industrial, 2012)

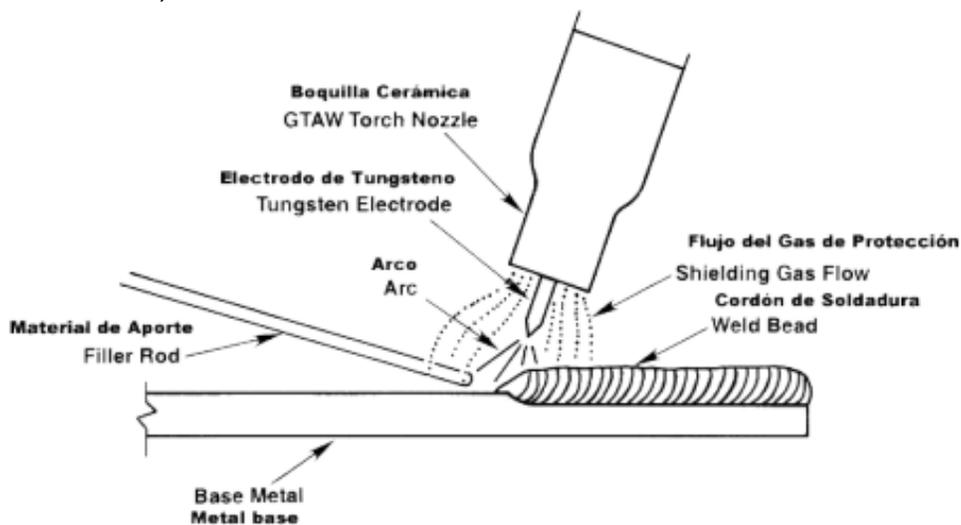


Ilustración 3. 7 Funcionamiento de Soldadura TIG

Maquinado de Moldes

“Maquinado, es el proceso de dar forma a las al diseño de cada proyecto, depende directamente de los instrumentales, maquinaria y conocimientos en el manejo eficiente de cada uno de ellos.”

(Moldes AW, 2020)

Actualmente los equipos de maquinado CNC son los únicos que pueden utilizarse para volver a generar las formas en las impresiones (Ilustración 3.2) donde se aplica soldadura dependiendo del daño que se tenga.

¿Qué significa CNC?

Por sus siglas quiere decir, Control numérico Computarizado. Siendo todo aquel dispositivo que posee la capacidad de controlar la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina para realizar movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

El Control Numérico Computarizado tiene propósitos muy claros:

- Incrementar la productividad.
- Disminuir el uso de talento humano.
- Generar una mayor autonomía para el uso de máquinas y herramientas.

Para cumplir con estos propósitos, el sistema de Control Numérico Computarizado utiliza una serie de órdenes, generadas por un software de control, que serán simuladas, identificadas y codificadas y puestas en marcha para luego ser asumidas por la máquina, utilizando movimientos en un sistema de coordenadas de referencia que especificarán el movimiento del dispositivo o de la herramienta que hace la operación.

Generalmente el Control Numérico Computarizado es utilizado en operaciones específicas de maquinado como son las de torneado y de fresado. También cuando la empresa requiere producir objetos o productos con determinadas características exigidas por un mercado.

(AUTYCOM, 2011)

¿Qué es una Fresadora?

Es una máquina-herramienta controlada por ordenador que, por arranque de viruta, hace girar una herramienta de rotación y corte denominada fresa. Este proceso de fresado concluye con una pieza final única determinada por el tipo de material, superficie y movimiento empleado.

A través del movimiento de la fresa se pueden determinar dos tipos de fresadoras, la fresadora vertical y la fresadora horizontal.

En la industria se utilizan dos tipos de fresadoras muy comunes las cuales son las siguientes:

- Fresadoras de 3 ejes: Estas máquinas operan en los ejes X, Y y Z, permitiendo movimientos en tres direcciones: horizontal, vertical y en profundidad. Son ideales para trabajos que no requieren rotaciones complejas o ángulos inclinados.
- Fresadoras de 5 ejes: Además de los movimientos en X, Y y Z, estas fresadoras pueden rotar la pieza o la herramienta en dos ejes adicionales, generalmente denominados A y B.

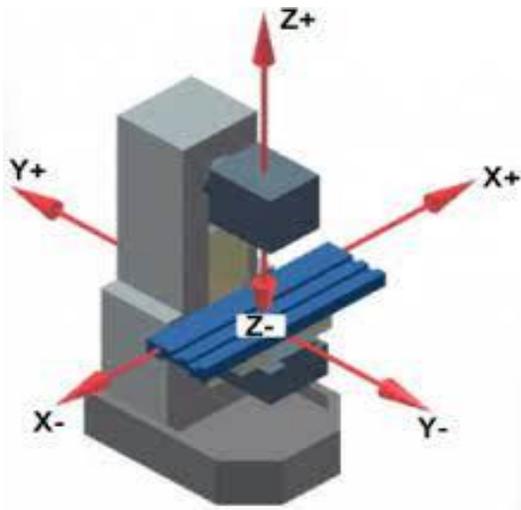


Ilustración 3. 9 Ejes de una fresadora



Ilustración 3. 8 Tipos de desbastes

Para el mantenimiento de moldes como se ve en la ilustración 3.8 existen diferentes cortadores para las formas que tienen radios, ángulos o sean solo zonas planas hay cortadores que se deben de usar dependiendo de qué formas existan.

(Metalmeccanica, 2023)

¿Qué es un centro de maquinado?

Es una de las máquinas más modernas y avanzadas en la industria metalmecánica. Este tipo de equipos es automatizado y permite ejecutar múltiples tareas de maquinado gracias al control numérico por computadora o CNC.



Ilustración 3. 10 Centro de Maquinado

¿Cuál es la principal característica de un centro de maquinado?

El centro de maquinado tiene la principal característica de ser automatizado y poder realizar distintos procesos de maquinado, utilizando el control numérico computarizado, CNC. Este tipo de máquinas requieren la mínima intervención humana, pues el operario solo tiene que hacer el diseño de la pieza, colocarla en la máquina y accionar esta misma.

Los centros de maquinado son grandes ordenadores capaces de transformar el diseño de una pieza que se ha hecho por ordenador a la vida real.

El lenguaje CNC funciona porque se hace un diseño previo de la pieza utilizando softwares informáticos (CAD y CAM). Estos permiten diseñar la pieza y después traducir este diseño al lenguaje CNC de la máquina.

(Ferrotall, 2022)

Concepto de CAD y CAM

CAD: como el uso de sistemas informáticos en la creación, modificación, análisis u optimización de un producto. Dichos sistemas informáticos constarían de un hardware y un software.

CAM: uso de sistemas informáticos para la planificación, gestión y control de las operaciones de una planta de fabricación mediante una interfaz directa o indirecta entre el sistema informático y los recursos de producción.

¿Qué es el electro erosionado?

El electro erosionado es un mecanizado por descarga eléctrica, o EDM (Electrical Discharge Machining), es una forma de mecanizado sin contacto que dispara chispas desde un electrodo o alambre para vaporizar material de cualquier dureza.

El mecanizado EDM se divide en dos variantes principales: electroerosión por penetración y electroerosión por hilo, cada una con distintas aplicaciones y materiales utilizados.

En el área de mantenimiento de moldes el más utilizado es el de electroerosión por penetración, donde este utiliza un electrodo como herramienta de "corte", y la forma del electrodo sirve como una imagen reflejada, ligeramente más pequeña, de la forma final que producirá en la pieza.

¿Cómo es que funciona?

El electrodo produce una chispa cada vez, pero la frecuencia de la corriente hace que la herramienta pueda producir entre 500 y 30,000 chispas por segundo.

Los electrodos para la electroerosión por penetración suelen ser de cobre o de grafito. Con el fluido dieléctrico actúa como aislante y conductor, enfriando la pieza y el electrodo, y enjuagando las partículas fundidas lejos de la abertura de chispa.

(Modern Machine Shop Mexico, 2023)

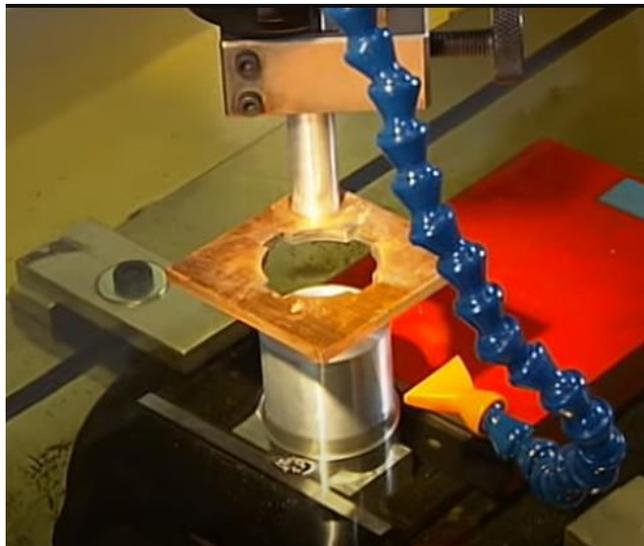


Ilustración 3. 11 Electro erosionado de una pieza

¿Qué es un scanner 3D?

“Un escáner 3D se trata de un dispositivo que tiene la capacidad de analizar un objeto o una escena para reunir datos sobre su forma y, ocasionalmente, su color. Con la información obtenida se puede pasar a construir modelos digitales tridimensionales utilizados en una amplia variedad de aplicaciones.” (Dynampro, 2020)

El escaneo 3D es crear una nube de puntos para extrapolar un objeto. Saber cómo funciona un escáner

La forma en que se escanea un objeto es la siguiente:

Mediante un haz de luz, el escáner es capaz de calcular la distancia desde el punto emisor hasta un punto de un objeto situado al alcance de su trayectoria.

A través de uno o varios espejos giratorios, el escáner incide en los puntos existentes dentro de una zona del espacio, proporcionando información sobre la distancia existente entre estos puntos.

La nube de puntos generada también contiene información sobre la distancia entre sí que guardan los distintos puntos del objeto.



Ilustración 3. 12 Simulación de un scanner

En el caso de moldes este scanner ayuda a comparar en qué estado se encuentran las impresiones contra lo ideal que es el 3D donde marca si alguna zona tiene material excedente oh si le llega a faltar material, con esto se garantiza que vaya a norma y cumpla con los estándares de calidad además de ayudar al personal de mantenimiento en ajuste.

¿Qué es Lead Time?

Es una expresión que se utiliza en logística con la finalidad de analizar el tiempo de rapidez en los diferentes procesos operativos de esta cadena, entre estos podemos encontrar los siguientes: abastecimiento, producción, almacén y distribución.

Así mismo, refiere un ejemplo en el que se puede visualizar los procesos operativos de una empresa y como la sumatoria de tiempos de cada uno de estos nos da el lead time acumulado, estos son:

- Aprovisionamiento de material
- Stocks materiales y componentes
- Tiempos de fabricación
- Producción acabada

(Anaya, 2015)

En el caso de mantenimiento de moldes este concepto se enfocara más al tiempo total en que se entrega un mantenimiento para que se pueda producir con este.

Ciclo de PDCA

El modelo PDCA o PHVA nos ayuda a la planificación, aplicación y control de la mejora continua, tanto para los productos como para los procesos. Cada letra del PDCA se identifica como cada etapa del modelo:

1. P (Plan): Se plantean las actividades para la mejora.
2. D (Do / Hacer): Realzan actividades para lograr las actividades planeadas.
3. C (Check / Verificar): En medida de lo posible se monitorean los resultados que se obtengan conforme a las actividades planeadas, pues siempre existe la posibilidad de mejorar.
4. A (Act / Actuar): Consiste en aplicar todas y cada una de las mejoras al proceso

(Maerins, 2022)

Este tendrá como objetivo ayudar a evaluar la mejora que se va implementara en el proyecto por el problema que se tiene y observar realmente que haya resultados.

¿Qué es un análisis FTA?

El análisis de árbol de fallos o un FTA (del inglés “fault-tree analysis”), es un análisis sistemático que permite identificar la causa raíz de un fallo a través de un diagrama.

Un árbol de fallos permite el análisis de una sola ocurrencia indeseada, pero también puede utilizarse sistemáticamente para evaluar el funcionamiento de un conjunto de componentes, lo que hace que esta herramienta sea muy versátil.

¿Para qué sirve el análisis del árbol de fallos?

- Diagnosticar la causa raíz de un fallo
- Entender cómo el sistema puede fallar
- Determinar los riesgos asociados con el sistema
- Identificar medidas para reducir el riesgo
- Estimar la frecuencia de los accidentes de seguridad

¿Cuáles son las ventajas de hacer un árbol de fallos?

- Aumentar el cumplimiento de las normas de seguridad
- Mapear la relación entre los fallos y los subsistemas
- Establecer prioridades para el sistema en su conjunto
- Implementar cambios en el proyecto aún en la fase conceptual para reducir el riesgo
- Hacer una evaluación probabilística del riesgo

(Infraespeak Team, 2023)

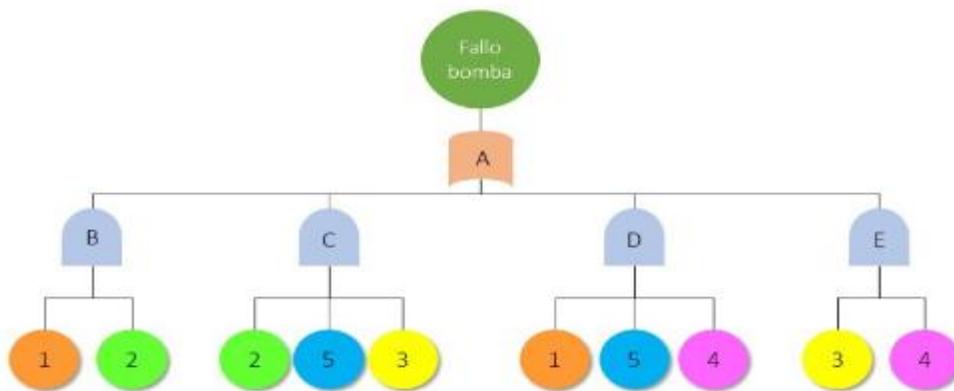


Ilustración 3. 13 Diagrama de FTA

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En esta parte del proyecto con ayuda del círculo del PDCA se realizaran las actividades para a resolución del problema como primer punto será realizar el cronograma de actividades e ir observando el cumplimiento de las actividades.

4.1- Cronograma de Actividades

Ítem	Actividad	Prog / Real	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plan	Revisión de tiempo de maquinado por modelo	P						
		R						
	Planificación de Actividades	P						
		R						
Do	Realizar el análisis del problema que eleva el tiempo de maquinado	P						
		R						
	Comprobación de factores	P						
		R						
	Revisión de propuestas para realizar alguna compra	P						
		R						
Implementación de Contramedidas	P							
	R							
CheckK	Verificación de Resultados con Scanner y tiempo	P						
		R						
Action	Aplicar la estandarización	P						
		R						
	Revisión de que se mantenga la mejora	P						
		R						

Tabla 4. 1 Cronograma de Actividades para problema

4.2- Etapa 1: Revisión de maquinado por Modelo

En esta parte junto se revisó con el supervisor del área de maquinado para revisar sus tiempos de maquinado del último mes que fue Julio donde se revisó lo siguiente:

Molde	Modelo	Tiempo De Maquinado
RL1	Aro Lower	46
RU4	Aro Upper	13
KU3	Kai Upper	15
RL4	Aro Lower	42
Promedio		29

Tabla 4. 2 Tiempo por maquinado de molde en el mes de julio Fuente: JMEX

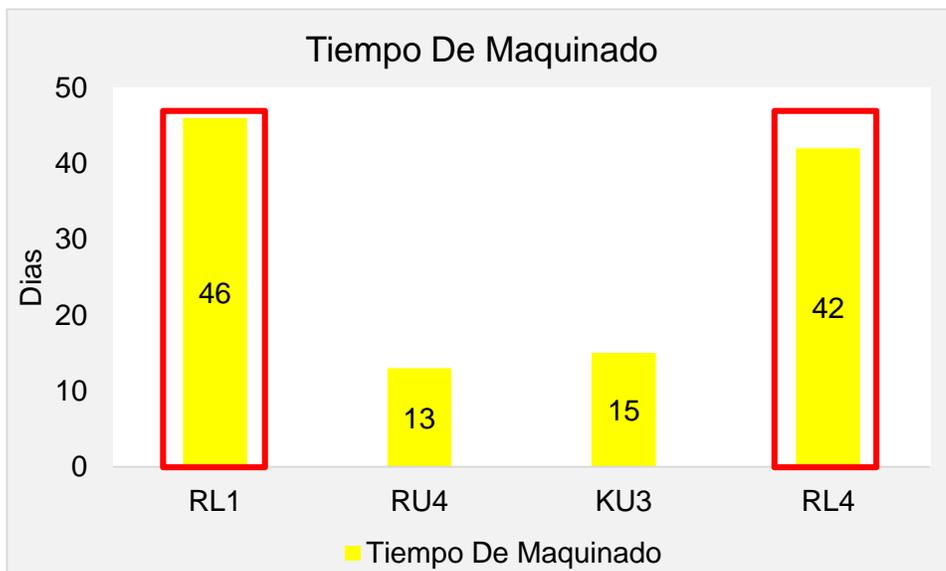


Ilustración 4. 1 Grafica de días de Mantenimiento Fuente: JMEX

Como se puede observar desde la tabla y en la gráfica de tiempos hablando en días, se observa que en los moldes Aro Lower se presenta una mayor cantidad de días en los modelos Aro Lower, el siguiente paso será sacar un acumulado de todos los meses.

En la siguiente grafica se muestra el acumulado de lo que va el año fiscal que es de Abril a Julio:

Modelo	Dias
Aro Lower	49
Aro Kai Lower	21
Apz Upper	17
Apz Lower	15
Aro Upper	14
Aro Kai Upper	12
Total	128

Tabla 4. 3 Promedio de días por maquinado en de Abril a Julio Fuente: JMEX

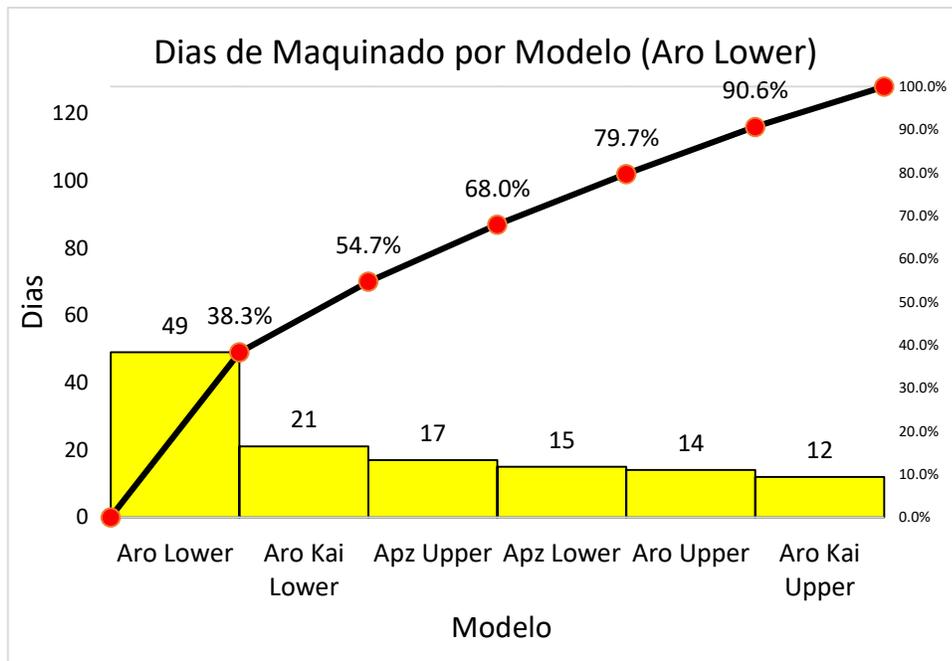


Ilustración 4. 2 Grafica de Pareto de días en promedio de maquinado Fuente: JMEX

Se concluye entonces que el modelo que está generando que no se cumpla el Lead Time de mantenimiento por parte de la operación de maquinado es el modelo Aro Lower en el cual se centraran las actividades de análisis.

4.3 – Planificación de actividades

En el siguiente plan se dividirán de manera más específica las actividades del “Do” que son las del análisis del problema.

Actividad	Prog / Real	Agosto				Septiembre				Octubre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Observa la operación de maquinado para ver dificultades en la operación	P	■	■										
	R	■	■										
Revisión de los métodos establecidos	P			■	■								
	R			■	■	■							
Realizar un FTA para encontrar la posible causa	P					■	■						
	R					■	■						
Realizar la comprobación de cada uno de los factores	P						■	■	■				
	R						■	■	■				
Aplicar una contramedida que sea efectiva por medio de un plan	P									■	■	■	■
	R									■	■	■	■

Tabla 4. 4 Plan de actividades para el análisis de problemas

Con este plan el objetivo es encontrar que es lo que está generando que el tiempo de maquinado se eleve por lo cual se tendrá que observar cómo es que se realiza la operación y con ello encontrar los factores que estén generando el problema

4.4 – Observación de la operación

Primero para identificar los problemas hay que especificar lo que entra a los centros de maquinado es la impresión del molde como se vio en el marco teórico (Ilustración 3.2) después de a ver se aplicado soldadura en ciertas zonas.

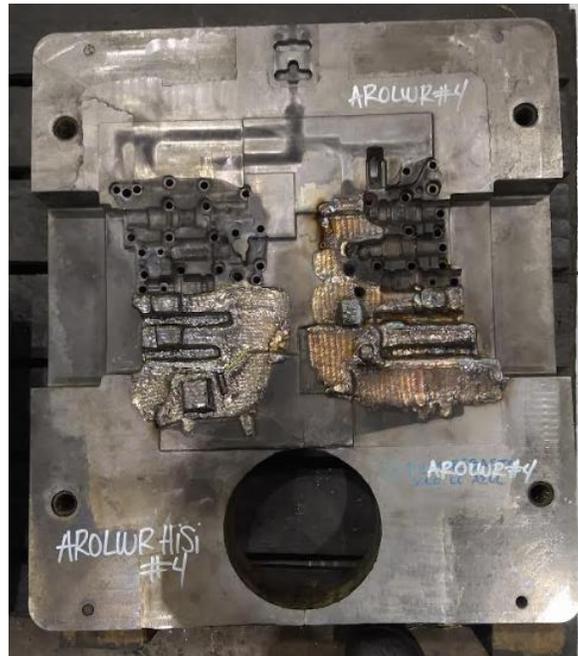


Ilustración 4. 3 Impresión del molde fijo del modelo Aro Lower Fuente: JMEX

Como se explicó en capítulos anteriores esto se realiza debido a que cierto número de inyecciones se presenta desgaste diferentes zonas que es algo normal lo cual se vio en el capítulo del marco teórico donde se muestra lo que es la fatiga térmica (Ilustración 3.6).



Ilustración 4. 4 Desgaste en impresión de Aro Lower Fuente: JMEX

Flujo de la operación de Maquinado

En el siguiente flujo se muestran los pasos como son las actividades que realiza el área de maquinado para realizar el maquinado de las impresiones una vez que se pasan ya con soldadura para volverá dar las formas.

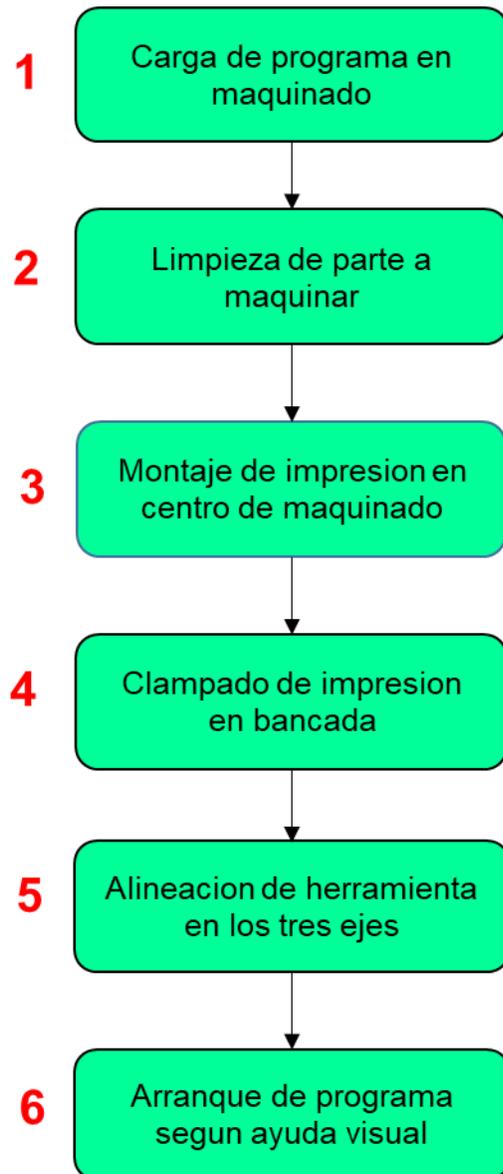


Ilustración 4. 5 Centro de maquinado con impresión montada Fuente: JMEX

Ilustración 4. 6 Flujo para realizar maquinado Fuente: JMEX

Al revisar el flujo de operación y observar como es el maquinado de las impresiones lo que sigue es hacer el análisis FTA para sacar posibles factores.

Análisis FTA

Se tomó como herramienta el FTA para hacer el análisis de las posibles causas que están generando que el tiempo de maquinado sea alto.

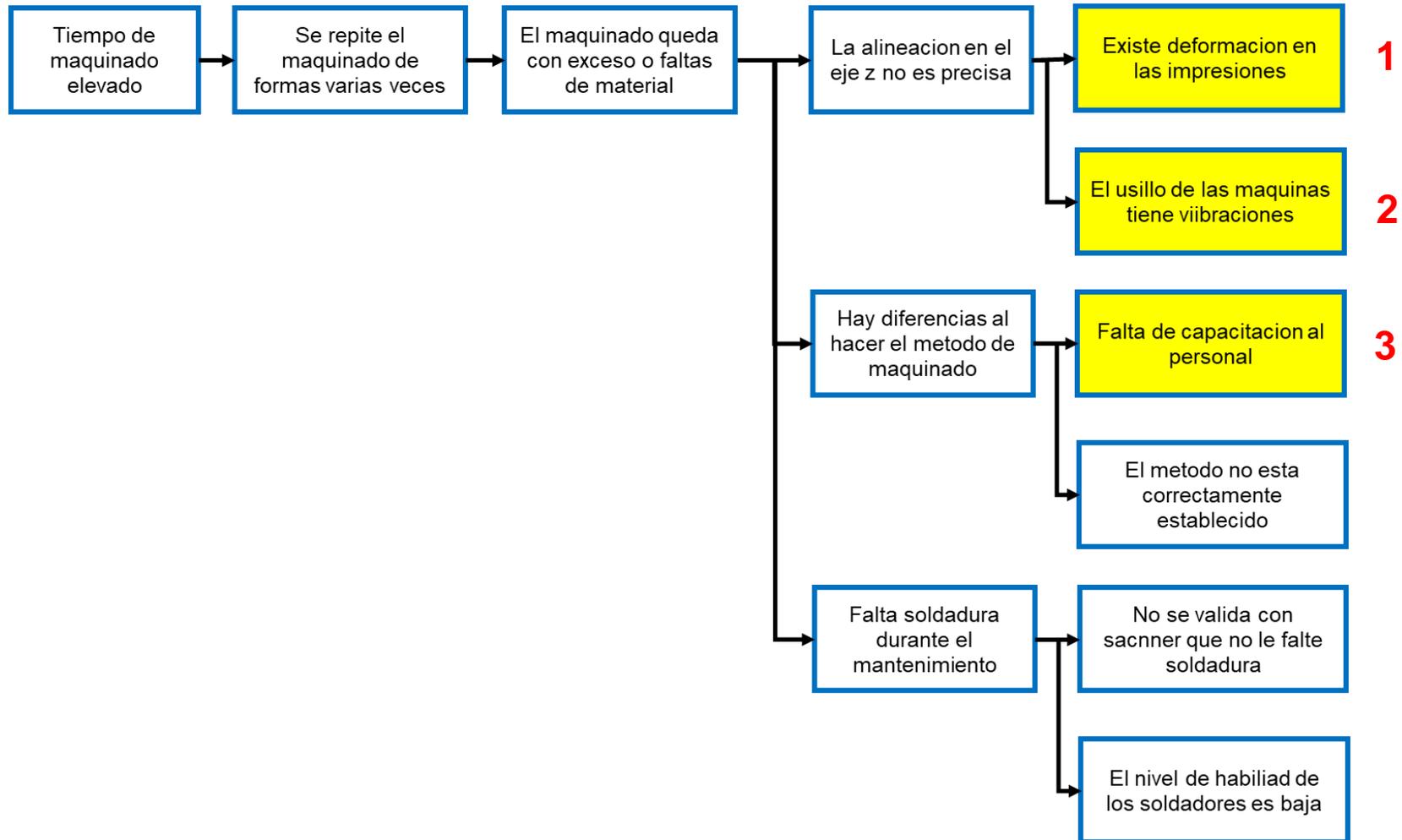


Ilustración 4. 7 Diagrama de FTA para problema Fuente: JMEX

Con el anterior análisis de FTA se obtuvieron los siguientes factores que se resumirán en la siguiente tabla usando las 4M.

Factor	Categoría (4M)	Condición Ideal
Existe deformación en las impresiones	Material	No debe de presentar zonas con mayor material más que solo en las que se aplique soldadura
El usillo de las maquinas tiene vibraciones	Maquina	Sin vibraciones al maquinar las formas
Falta de capacitación al personal	Mano de Obra	El personal debe de tener mínimo Nivel L que indica que pueda hacer la actividad

Tabla 4. 5 Tabla de Factores Fuente: JMEX

Comprobación de Factores

El primer factor para revisar es el de la falta de capacitación a personal, se revisa el nivel de todo el personal con el supervisor del área. Al hacer la revisión se observa que el personal que opera la maquina tiene un nivel L, lo que significa que tienen la habilidad.

En Jatco los técnicos dependiendo de su habilidad es la categoría que se le asigna como se muestra en la tabla de abajo.

Técnicos	Experiencia	Nivel
Alfredo Palos	9 años	L
Gildardo Pedroza	10 años	L
Omar Garcia	6 años	L
Mario Romo	3 años	L
Carlos Flores	7 años	L
Marco Garcia	4 años	L
Fernando Garcia	8 años	L

Tabla 4. 7 Niveles en área de maquinado Fuente: JMEX

Nivel	Descripcion
I	Realiza la operación con Ayuda
L	Domina y realiza la operación sin ayuda
U	Domina la operación y puede enseñarla

Tabla 4. 6 Definición de niveles Fuente: JMEX

Comprobación de Segundo Factor

El segundo factor es la que indica que la maquina tiene vibración en su usillo, se hizo la revisión de las maquinas donde se maquinan las impresiones de control valve que tiene los siguientes registros:

Maquina	Marca	Antigüedad	Ultimo mantenimiento
Centro de Maquinado F5 grafitera	Makino	3 años	04/02/2023
EDM Electroerosionadora	Mitsubishi	4 años	10/04/2023

Tabla 4. 8 Características de máquinas Fuente: JMEX



Ilustración 4. 8 Maquina EDM Fuente: JMEX



Ilustración 4. 9 Maquina F5 Fuente: JMEX

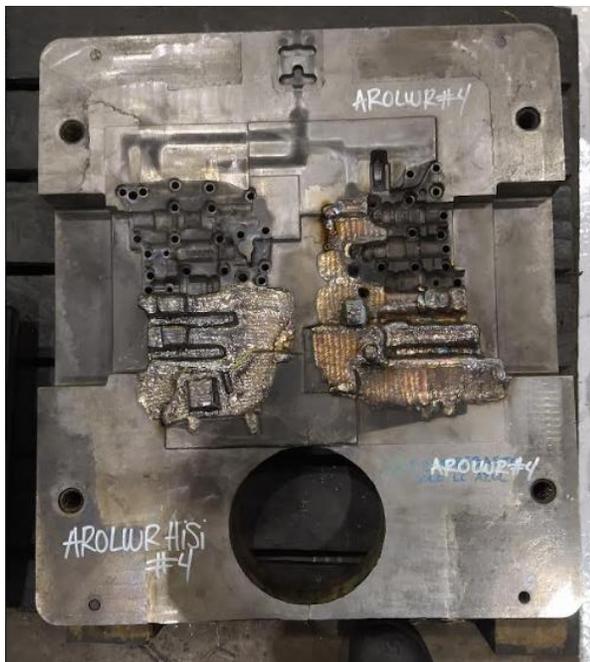
Como se pueda ver las maquinas son recientes por lo que no debería de tener problemas de vibraciones de cualquier forma en el único molde donde repiten los maquinados es en el modelo Aro Lower y en los demás sin problemas se maquinan,

Comprobación de Tercer Factor

Este factor para demostrar si es la causa del problema habría dos maneras para hacerlo las cuales son las siguientes:

El primero es utilizar un palpador de alturas donde a través con el apoyo de los centros de maquinado se pueda obtener el valor real en los ejes (X,Y,Z)

El segundo método es por medio del scanner 3D (Ilustración 3.12) con el cual se puede revisar que zonas dependiendo de la norma del 3D tienen más material o menor material y con esto darnos cuenta de la deformación que hay.



*Ilustración 4. 11 Impresión con soldadura
Aro Lower*



*Ilustración 4. 10 Método de medición con
Palpador donde marca alturas*



*Ilustración 4. 12 Método de medición con
Palpador donde marca puntos altos*

Se decide hacer la comparación de estudio con el scanner 3D ya que con este se puede observar todas las zonas y ver donde hay deformación en la impresión.

Se realizaron dos escaneos, el primero fue con las siguientes condiciones:

- 1.- Se colocó en una mesa de trabajo.
- 2.- Se realizó el scanner sin que estuviera dentro del bloque (Vea Ilustración 3.2)
- 3.- No tenía ninguna tornillería sujeta solo la impresión individual (vea ilustración 4.12)

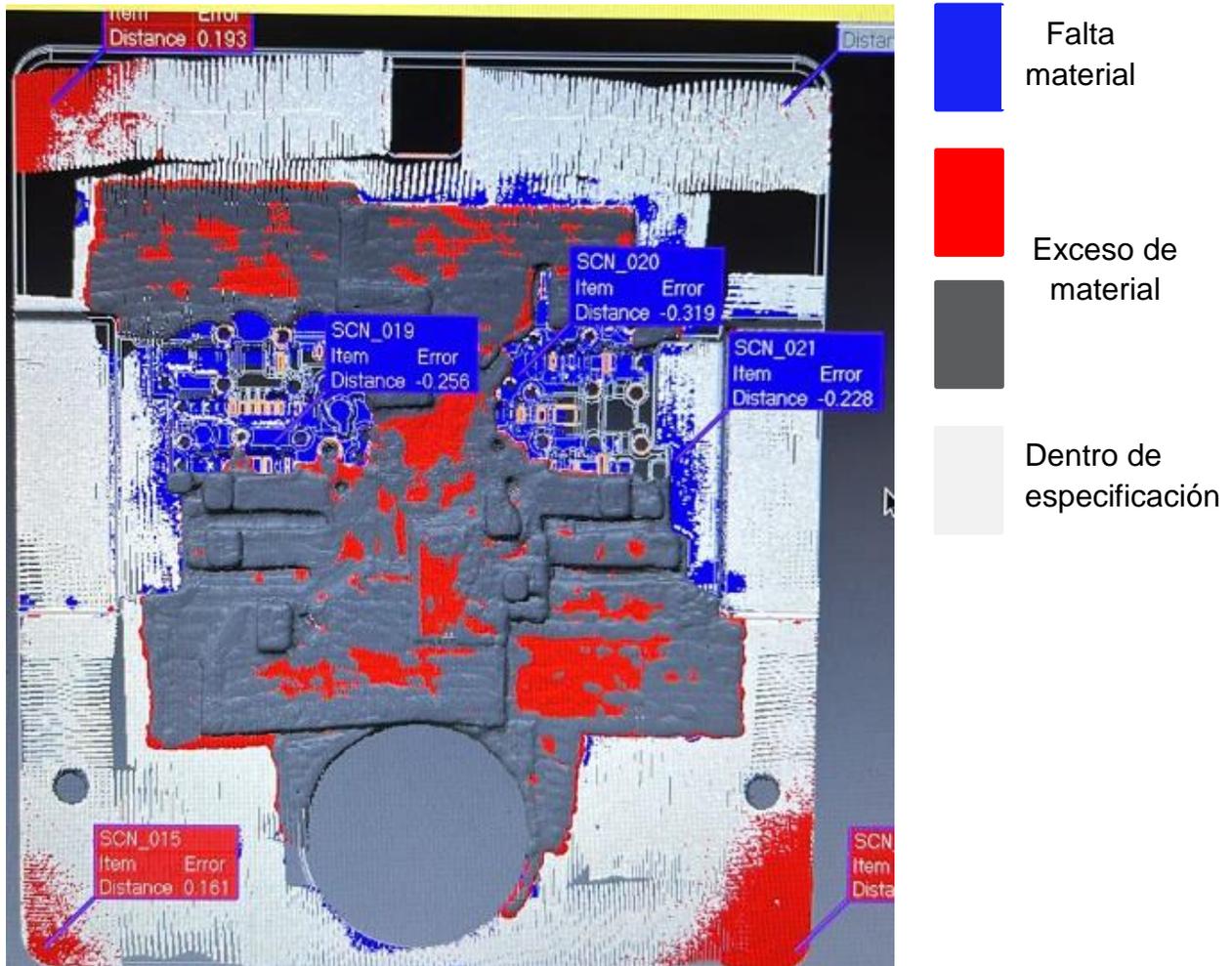


Ilustración 4. 13 Scanner de impresión después de soldarse fuera del Bloque

Como se puede ver en el scanner no es uniforme, en la parte azules indican que falta material y todo el exceso se ve en la parte central como si la impresión de la parte central se hay contraído por el calor al soldar lo cual genera que se vea así ya que en proceso de soldadura si concentra mucho calor en esa zona.

Para demostrar que la deformación es cierta se realizó lo siguiente:

- 1.-Meter la impresión al bloque.
- 2.-Colocar los tornillos que la sujetan contra el bloque y dar el torque.
- 3.- Colocar el molde ensamblado en un área para realizar el scanner.

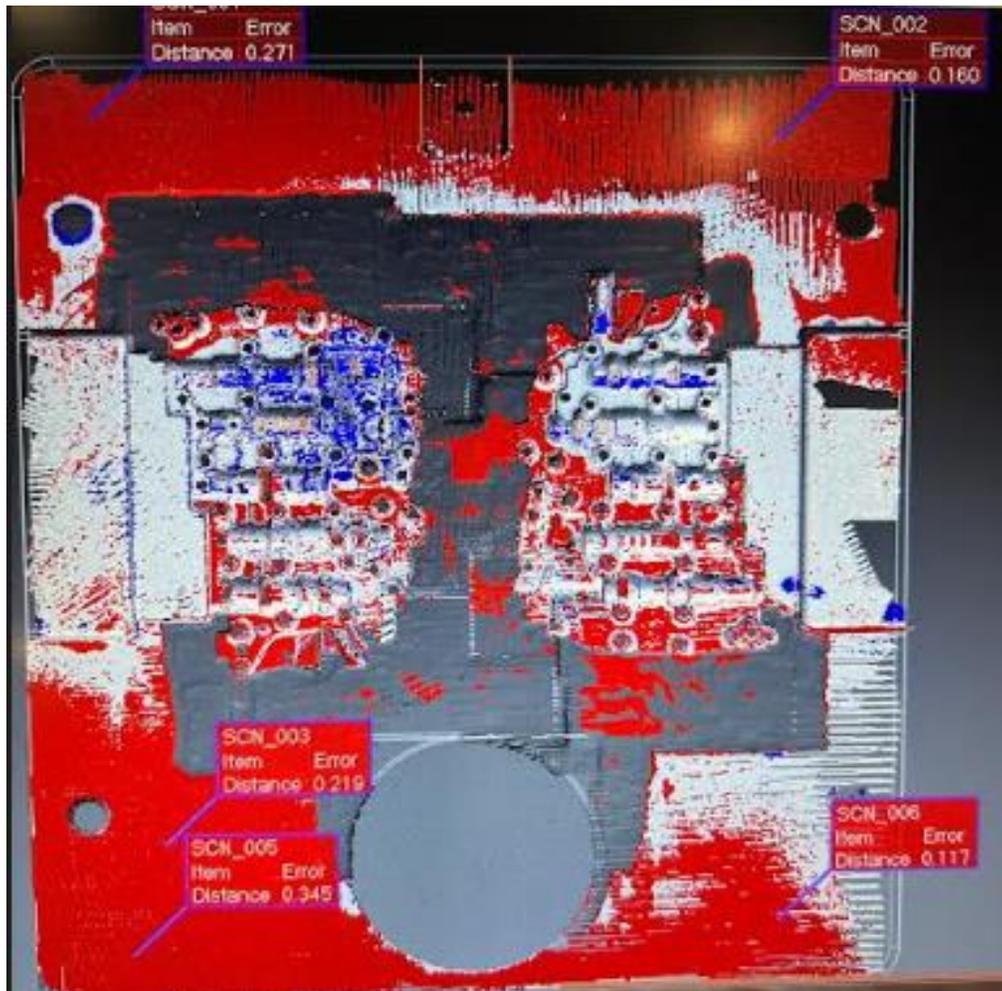


Ilustración 4. 14 Scanner de impresión ya ensamblada en el Bloque

Como se puede observar al apretar los tornillos que tiene en la parte de atrás contra el bloque donde va ensamblada esta vuelve a su posición original, eliminando la deformación en la parte central ya que ahora se la impresión se ve con un exceso pero es uniforme y justifica claramente la aplicación de soldadura.

Entonces se concluye que las impresiones si se deforman por el calor que se concentra al aplicar soldadura TIG por lo tanto en maquinado su alineación es incorrecta y tienen que maquinarse varias veces lo que provoca que se eleve el tiempo de mantenimiento. El problema se muestra en la ilustración 4.15:

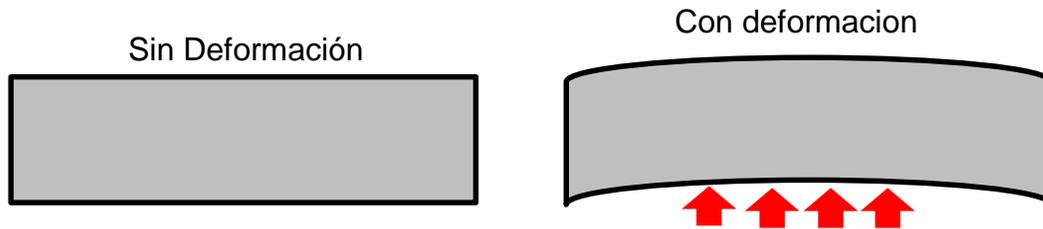


Ilustración 4. 15 Impresión en sus dos condiciones

Propuesta de Contramedida

Como se observó en el análisis anterior el problema son las deformaciones que sufren las impresiones al aplicar soldadura en el mantenimiento

La propuesta que se hace es realizar una placa que simule al bloque actual donde se ensambla la impresión. Una alternativa que se tenía marcada fue maquinarse la impresión dentro del Holding Block sin embargo con el tamaño de los centros de maquinado sería imposible en la siguiente tabla se describen las propuestas que se hicieron y la evaluación que se hizo de las mismas.

Problema	Contramedidas	Ventajas	Desventajas	Factibilidad
Deformación de impresiones	Maquinar impresión ensamblada dentro del bloque	Se eliminaría la deformación Ya no habría variación para maquinado	Habría que hacer nuevos programas	No es factible por el espacio de los centros de maquinado
	Fabricar una placa más pequeña de acero para atornillar la impresión y eliminar la deformación	Se podría utilizar en cualquier centro de maquinado Se podría colocar y soldar en esa misma placa	Se tendría que hacer una orden de compra	Es factible

Tabla 4. 9 Evaluación de contramedidas para el problema

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Lo primero es mostrar los resultados de la fabricación de la placa para eliminar la deformación con la impresión dentro de ella.



Ilustración 5. 1 Placa para eliminar deformación Fuente: JMEX



Ilustración 5. 2 Ensamble de impresión en placa y uso de la misma Fuente: JMEX

La impresión se logró ensamblar sin problema al igual que en montaje de la misma en el centro de maquinado por lo que se cumplió con el objetivo de diseño.

El siguiente paso fue maquinar una impresión con esta placa y de igual manera evaluar con el scanner si elimina la deformación los resultados fueron los siguientes:



Ilustración 5. 3 Impresión después de maquinado completa

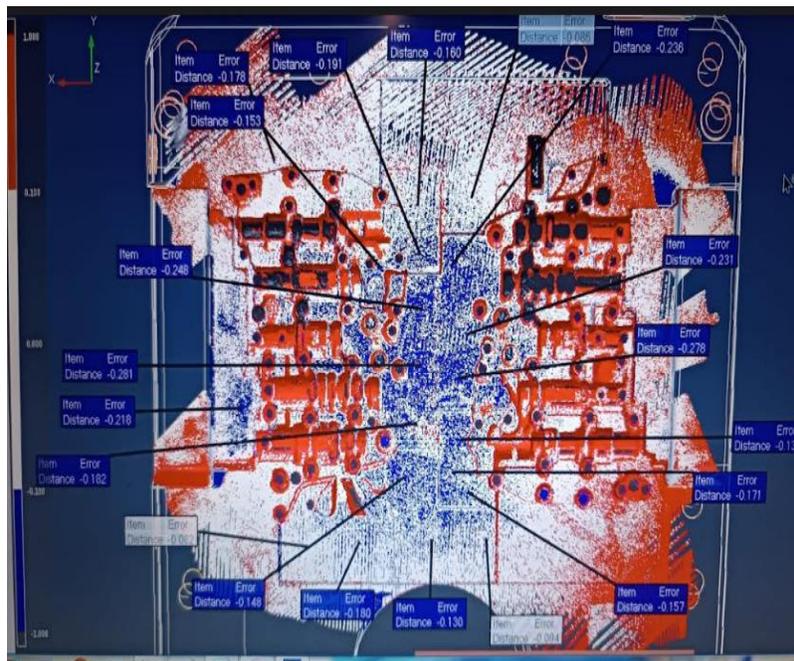


Ilustración 5. 4 Scanner de impresión fija después de maquinar

Este el scanner de la impresión sin estar en la placa como se puede observa presenta una deformación en la parte de en medio.

Las siguientes imágenes muestran el otro scanner ya con la impresión ensamblada en la placa que se fabrico:



Ilustración 5. 5 Impresión ensamblada en placa

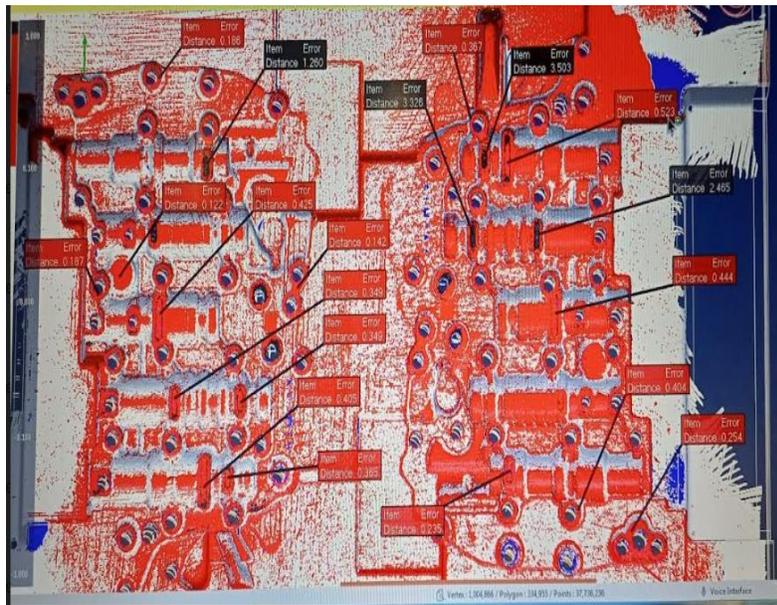


Ilustración 5. 6 Scanner de Impresión fija ya ensamblada en placa

Como se puede observar en el scanner la placa quito la deformación y el scanner se ve uniforme, marca exceso de material como se clasifica al scanner (ver ilustración 4.13 pero es uniforme por lo que el resultado es satisfactorio.

Durante el mes de noviembre se tuvieron dos mantenimientos de moldes del modelo Aro Lower los cuales fueron maquinados ya en la placa fabricada estos serán la prueba de que se pueden alinear correctamente y el tiempo de maquinado actual baja.

Lo primero que se hizo fue validar el uso de la placa tomando los siguientes criterios:

Criterio	Numero de Técnicos Observados	Evaluación	Observaciones
Facilidad de uso de Placa	4	OK	Solo se aumenta el tiempo de montaje por la forma de sujetar ya que es diferente
Método de alineación	4	OK	La alineación es correcta y hay más referencias con las placas
Riesgos de seguridad	4	OK	No ningún riesgo ya que el ensamble es igual como normalmente se realiza
Deterioro en placa fabricada	4	OK	No tendría desgaste ya que solo se usaría para soldar y maquinar

Tabla 5. 1 Tabla de evaluación de resultados en área.

En al siguiente tabla y grafica se muestran los tiempos de maquinado de los dos moldes que se les dio mantenimiento en noviembre.

Molde	Modelo	Tiempo De Maquinado
RL2	Aro Lower	25
ZU6	Apz Upper	15
RL3	Aro Lower	25
Promedio		19

Tabla 5. 2 Días de maquinado en el mes de Noviembre



Ilustración 5. 7 Grafica de días de mantenimiento en Noviembre

Finalmente se revisan los tiempos en el lead time de mantenimiento para observar el cambio y ver si se cumplió el objetivo principal.

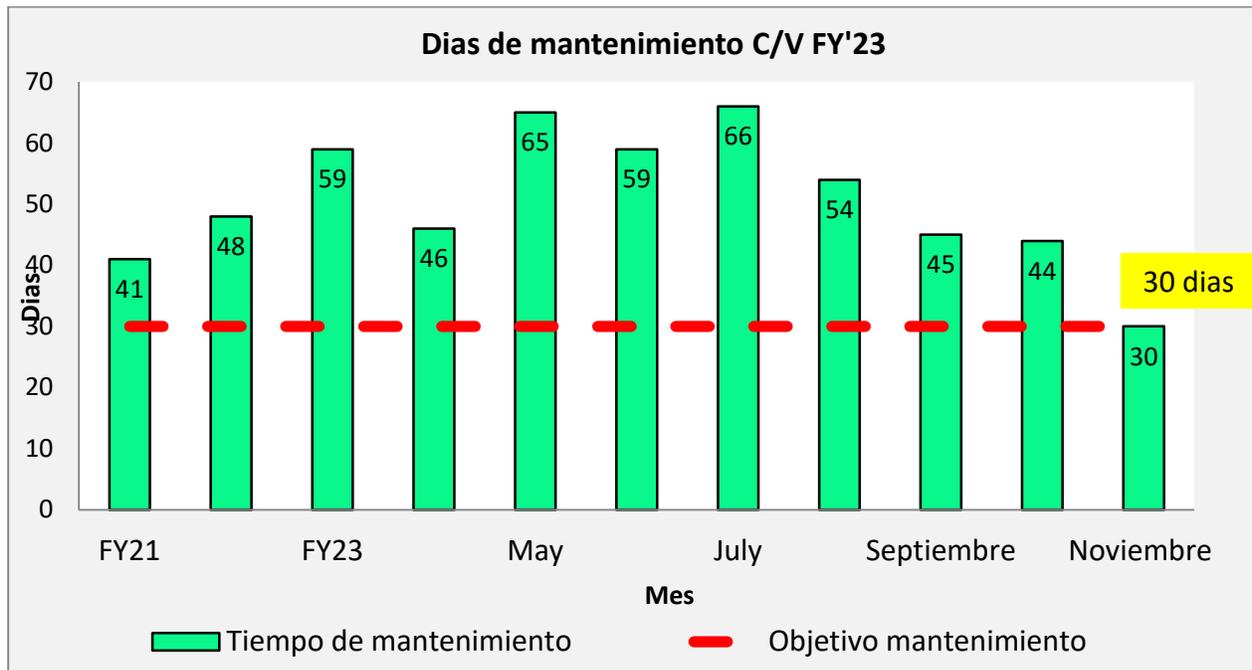


Ilustración 5. 8 Graficas de días de mantenimiento hasta el mes de Noviembre

En la siguiente grafica se muestran los días pero por etapa donde se observa que en los días de maquinado también disminuyeron ayudando a entrar en el Lead Time.

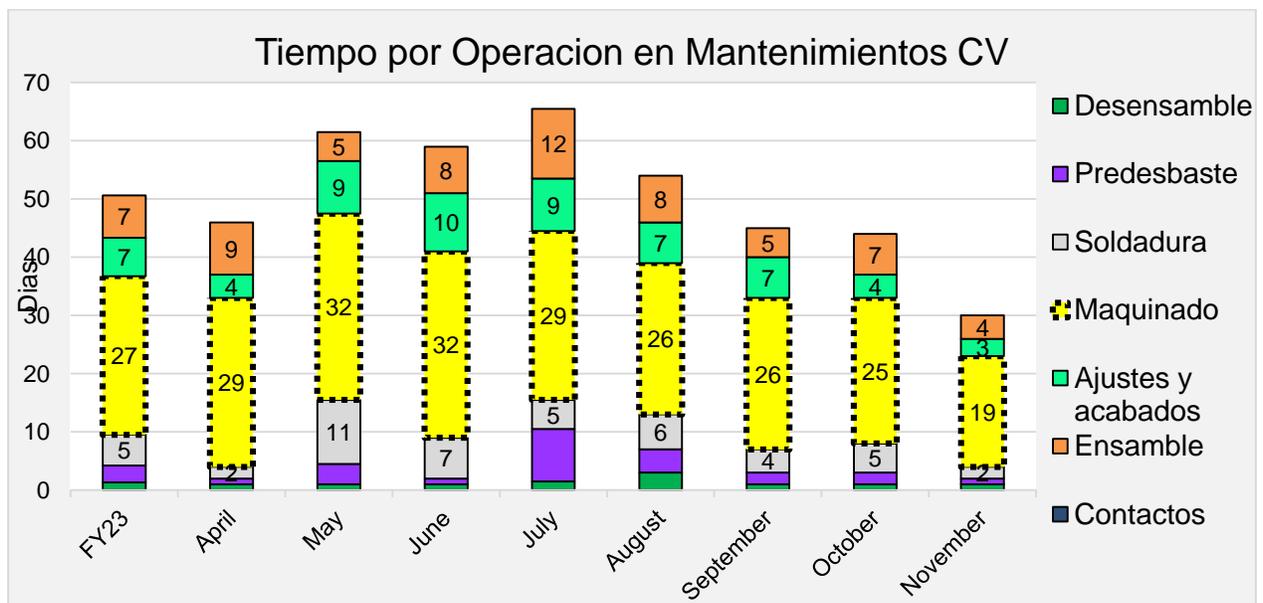


Ilustración 5. 9 Días por etapa en cada mantenimiento

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

Durante el tiempo de elaboración de este proyecto desde un inicio se veía complicada el analizar el problema de maquinado especialmente porque son muchos factores lo que involucra y se entiende ya que son tolerancias bastante cerradas como tal por lo que con la ayuda de las diferentes áreas se pudo llegar a la causa raíz.

El problema de deformación en las impresiones es algo ya común por la cantidad de soldadura que se aplica en los mantenimientos pues como se mencionó el desgaste que tienen los moldes durante la producción es bastante y es que imaginarse que el aluminio pasa todos los días por el molde más de dos mil veces al día es claro que va existir un desgaste como tal y todo conlleva al momento de realizar el mantenimiento de los moldes donde ya es un proceso bastante laborioso volver a dejar todo a norma.

Para encontrar la solución si se tuvieron varios inconvenientes sobre todo en la parte donde había que hacer los scanners como tal, fue donde si se tuvo varias situaciones debido a que la deformación si es muy notable y afecta también en las mediciones como tal pero a pesar de todo se pudo revisar y dar con la causa.

Además de las contramedidas el mayor reto que se tuvo fue la fabricación de la placa pues por parte de los procedimientos en planta si es laborioso, igual además que se tuvieron que hacer algunas modificaciones para poder utilizarla en, maquinado.

En fin fue un proyecto que junto con el apoyo interno en planta y de igual manera con apoyo de los asesores se pudo llevar a cabo y llegar hasta este punto como tal

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1.- El análisis de datos e interpretación de los mismos como tal fue una competencia bastante difícil de dominar para mi caso pero al finalizar este proyecto se ha desarrollado completamente.

2.-La manera de investigar y citar como un verdadero ingeniero es algo que si me costó bastante aprender y sobre todo por la cuestión de toda la información que existe en internet que es bastante.

3.- El entendimiento de equipos CNC al inicio del proyecto fue bastante debido a que como tal no es la rama en la que trabajamos pero fue una competencia a desarrollar que es bastante interesante.

4.- Trabajar en equipo es algo que si cuesta bastante debido a que como estudiante de ingeniería industrial mixta no es tan frecuente sin embargo durante el proyecto en el área, la habilidad se desarrolló de una excelente forma.

5.- El desarrollo como ingeniero en la manera de analizar cosas fue otra de las competencias que se lograron al terminar este proyecto.

6.-El concepto industrial de reducción de tiempos en un área como tal es un objetivo que se plantea desde que entras a la carrera de ingeniería industrial y al final se logró adquirir.

7.- El concepto del área de mantenimiento de moldes es algo inmenso hoy en día la información que hay es muy interesante y es un orgullo decir que tengo el conocimiento de esta área.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACION

15. Fuentes de información

- Anaya, J. (2015). *Logística integral: La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC Editorial.
- AUTYCOM. (08 de Enero de 2011). *AUTYCOM Inovacion Inteligente*. Obtenido de ¿Qué es el Control Numérico Computarizado o CNC?: <https://www.autycom.com/que-es-el-control-numerico-computarizado-o-cnc/>
- Barracina.J. (2001). *Tratamientos Termicos*. Ctaluña.
- DYNACAST. (24 de 05 de 2020). *DYNACAST A FORM TECHNOLOGIES COMPANY*. Obtenido de <https://www.dynacast.com/es-mx/inyeccion-a-presion-especializada/proceso-de-fundicion-a-presion/fundicion-inyectada-en-camara-fria>
- Dynapro. (3 de Noviembre de 2020). *Dynapro3D*. Obtenido de ¿Como funciona un scanner 3D?: <https://dynapro3d.com/funciona-escaner-3d/>
- Ferrotall. (17 de Febrero de 2022). *¿Qué es y cómo funciona un centro de maquinado?* Obtenido de <https://www.ferrotall.com/es/que-es-y-como-funciona-un-centro-de-maquinado/>
- GGD Metals. (24 de 09 de 2017). *GGD Metals*. Obtenido de <https://www.ggdmetals.com.br/es/produto/aisi-h13/>
- Infraespeak Team. (15 de Mayo de 2023). *Análisis de árbol de fallos: definición y aplicación*. Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/analisis-de-arbol-de-fallos/>
- Lary Industrial. (05 de Septiembre de 2012). *Proceso TIG*. Mexico. Obtenido de https://www.empresaslary.com/catalogos/PROCESO_TIG.pdf
- Lider Empresarial. (11 de Agosto de 2022). *Aguascalientes es el 2° lugar en producción de autos en México*. Obtenido de <https://www.liderempresarial.com/aguascalientes-es-el-2o-lugar-en-produccion-de-autos-en-mexico/>
- López, S. G. (2003). Taller de Materiales I. En S. G. López, *Manual de* (pág. 5). Ciudad de Mexico, Mexico: Centro de Investigaciones de Diseño Industrial.
- M. B. Djurdjevic, I. V. (2013). Equipamiento y metodologia para la determinacion de la vida de materiales para moldes. *Revista de Metalurgia: Vol.49 No.5*, 101-105.

Maerins, J. (22 de Octubre de 2022). *Asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>

Metalmecanica. (12 de Diciembre de 2023). *Fresadoras CNC: guía completa y uso*. Obtenido de <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/fresadoras-cnc-cual-es-su-importancia-en-la-metalmecanica>

Modern Machine Shop Mexico. (11 de Abril de 2023). *Electroerosionadoras: ¿Qué es el mecanizado por descarga eléctrica?* Obtenido de <https://www.mms-mexico.com/articulos/electroerosionadoras-que-es-el-mecanizado-por-descarga-electrica>

Molas, S. (2013). *Estudio de la resistencia a fatiga térmica en moldes de inyección de aluminio utilizando aceros de alta conductividad térmica*. Barcelona: Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie.

Moldes AW. (05 de Marzo de 2020). *Maquinados de Moldes en CNC Milling*. Obtenido de <https://moldesaw.com/maquinados-de-moldes-en-cnc-milling/>

Recamlaser. (08 de Mayo de 2018). *Recam Laser Engineering and Metallic Construction*. Obtenido de <https://recamlaser.com/que-es-la-fundicion-de-aluminio/>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

16. Anexos.

	Formato para Carta de Presentación y Agradecimiento de Residencias Profesionales por competencias Referencia a la Norma ISO 9001:2015 7.5.1	Código: TecNM-AC-PO-004-03 Revisión: 0 Página: 1 de 1
---	--	---

Departamento: GESTION TEC Y VINC
No. de Oficio: DGTV/788

**ASUNTO: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE
Y AGRADECIMIENTO**

PABELLÓN DE ARTEAGA, AGUASCALIENTES 11 DE AGOSTO DE 2023

Guillermo Jauregui Pedroza
Jefe de Ingeniería Casting y Mantenimiento de Moldes
JATCO MEXICO, S.A. DE C.V

PRESENTE:

El Instituto Tecnológico de pabellón de Arteaga; tiene a bien presentar a sus finas atenciones a **C. Arriaga Reyes Daniel**, con número de control **A191050679** de la carrera de **Ingeniería Industrial Mod.Mixta**, quien desea desarrollar en ese organismo el proyecto de Residencias Profesionales, denominado **"Reducción del tiempo de maquinado de mantenimiento por deformación en moldes"** cubriendo un total de 500 horas, en un período de cuatro a seis meses.

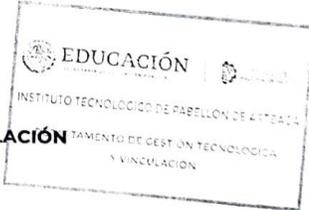
Es importante hacer de su conocimiento que todos los estudiantes que se encuentran inscritos en esta institución cuentan con un seguro de contra accidentes personales con la empresa **THONA Seguros S.A. de C.V.**, según póliza **AP-TEC-031-03** e inscripción en el IMSS.

Así mismo, hacemos patente nuestro sincero agradecimiento por su buena disposición y colaboración para que nuestros estudiantes, aun estando en proceso de formación, desarrollen un proyecto de trabajo profesional, donde puedan aplicar el conocimiento y el trabajo en el campo de acción en el que se desenvolverán como futuros profesionistas.

Al vernos favorecidos con su participación en nuestro objetivo, sólo nos resta manifestarle la seguridad de nuestra más atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE:
*Excelencia en Educación Tecnológica
"Tierra Siempre Fértil"*


JULISSA FLAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN



TecNM-AC-PO-004-03 Rev. 0

Ilustración 9. 1 Carta de Presentación

Aguascalientes, Ags. 21 de agosto de 2023

INSTITUTO TECNOLOGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
A quien Corresponda

Por medio de la presente se hace constar que el estudiante **DANIEL ARRIAGA REYES** de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** con Número de ID A191050679 está realizando sus Prácticas Profesionales en el área de **Ingeniería Fundición** de esta empresa desde el **Agosto a Diciembre 2023** en horario de 8:00 AM - 2:00 PM de Lunes a Viernes.

El proyecto que estará realizando es el de **"Reducción del tiempo de maquinado de mantenimiento por deformación de moldes"** siendo su tutor Jonathan González de **mantenimiento Moldes**.

Se extiende la presente para los fines que el interesado convenga, y quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.

Atentamente,



Ing. Karla Fernanda Rodríguez Ramírez
Recursos Humanos
JATCO México S.A. de C.V.
No. De Registro Patronal
Y4524182104



Aguascalientes, Ags. 14 de Diciembre de 2023

INSTITUTO TECNOLOGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
Dr. Jose Ernesto Olvera González
Director del Instituto Tecnológico de Pabellon de Artega
Presente.

Por medio de la presente se hace constar que el (la) estudiante **DANIEL ARRIAGA REYES** de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** con número de matrícula A191050679 ha concluido satisfactoriamente un total de 500 horas en el departamento de **mantenimiento Moldes** de Agosto 2023 a Diciembre 2023, desarrollando el proyecto de **"Reducción del tiempo de maquinado de mantenimiento por deformación de Moldes"**.

Se extiende la presente para los fines que el interesado convenga, y quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.

Atentamente,



Ing. Karla Fernanda Rodriguez Ramirez
Recursos Humanos
JATCO México S.A. de C.V.
No. De Registro Patronal
Y4524182104



JATCO México, S. A. de C.V.

Carretera Panamericana Km. 75, Col. Los Arellano C.P. 20340
Aguascalientes, AGS.
TEL: 449-910-6500. FAX: 449-971-1081