



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

## **PROYECTO DE TITULACIÓN**

**DESARROLLO DEL MAQUINADO DE CARA LADO  
CIGÜEÑAL EN TORNO CNC CON HERRAMIENTAS  
CONSIDERADAS COMO DESECHO POR SU  
GEOMETRÍA**

**PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA**

**JUAN PAULO BOCANEGRA RIVERA**

**ASESOR**

**ARTEMIO SOLÓRZANO FUENTES**

MAYO



## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos**

A Dios por darme la sabiduría y la fuerza para culminar esta etapa académica.

Al director de la empresa Moto Diesel Mexicana, Ing. Carlos Andrade Ramírez por su apoyo, capacitación y desarrollo personal y profesional dentro de la empresa.

A mi asesor académico Artemio Solórzano Fuentes por su guía, comprensión, paciencia, entrega y valiosos consejos a lo largo de la investigación.

A mi familia que me apoya en todo momento y circunstancia, son el gran motivo de mi esfuerzo.

A los profesores, amigos y compañeros por su apoyo para poder lograr mis objetivos.

Se agradece al tecnológico y a la empresa MDM por el tiempo y los aprendizajes durante mi proceso de formación educativa (ver anexo 1 y anexo 2).

### **3. Resumen**

La presente investigación se realiza en el marco del proyecto “*Desarrollo de maquinado de cara lado cigüeñal en torno CNC; con herramientas consideradas como desecho por su geometría*”. Por lo tanto, se realiza un análisis y diagnóstico de los procesos actuales de la empresa Moto Diesel Mexicana para identificar oportunidades de mejora, mismas que permitan maximizar los beneficios esperados por el proyecto.

Primero, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa para identificar problemas sobre la implementación del maquinado en las diferentes maquinas. Después, se aplicaron herramientas estadísticas para obtener cifras de consumo. Posteriormente, se formularon las propuestas de mejora para reducir el consumo de herramientas y también se plantearon algunas alternativas de recuperación de material, apoyo al medio ambiente y reducción de riesgos laborales. Para ello se aplicaron herramientas de Ingeniería Industrial como Hojas de Operación Estándar (HOE), Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF), rutas de procesos, layout, diagrama de flujo, frecuencia de cambio de herramientas, ruta de herramientas, toma de tiempos ciclo. En consecuencia, a ello, se obtienen propuestas de mejora interesantes para la empresa, las cuales permiten maximizar los recursos.

Finalmente, se propone la utilización de varios tipos de insertos como parte de una estrategia general dentro de la empresa. Esto permitirá a MDM ser ambientalmente responsable, mejorar sus procesos productivos y maximizar los beneficios del proyecto.

## **4. Índice**

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Agradecimientos .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Índice.....</b>	<b>4</b>
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>6</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.- Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....</b>	<b>10</b>
<b>7. Problemas a resolver, priorizándolos.....</b>	<b>13</b>
<b>9. Objetivos (General y Específicos) .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....</b>	<b>25</b>
<b>11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....</b>	<b>25</b>
<b>Cronograma de actividades.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Se analizará el dibujo del cliente .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Análisis de maquinado del cliente y desarrollo de propuestas de maquinado .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Búsqueda de maquinaria apta para el maquinado .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 Diseño y fabricación de dispositivos de sujeción.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5 Cotización y compra de herramienta especial .....</b>	<b>33</b>
<b>4.6 Elaboración de layout de planta .....</b>	<b>33</b>
<b>4.7 Elaboración de AMEF.....</b>	<b>34</b>
<b>4.8 Elaboración de diagrama de flujo.....</b>	<b>35</b>
<b>4.9 Elaboración de ruta de procesos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.10 Elaboración de ruta de herramientas.....</b>	<b>37</b>
<b>4.11 Programación de máquina CNC.....</b>	<b>38</b>
<b>4.12 Pruebas de maquinado .....</b>	<b>39</b>
<b>4.13 Elaboración de frecuencia de cambio de herramientas .....</b>	<b>40</b>

<b>4.14 Elaboración de HOE .....</b>	<b>40</b>
<b>4.15 Toma de tiempos ciclo de maquinado .....</b>	<b>44</b>
<b>4.16 Aprobación de calidad .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>12. Resultados.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES. ....</b>	<b>52</b>
<b>13. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....</b>	<b>54</b>
<b>14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>15. Fuentes de información. ....</b>	<b>55</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
<b>17. Anexos.....</b>	<b>58</b>

**Lista de Tablas**

Tabla 5.1 Liberacion de maquina. Página 49

## **Lista de Figuras**

- Figura 2.1 Ubicación de la empresa. Página 10
- Figura 4.1 Cronograma de actividades. Página 25
- Figura 4.2 Ultimo cambio de ingeniería del producto (Dibujo de Cliente 1). Página 26
- Figura 4.3 Ultimo cambio de ingeniería del producto (Dibujo de Cliente 2). Página 27
- Figura 4.4 Herramientas de deshecho. Página 28
- Figura 4.5 Maquina Mitsubishi Modelo MTC10B. Página 29
- Figura 4.6 Contra peso de mordazas, pieza amarilla. Página 30
- Figura 4.7 Dibujo de mordaza general. Página 31
- Figura 4.8 Dibujo 1 piezas de mordaza. Página 31
- Figura 4.9 Dibujo 2 piezas de mordaza. Página 32
- Figura 4.10 Dibujo 3 piezas de mordaza. Página 32
- Figura 4.11 Herramienta con inserto a usar. Página 33
- Figura 4.12 Nuevo layout en la planta. Página 34
- Figura 4.13 Elaboración de un AMEF. Página 35
- Figura 4.14 Diagrama de flujo de procesos. Página 36
- Figura 4.15 Hoja grafica (ingeniería de procesos). Página 37
- Figura 4.16 Hoja de herramientas (ingeniería de procesos). Página 38
- Figura 4.17 Se toma material de tarima de fundición de bielas. Página 39
- Figura 4.18 Se coloca pieza en husillo de máquina recargando en tope físico y sujetándola. Página 39
- Figura 4.19 Botón de ciclo de maquinado. Página 39
- Figura 4.20 Se inspecciona pieza. Página 39
- Figura 4.21 Pieza con las características finales de la operación. Página 39
- Figura 4.22 Frecuencia de cambios de herramientas de corte. Página 40
- Figura 4.23 Hoja de operación estandar. Página 41
- Figura 4.24 Reporte tiempo ciclo linea de bielas GM. Página 45
- Figura 4.25 Reporte numero 1 capacidad instalada y tiempo ciclo. Página 45
- Figura 4.26 Reporte No. 2 eficiencia de operación. Página 46

Figura 5.1 Ingeniería de procesos de prueba de herramientas. Hojas de anotación.  
Página 48

Figura 5.2 CPK. Página 50

Figura 5.3 Liberación de maquinaria y/o proceso para fabricación de serie. Página 51

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

### **5.- Introducción**

Este documento y proyecto consiste en analizar de una manera profunda el maquinado de las partes metal mecánica a la cual la empresa Moto Diesel Mexicana se dedica a realizar para la empresa General Motor y como parte de la mejora continua en la reducción de costos del maquinado.

Se han realizado pruebas al proveedor de insertos de corte, puesto que, con esta prueba se requerirá el saber la velocidad, el avance de corte, calidad y costo de dichos insertos.

Se mostrará paso a paso la implementación de la operación 60 del maquinado con todas las etapas de proceso para facilitar su uso y comprensión de dicha operación para los operadores, así como para todo personal.

Haremos uso de las herramientas de calidad y compararemos los resultados de cada una de ellas, entre las cuales se encuentran: Diagrama de Pescado, CPK's, Diagramas de Dispersión y graficas.

Las herramientas de corte estarán consideradas como desecho sin utilizar en la empresa o talleres, las cuales al terminar su vida útil pasan a la operación 60 de bielas para darle su segunda etapa de uso con porta herramientas especial y así no generar gasto en la compra de ellas ya que estas herramientas se vendían como chatarra. Al minimizar la compra de herramientas y reciclarlas dentro de la empresa en especial los filos sin uso para maquinar este material generamos ganancias para la empresa.

A partir de lo anteriormente mencionado, se planteará el análisis de las posibles causas a la mejor decisión del inserto con menor costo y mayor calidad, considerando el avance de corte de cada uno de ellos.

Antes del comienzo en la búsqueda de las posibles soluciones a nuestro proyecto planteado, debemos de realizar un estudio del proceso completo de tal forma que se logre conocer que inserto es el más viable para la reducción de los costos y el que mejor calidad proporcione en la producción.

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

### **Contexto de la Organización**

Moto Diesel Mexicana o reconocida por sus siglas MDM fue fundada en 1981, en la ciudad de Aguascalientes, México, como una empresa conjunta entre General Motors y el gobierno mexicano, con actual ubicación en Carretera Federal 45Km, 8.5 tramo Aguascalientes – Zacatecas, en la colonia Maravillas del municipio de Jesús María (ver figura 2.1).

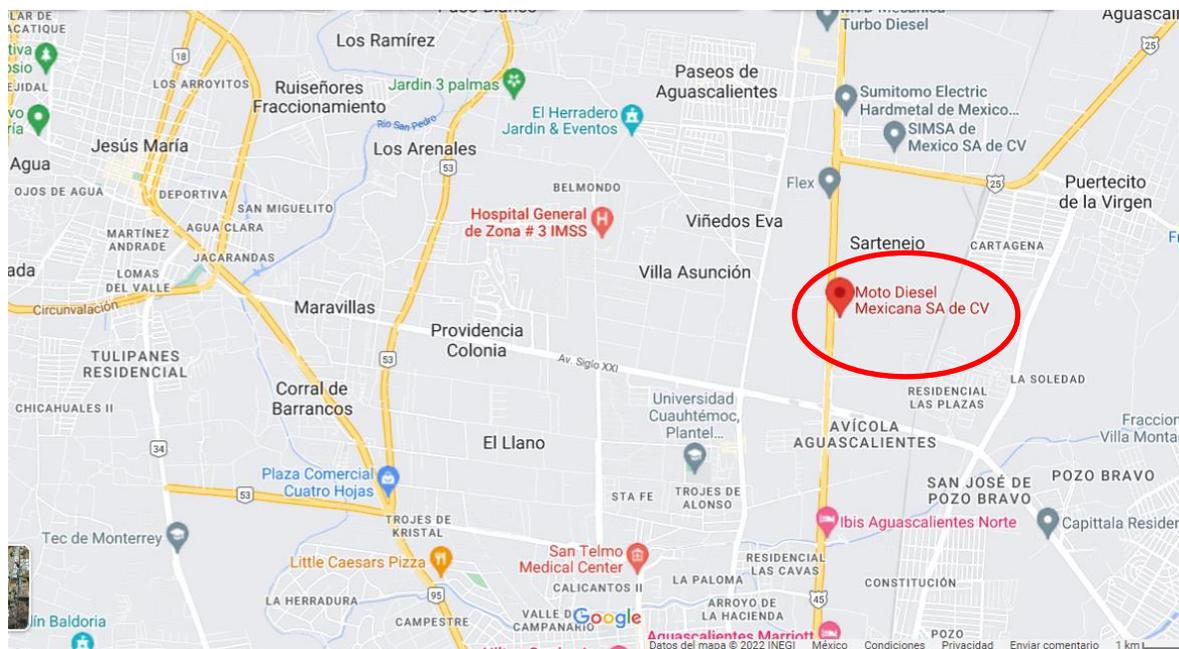


Figura 2.1 Mapa donde se muestra la ubicación de moto Diesel mexicana.

Fuente: Sitio Web GoogleMaps, 2022.

Hoy en día, MDM es una empresa privada y un proveedor líder de mecanizado, montaje y fabricación general de componentes automotrices complejos para una amplia variedad de clientes globales. Su negocio principal es el mecanizado de precisión de piezas metálicas de calidad con geometrías complejas y las tolerancias más estrictas para la industria automotriz global.

Más de 30 años de experiencia de MDM en la industria automotriz le respaldan, así como en la industria aeroespacial. Son expertos en sus procesos de ingeniería, permitiendo a la empresa ofrecer productos de la más alta calidad, con una flexibilidad operativa excepcional que proporciona una ventaja competitiva a todos sus clientes. Actualmente laboran 420 empleados directos, 110 indirectos, formando un total de 530 personas que hacen posible el funcionamiento de MDM.

Entre sus clientes principales se encuentran: [American Axle & Manufacturing \(www.aam.com\)](http://www.aam.com), [Nissan \(www.nissan-global.com\)](http://www.nissan-global.com), [Tremec \(www.tremec.com\)](http://www.tremec.com), [General Motors \(www.gm.com\)](http://www.gm.com), [Eaton \(www.eaton.com\)](http://www.eaton.com) y [Tognum \(www.tognum.com\)](http://www.tognum.com).

### **Visión**

Producir solo productos que satisfagan plenamente a nuestros clientes internacionales de la industria automotriz y aeroespacial, y lograr un crecimiento sostenible y rentable, contando con recursos humanos orgullosos de pertenecer a MDM, preocupados por el medio ambiente y la comunidad, manteniendo un precio competitivo para nuestros clientes.

### **Misión**

Comprender y satisfacer plenamente todos los requisitos de nuestros clientes, y producir solo productos que satisfagan plenamente sus demandas y expectativas, garantizando siempre la completa satisfacción del cliente. Todas las tareas de los empleados se realizan bajo la premisa de hacer bien el trabajo a la primera.

## **Política de seguridad**

En MDM, nuestros empleados son nuestro mayor activo. Es por eso que; MDM se ha comprometido a proporcionar un entorno de trabajo seguro y saludable. Esto se logra instalando procedimientos operativos seguros en todas nuestras líneas de producción, junto con toda la capacitación necesaria y el equipo de seguridad para garantizar a nuestro equipo un lugar de trabajo seguro.

## **Valores fundamentales**

- Excelencia

La búsqueda de la excelencia es intrínseca a las operaciones y la filosofía de MDM, la idea de que la excelencia solo se logra a través del trabajo duro y la perseverancia es lo que impulsa nuestras actividades diarias hacia nuestro objetivo final, superar las expectativas de nuestros clientes.

- Ética laboral

Una piedra angular en los valores de MDM, junto con la integridad, la honestidad y la confianza, es lo que permite que nuestra organización funcione como una. Todas las operaciones se manejan con la certeza de que todos los asociados trabajan con la mayor convicción de hacer las cosas de la manera correcta.

- Otros valores clave: Compromiso, solidaridad, deber e inventiva.

## **Compromiso de MDM con el medio ambiente**

Para MDM, el cuidado del medio ambiente y la protección de los recursos naturales y humanos es una preocupación constante, por lo que como empresa nos comprometemos a;

- Cumplir con las leyes y regulaciones del medio ambiente que aplicamos.

- Reducir los impactos ambientales adversos generados por la fabricación de nuestros productos y servicios.
- Controlar y minimizar el uso de insumos de generadores de residuos peligrosos.
- Inventiva.
- Y lograr mediante el establecimiento de metas y objetivos, la mejora continua y la prevención de la contaminación en nuestra empresa.

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

La empresa MDM (Moto Diesel Mexicana) realiza el maquinado de la biela para motor para los vehículos chey de marca General Motors al 90% de su proceso, el cliente GNK USA analizo su logística del material y para evitar mandar desbaste el material fuera de México, solicitó recientemente el 100% del proceso, traducido como entrega de la pieza terminada al cliente, ya que anteriormente se realizaba el desbaste previo al maquinado en una empresa extranjera, dicho proceso extra se tiene que implementar al inicio de la línea de producción de la línea de bielas.

Es por ello que se requiere incluir la elaboración de un proceso de torneado de desbaste, esto conlleva la realización de ajustes a las máquinas existentes dentro de la empresa MDM, diseño de nuevos dispositivos, nuevas herramientas, programas de maquinado, creación de HOE, rutas de proceso, layout, diagrama de flujo, frecuencia de cambio de herramientas, toma de tiempos ciclo, rutas de herramientas, AMEF, capacitación del personal, verificación de resultados.

## **8. Justificación**

Para el crecimiento económico de la empresa es necesario atraer nuevos clientes y proveedores, y para lograrlo se realizan propuestas de trabajo a nuestros clientes GKN USA y una de ellas es la implementación del proceso de manufactura del torneado de la cara de Cigüeñal en la empresa Moto Diesel mexicana.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo este proyecto en donde me involucrará en el desarrollo de maquinado de cara lado cigüeñal en torno CNC con herramientas consideradas como desecho por su geometría y se aplicaran herramientas mencionadas en el problema a resolver.

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

### **Objetivo general**

Identificar el maquinado de la cara contraria a lado maestro de la zona de cigüeñal y mediante el torno de CNC realizar el procesamiento de la pieza, Así se impulsará el uso de los recursos disponibles de máquinas y herramientas.

Reducción en el costo de maquinado en un 5% por medio herramientas consideradas como desperdicio, con este método ya no se tiene que invertir en la compra de ellas.

Toda herramienta tiene un ciclo de vida, con la implementación del torneado se les da una segunda vida a todas las herramientas usadas en procesos de otras líneas.

No comprar equipos nuevos y darle uso a maquinaria ya existente dentro de la empresa.

### **Objetivos específicos**

Analizar y observar cada uno de los diseños a implementar por medio del control de sistemas, consultando el manual.

Identifica, evalúa los métodos implementados, realizando un análisis de diseños alternativos para dar solución a problemas de una producción.

Identifica, evalúa y utiliza métodos de análisis y diseño de alternativas para solucionar problemas de una producción.

Representar la estructura de un sistema por medio de modelos cualitativos y/o cuantitativos simulando dichos modelos validándolos.

Organiza y coordina el trabajo en grupo, asignando responsabilidades dentro de la producción.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

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

Las empresas e industrias son aquellas que compiten por obtener una calidad y tener certificaciones para lograr un mejor desarrollo y prestigio dentro del ámbito científico y tecnológico. Una de estas industrias que son realmente importantes son es la industria metalmeccánica que por lo general se requiere de un gran equipo el cual conlleva capacitaciones que adquieren cada vez más de maquinaria como lo es el torno.

Por lo que cabe mencionar que según un artículo reciente y presentado por la Asociación Española de Fabricantes de Maquinarias Herramientas (AFM); el mercado de estas se asocia y se concentra en las tres cuartas partes de la producción superando los 50 billones de dólares, destacando que el sesenta por ciento de las ventas corresponden a la tecnología CNC. Dándole a los tornos la mayor demanda. (AFM, 2022)

De tal manera es importante resaltar la gestión de procesos, puesto que brinda a las empresas e instituciones que pretenden entregar con una excelente calidad los productos. Por ello es importante conocer la composición, el uso y sus funciones. Como por ejemplo:

#### **Mecanizado**

Este proceso es denominado así ya que transforma los metales, mediante la extracción de materiales o también conocido como virutas, lo cuales son trabajados bajo maquinaria y herramientas, las cuales les permiten dar forma geométrica según el requerimiento tanto del cliente como del operador.

Las operaciones que mantienen un alto costo relacionados a diferentes procesos de la fabricación buscan eliminar algunos materiales de piezas que por lo general se han

fabricado con otros procesos. Las operaciones son: Desbaste y Acabado. Ahora bien, mencionemos un poco sobre los procesos de mecanizado; estos procesos son llevados a cabo con herramientas de filtros cortantes los cuales son: Torneado, Fraseado y Taladro. Los procesos abrasivos estos ayudan a rectificado cualquier error producido durante la operación.

¿Cuáles son las ventajas del proceso? En este caso es importante mencionar sobre elevada precisión y un excelente acabado superficial donde se aplican diferentes tamaños y producciones entre las piezas unitarias hasta llegar a las series con mayor longitud así con diferentes materiales claro restringirse con los materiales que son muy duros.

Este proceso es realizado por medio de tornos y que a su vez es trabajado por otras herramientas como las fresadoras las cuales son manejadas de forma directa desde un ordenador y es la que se encarga de que la viruta inicie los cortes, pasando después a las cepilladuras las cuales permitirán realizar un barrido profundo de las piezas.

La importancia que tiene la herramienta y la maquina durante la operación de cada una de las piezas, las cuales se consideran como constituidas como un dispositivo permitiendo un movimiento relativo entre las piezas y las herramientas, y una eliminación de los materiales y producciones, considerándose como conjuntos de diferentes dispositivos dándoles pautas para que los dispositivos mantengan un excelente desplazamiento relativo entre pieza y herramienta. (STUDOCU, 2021)

### **Viruta**

La viruta o también conocido como material de desecho, es el cual se obtiene después de realizar un trabajo de torneado de figuras geométricas, normalmente esta composición se puede identificar ya que muchas de las ocasiones esta se encuentran de forma en espiral o curvilínea, depende el giro del cual se esté trabajando, pueden ser de metal.

Los tipos de viruta son aquellas que no afectan demasiado en los acabados superficiales a las operaciones en las cuales se toman en cuenta toda la viruta que tienen dos superficies, teniendo contacto con la cara de la herramienta la cual es la cara de ataque. Mientras tanto la superficie que es original de la pieza; así como la cara de la viruta va dirigida a la herramienta brillante o corrugada esto se debe a la fricción de la viruta donde se coloca al contacto con un cuerpo alguno de tal manera presenta un componente rasgado y áspero.

Las virutas son continuas y deben de formarse con materiales flexibles que van a velocidades enormes desde el punto del corte y a los ángulos que son considerables a los ángulos de ataque, a pesar de que se prepara de manera superficial como ya se mencionó. Dando lugar a las virutas que llevan una continuidad no siempre son necesarias que son especiales para las máquinas y herramientas que se lleva un control por las computadoras. (García, 2016)

### **Máquina herramienta**

Una máquina herramienta es aquella que permite de forma automática y equipada, mediante un sistema de estricto control de la producción de piezas de proceso más complejo, el manejo y producción de lotes pequeño o múltiples.

Las herramientas de los cortes generan características que son específicas dándoles importancia que resaltan como la resistencia mecánica, la dureza de la operación, tenacidad de la pieza, una gran resistencia al impacto y la velocidad. Es importante tomar en cuenta el desgaste y la resistencia esto se debe a la temperatura que va generando al momento en el que se está realizando la pieza ya que las herramientas son tradicionales y deben de cumplir con las especificaciones deseadas consiguiendo la temperatura que la viruta necesita. (IDOC PUB, 2020)

Se realiza la selección de las herramientas que se van a cortar esto va a depender de la operación de corte que fue elegida, para el metal de la pieza y sus propiedades de la maquina esta terminación es superficial y de la manera que se desee.

### **Planeación de proceso**

La planeación del proceso es fundamental y parte importante dentro de la producción, ya que permite considerar paso a paso la manufactura, las herramientas, el material y la cantidad de máquinas y operarios, de tal forma que se pueda cumplir con el plazo especificado por el cliente, además de no descuidar la calidad de las piezas, implementar métodos de mejora, en caso de ser necesario, contar con un plan de programación y programación, para evitar paros en líneas y tiempos muertos. (Library, 2019)

### **Ultimo cambio de ingeniería del producto**

Este permite y considera todos aquellos puntos hechos en solicitudes por otros departamentos que forman parte fundamental, desde el ingeniero que llevara a cabo el proceso, hasta el departamento encargado de producción y abastecimiento de material, almacenaje y ventas.

Esta solicitud, puede implementarse para un nuevo producto que será lanzado al mercado, o bien para un producto ya fijo, ya que se podrá evitar los problemas ya encontrados anteriormente, mejorar y capacitar al personal, restablecer nuevos métodos de planeación. (Microsoft Build, 2022)

Es de gran utilidad que todos los departamentos este involucrados y trabajen en conjunto para mejorar los procesos productivos, ya que la mayoría de las ocasiones las iniciativas de cambio o solicitudes, no soy de todo aprobadas, todo depende de que

participantes clave lo autoricen, ya que involucra la gestión de cambio y el control de cambios.

El control de cambios es pieza clave dentro de una empresa ya que permite el flujo de información en cuanto a los cambios que se realizaran y los que ya se realizaron, así como además los roles de trabajo para que un equipo pueda obtener el éxito.

Que por otro lado la gestión de cambios, define y coordina más que nada el plan general de la cantidad de recursos, las actividades a realizar, y todo el proceso que involucra nuevamente el cambio que se solicitó, ya que de este es plan de partida para la producción, y como todo buen cambio tendrá un impacto, si es positivo se continua con el método, pero si sus resultados fueron negativos, es necesario la Reingeniería nuevamente del proceso. (Brainly , 2022)

### **Layout de planta**

Es la distribución física de la planta para el buen funcionamiento y manejo de materiales, el almacenamiento de los mismos, así como también el acomodo de máquinas y herramientas de tal forma que se pueda realizar en cada proceso en tiempo y distancia, así optimizar el trabajo de los operadores, priorizando las áreas y eliminando la falta de espacio.

Es importante tener una buena distribución de la planta, ya que si se descuida puede llegar a ser deficiente para la funcionalidad de la misma empresa, más que nada siendo una gran desventaja el cruce y mal manejo de personal y materiales. (Sortino, 2001)

### **AMEF**

El AMEF es una herramienta que facilita el análisis eficiente para detectar problemas de riesgo, y el efecto que puede tener dentro de un proceso o fabricación de un

producto, este permite detectar a tiempo los problemas, para así plantear estrategias para eliminarlas, así no afectar el desempeño, ni la calidad del producto.

Esta Herramienta se realiza al inicio, durante y después de realizar la producción, se hace al inicio para evitar posibles fallas antes de comenzar a trabajar, durante, por si se requiere realizar un cambio o modificación, y después, para evitar posibles fallas para la próxima producción y así seguir mejorando. (Rosales, 2014)

### **Diagrama de flujo**

El Diagrama de Flujo es una representación, por medio de gráficos, el cual permite conocer paso a paso un proceso, así como también por la sencillez de su estructura, permite desarrollar la mejora continua, comúnmente se utiliza para planificar, siguiendo una serie de pasos, que van desde su inicio, desarrollo y final, son clave fundamental para para la gestión de los procesos. Dentro de una empresa simplifica las tareas y facilita la toma de decisiones, ya que se puede tener un control del flujo de los procesos, de una forma más entendible y eficaz. (Hubspot, 2022)

### **Ruta de procesos**

Es un documento controlado en cual nos muestra el dibujo de la parte con las características que realiza la operación, sus especificaciones, tolerancia, secuencia de maquinado, así como; donde sujeta y donde localiza la máquina para fabricarla.

Cabe mencionar que la gestión para procesos y resultados, la cual (2010) 11, según Roberto García y Mauricio García, este fue creado para enfrentar las crisis financieras y fiscales y de esta forma lograr mantener un alto nivel de desarrollo. En cambio, para otros países con un alto nivel de desarrollo su objetivo alcanzar un nivel aún más alto de desarrollo. (Microsoft Build, 2022)

### **Ruta de herramientas**

Es un documento controlado en el cual nos muestra los números de planos de diagramas hidráulico, eléctrico y neumático, las herramientas de corte que utilizan las máquinas, cantidad, tipo, código del almacén, y código del proveedor. (MDM, 2015)

### **Programación de máquina CNC**

La programación del CNC, es un control numérico que es utilizado mediante instrucciones programables, que controla una máquina herramienta, está estrechamente relacionada con el proceso de manufactura, busca mejorar la automatización de una forma más flexible.

Esta herramienta permite tener un control total de las máquinas, ya que se encarga de dar órdenes precisas y de esta forma cumplan con su labor sobre las piezas de unas formas más eficiente y automática. (AUTODESK, 2022)

### **Pruebas de maquinado**

Las pruebas de máquina son aquellas que permite conocer la durabilidad de materiales y herramientas, de esta forma determinar la posibilidad calcular su comportamiento en un proceso. Para los resultados que se irán observando durante y después de cada una de las pruebas del funcionamiento realizado, estas se validan por programas de un procesamiento donde se diseñan y se desarrollan los modelos en paquetes de diseño. También se logran encontrar enormes posibilidades al procesar piezas con geometrías de alta dificultad mediante el procedimientos y perspectivas de simulaciones que ayudan a las pruebas de maquinado a dar visualizaciones de alta dificultad. (Utrilla, 2019)

### **Elaboración de frecuencia de cambio de herramientas**

Es el documento que te muestra la cantidad de piezas a las cuales deber reemplazar o girar una herramienta de corte, con este documento se controla la vida de la herramientas y herramientas.

Las operaciones realizadas son partes que se rediseñan y se instalan de manera hábil, así también es importante tomar en cuenta el tiempo de vida de la herramienta de corte como las partes rediseñadas e instaladas esto garantiza un excelente funcionamiento que da seguridad al proceso para los cambios o bien para los resultados que se den al finalizar la producción. (Catarino Aguilar, 2020)

### **Elaboración de HOE**

La Hoja de Operación Estándar es un formato que permite la estandarización de cada operación, determinando un orden y serie de pasos, en los cuales se registra, el tiempo de en qué se ejecutara y los recursos que requiere cada operación.

Para la realización de las operaciones estándar es necesario darle un uso apropiado de las maquinas dentro del área de los productos de las empresas, para ello las ideas del desarrollo que parten del ver las necesidades de procesar y estandarizar un proceso con ejecuciones de maquinaria como resultado de operaciones que se manipulan mediante herramientas sin alguna precaución y control en el desarrollo de actividades. Para lograr con cada uno de los objetivos se debe de realizar un análisis de operarios en donde se pueden encontrar varios errores donde no se realiza un uso no adecuado en los elementos y procesos durante los factores de las protecciones personales al momento de ejecutar las actividades. (MDM, 2015)

## **Herramientas de calidad aplicadas**

### CPK'S

Nos indica si el proceso está centrado dentro de los límites de control y las especificaciones del cliente. Este es el valor el cual caracteriza una relación existente mediante el proceso las distancias a un límite de especificación, llevándole al proceso que entrega resultados con margen de error bajo. Este se transforma como un índice de capacidad que comprueba una calidad de un proceso admitiendo algunos límites en las especificaciones necesarias. (CONESA, 2008)

## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO**

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

#### **Etapas del proyecto:**

#### **Cronograma de actividades**

En la figura 4.1 se muestra el cronograma de actividades que se desarrollaran en forma secuencial que se requiere para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

<b>Actividad por mes</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
4.1 Se analizará el dibujo del cliente. 4.2 Análisis de maquinado del cliente y desarrollo de propuestas de maquinado.	<b>X</b>				
4.3 Búsqueda de maquinaria apta para el maquinado. 4.4 Diseño y fabricación de dispositivos de sujeción. 4.5 Cotización y compra de herramienta especial.	<b>X</b>	<b>X</b>			
4.6 Elaboración de lay out de planta. 4.7 Elaboración de AMEF. 4.8 Elaboración de diagrama de flujo. 4.9 Elaboración de ruta de procesos. 4.10 Elaboración de ruta de herramientas. 4.11 Programación de máquina CNC.	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
4.12 Pruebas de maquinado. 4.13 Elaboración de frecuencia de cambio de herramientas. 4.14 Elaboración de HOE. 4.15 Toma de tiempos ciclo	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	

de maquinado.					
4.16 Aprobación de calidad.	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	

Figura 4.1 Cronograma de actividades, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.1 Se analizará el dibujo del cliente**

En este punto se revisa a detalle el dibujo de la pieza que proporciona el cliente (ver figura 4.2 y 4.3) en el cual nos indica la zona a maquinar junto con sus características, dimensiones y especificaciones y para su implementación en la empresa, El cliente no realizo cambio de ingeniería en el dibujo original solo pidió el realizar el proceso completo de la pieza por eso no se indicó con presentación.

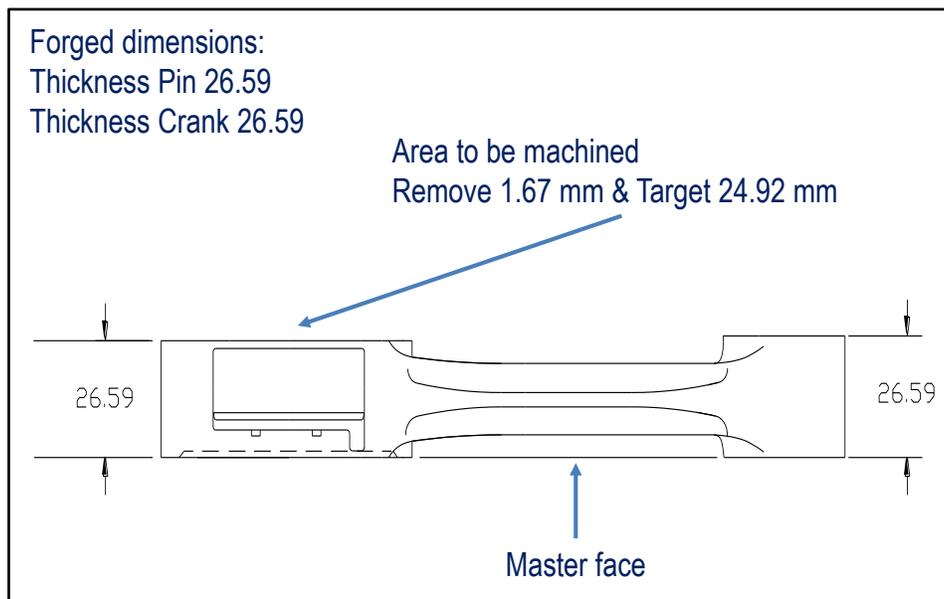


Figura 4.2 Dibujo de pieza proporcionada por el cliente, Fuente: Elaboración cliente, 2022.

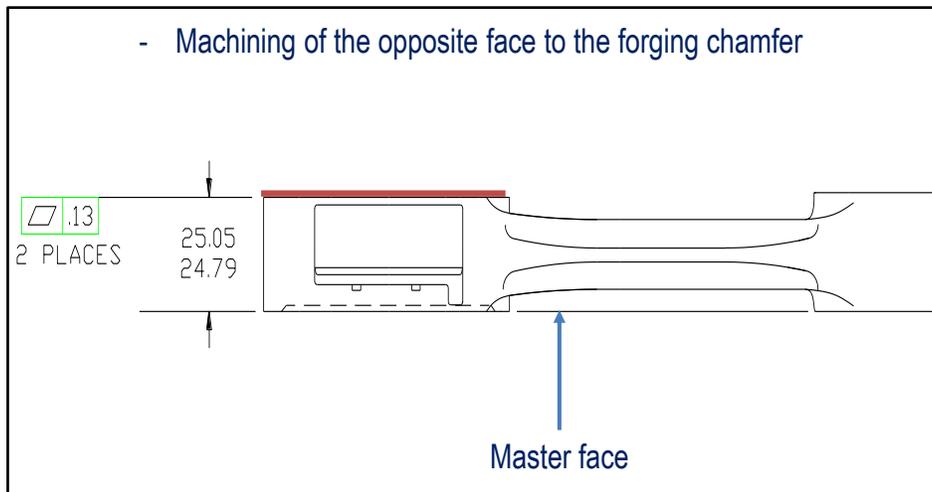


Figura 4.3 Dibujo de pieza proporcionada por el cliente, Fuente: Elaboración cliente, 2022.

#### **4.2 Análisis de maquinado del cliente y desarrollo de propuestas de maquinado**

El cliente hace mención a la rectificación a la cara del lado cigüeñal usando una maquina rectificadora. De tal manera se revisan opciones de rectificado y se llegó a la conclusión de que es muy lento el proceso, tomando en cuenta la cantidad de piezas a maquinar y la cantidad de material a remover, por lo cual se propuso la idea del torneado, considerando que se tiene varios tornos disponibles dentro de la empresa. Así mismo se revisan los recursos existentes y se detectan herramientas de corte con su vida útil finalizada de las cuales hay demasiadas en existencia. En un inicio esta herramienta fue compradas para un maquinado en especial, pero por la forma de la pieza se usan los cuatro filos a 95° y después se consideran como desecho (ver figura 4.4).



Figura 4.4 Herramienta de desecho, Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **4.3 Búsqueda de maquinaria apta para el maquinado**

Se revisaron las maquinas disponible dentro de empresa considerando las características de la pieza a maquinar, se tomó la decisión de usar la maquina Mitsubishi Modelo MTC10B, Numero de serie T10B-087, esta máquina la cual se adapta a lo que se desea realizar por su tamaño y dimensiones, de esta manera se les dará un uso a los recursos existentes (ver figura 4.5).



Figura 4.5 Maquina Mitsubishi Modelo MTC10B, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.4 Diseño y fabricación de dispositivos de sujeción**

Para la realización de las pruebas de maquinado del careado lado cigüeñal, se lleva a cabo una serie de modificaciones a un juego de mordazas ya existentes, para adaptarlas a la pieza, las modificaciones fueron.

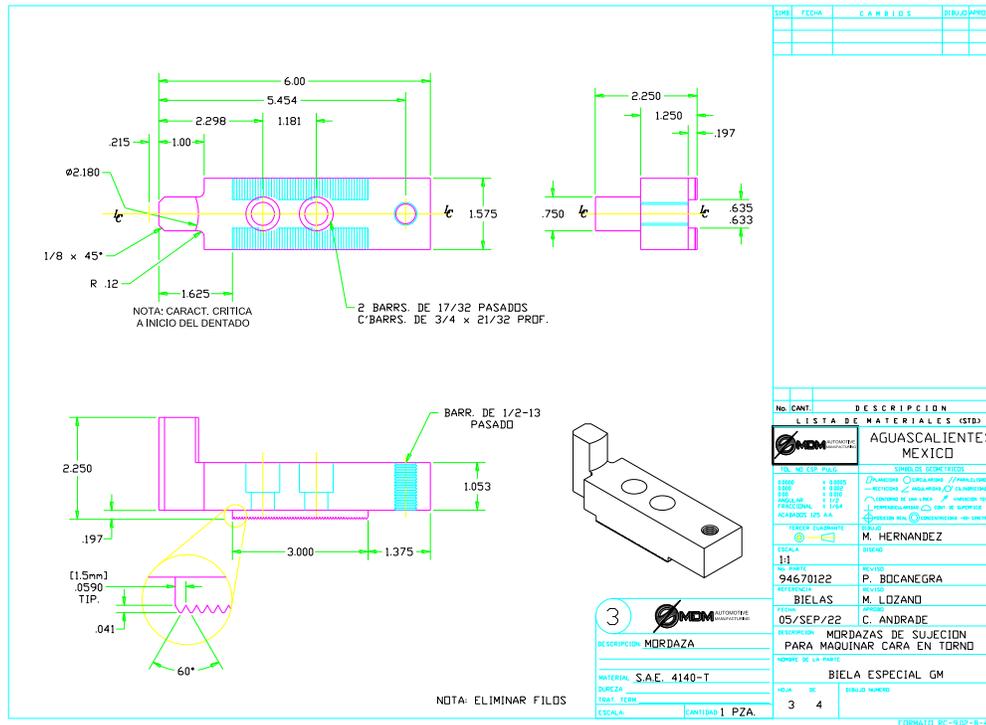
- Se agrego soldadura al diámetro exterior donde se sujetará la pieza, esto para compensar el aválalo del diámetro de la fundición de la pieza y absorber y centrar maquinado de pieza.
- Se ajustan al diámetro y cara dándole un pequeño torneado para su buen asentamiento y así evitar variación en el proceso.
- Se coloco contra peso aproximado para compensar el peso del vástago de la pieza y así evitar desbalanceo al momento del giro (ver figura 4.6).



Figura 4.6 Contra peso de mordazas, pieza amarilla, Fuente: Elaboración propia, 2022.

En los resultados de maquinado y las pruebas de la sujeción de la pieza que fueron satisfactorios, se coordinó con el departamento de ingeniería de diseño la elaboración de las nuevas mordazas de sujeción para realizar los dibujos y programar la fabricación de las mismas (ver figura 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10).





#### **4.5 Cotización y compra de herramienta especial**

Se revisa con el departamento de compras la búsqueda de una herramienta especial para la sujeción del inserto a 90° de su posición original para usar los cuatro lados restantes tomando en consideración el tipo de material a remover, la zona y así se le puede dar una segunda vida a los insertos (ver figura 4.11).

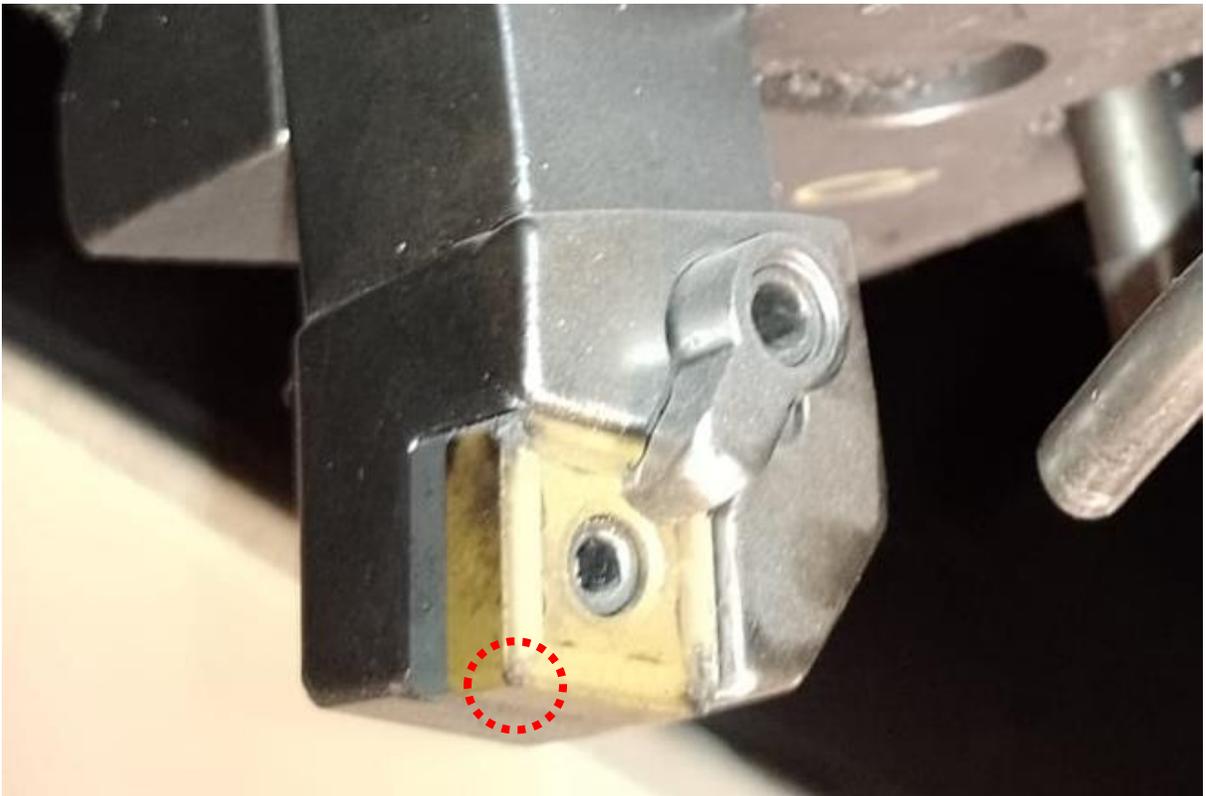


Figura 4.11 Herramienta con inserto a usar, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.6 Elaboración de layout de planta**

Se revisó la línea de producción y layout de planta de bielas para analizar espacios y lugar más conveniente para la colocación de máquina. En este punto se tomaron en cuenta el flujo de material, ergonomía del operador, tamaño de máquina y espacios para servicios de mantenimiento preventivo.

Se realizó junta con la alta dirección y se muestra una propuesta de layout donde se colocará la ubicación de máquina (ver figura 4.12).

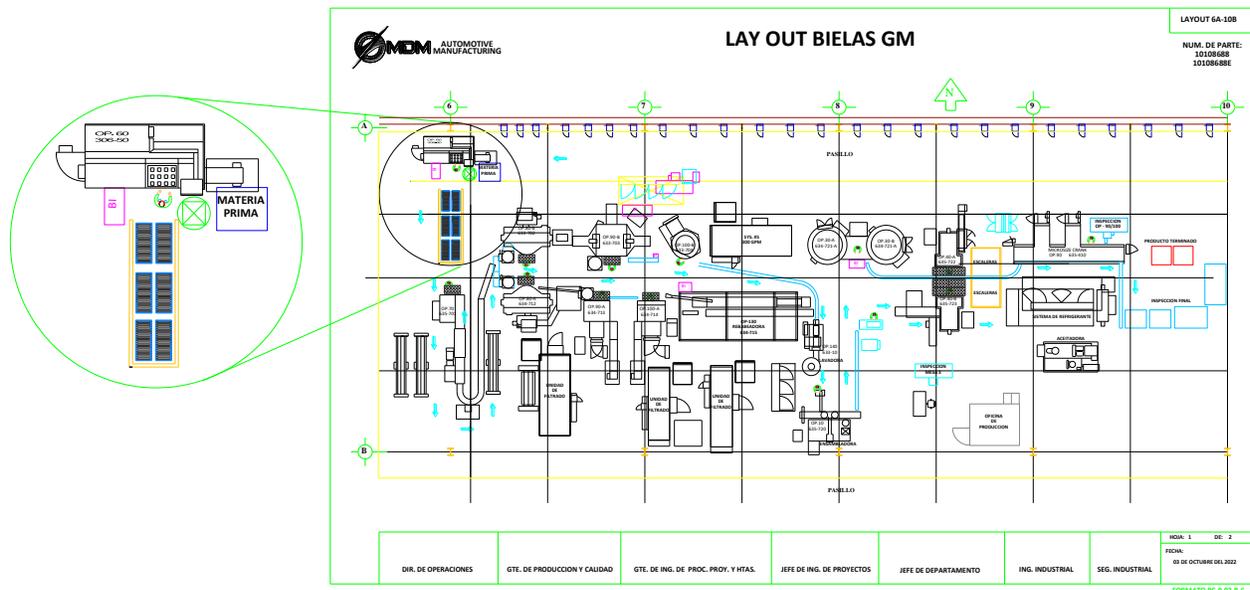


Figura 4.12 Nuevo layout en la planta, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.7 Elaboración de AMEF**

El AMEF de proceso siempre deberá ser creado o desarrollado por un equipo multidisciplinario. Se realizó junta con el grupo multidisciplinario, se analizaron las características del dibujo del cliente.

En esta técnica analítica se identifican los modos de falla potenciales del proceso, relacionados con la parte, estima los efectos potenciales en el cliente debido a las fallas, e identifica sus causas potenciales en los procesos de manufactura; también determina las variables relevantes del proceso para determinar y prevenir las condiciones de falla. Utiliza la probabilidad de ocurrencia y detección en conjunto con el criterio de seguridad, con el propósito de determinar un número de prioridad de riesgo (NPR) y SOD.

El análisis y revisión de forma ordenada de un proceso nuevo o modificado, favorece la resolución o monitoreo de problemas potenciales del proceso durante las etapas de planeación de la manufactura de un nuevo proceso e Iniciar acciones para reducir aquellos riesgos con los mayores impactos potenciales, Da seguimiento a los resultados del Plan de Acción en términos de reducción de riesgo (ver figura 4.13).

**ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL (AMEF DE PROCESO)**

No. AMEF: AAJ-60

PROTOTIPO   
  PPLANZAMIENTO   
  PRODUCCIÓN

NOMBRE Y No. DE PARTE DEL PRODUCTO: BIELA (CONNECTING ROD ASM) / 10108888   
 RESP. PRIMARIA DEL PROCESO: CONTROL DE CALIDAD   
 MIEMBROS DEL EQUIPO: ING. DE CALIDAD G. CONTRERAS  
ING. DE PRODUCCIÓN M. RAMOS  
REP. MECÁNICA S. LOPEZ

DEPARTAMENTO: 390   
 VEHICULO/AÑO MODELO: \_\_\_\_\_  
 ELABORADO POR: PAULO BOCANIEGRA / ING. DE PROCESOS   
 ORIGINAL: 15-nov-04  
 No. DE DIBUJO: 10108888   
 FECHA AMEF: 01-nov-22   
 REVISIÓN: \_\_\_\_\_  
 FECHA DE ÚLTIMO CAMBIO DE INGRESA. / U.C.I. / EWO: 07-DEC-2007 / 625A / CZNRZ

OP.	FUNCIÓN DEL PROCESO	REQUERIMIENTO	MODO DE LA FALLA POTENCIAL	EFECTOS(S) DE LA FALLA POTENCIAL	S. CAR. CRIT. B	CAUSA(S) DE LA FALLA POTENCIAL	O. C. G. R.	CONTROLES ACTUALES DEL PROC. PARA LA PREVENCIÓN	CONTROLES ACTUALES DEL PROC. PARA LA DETECCIÓN	O. C. G. R.	N. P. R.	ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE Y FECHA DE TERMINACIÓN	RESULTADOS DE ACCIÓN				LECCIONES APRENDIDAS
														ACCIONES TOMADAS	S. C. G. R.	N. P. R.		
60A-01	TORNEADO DE ESPESOR DEL DIÁMETRO DE CIGUEÑAL (LADO ORESTO AL MAESTRO)	ESPESOR DEL DIÁMETRO DE CIGUEÑAL (0.981" ± 0.004")	(+) ESPESOR	MAQUINADO DESPLAZADO EN OP. 80A/B	4	AJUSTE INCORRECTO	2	CAPACITACION Y ADESTRAMIENTO A OPERADORES MATRIZ DE HABILIDADES RC.VA 7.2 / 7.3-008	CALIBRADOR PASA NO PASA G-909598 INSPECCIÓN I C / 10 PIEZAS Y REGISTRO 1 / TURNO / EN BANCO DE INSP. / MANUAL	6	48							
			(-) ESPESOR	MAQUINADO DESPLAZADO EN OP. 80A/B	4	AJUSTE INCORRECTO	2	CAPACITACION Y ADESTRAMIENTO A OPERADORES MATRIZ DE HABILIDADES RC.VA 7.2 / 7.3-008		6	48							
60A-02		PLANICIDAD (13 Mm)	PLANICIDAD FUERA DE ESPECIFICACION	MAQUINADO DESPLAZADO EN OP. 80A/B	4	DISPOSITIVO CON DESGASTE	2	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) IT-9.15-G	COPDAX C-60024 U-2 INSP. Y REG. I / TURNO / EN LAB. DE METROLOGIA / AUTOMATICO	6	48							

Figura 4.13 Elaboración de un AMEF, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.8 Elaboración de diagrama de flujo**

Se realiza una modificación del diagrama de flujo donde se concluye a una nueva operación de maquinado. Uno de los factores importantes para la disposición de la planta es el factor de materiales para una buena elaboración de un diagrama

de flujo es el factor de material, ya que se analiza la variedad, cantidad de los sistemas de producción (ver figura 4.14).

OP.		SIMB.	DESCRIPCIÓN
5		□	INSPECCIÓN DE RECIBO DE MATERIALES
		→	A ALMACÉN DE MATERIALES PRODUCTIVOS
		△	ALMACENAMIENTO
		→	A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
60		□	MAQUINADO DE CARA CIGÜEÑAL LADO OPUESTO AL MAESTRO
			MAQUINA 306-50
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
70		□	BROCHADO DE CARAS LATERALES CUERPO Y TAPA. SEPARACIÓN DE CUERPO Y
			TAPA MAQ. 633-701
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
80-A TAPA		□	RECTIFICADO CARAS DE ENSAMBLE MAQ. 634-712
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
80-B CUERPO		□	RECTIFICADO CARAS DE ENSAMBLE MAQ. 633-702
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
90-A TAPA		□	BARRENADO Y RIMADO PARA TORNILLO, DESAHOGO PARA TUERCA MAQ. 634-713
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
90-B CUERPO		□	BARRENADO Y RIMADO PARA TORNILLO, RANURA PARA SEGURO MAQ. 633-703
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
100-A TAPA		□	CAJA DE BARRENO PARA TORNILLO DE ENSAMBLE Y PRIMERA RANURA DE SEGURO
			MAQ. 635-714
		□	VENTANA DE CALIDAD No. 1
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO
100-B CUERPO		□	CHAFLÁN Y CAJA EN BARRENOS PARA TORNILLOS MAQ. 633-704
		●	SCRAP (CONTENEDOR GENERAL)
		→	MATERIAL OK, PARA CONTINUAR PROCESO

○	Operación de manufactura	▽	Etiquetado	SC	C. Significativa
□	Operación de manufactura / Inspección	→	Embarque	AC	C. Atributos
→	A la sig. operación	✉	Envío	CC	C. Controlada
→	Transportación	⊕	C. Seguridad	KPC	C. Clave del producto
△	Inspección	◇	C. Crítica	POC	C. Calidad de producto
△	Almacenamiento	◇	C. Interface	●	Scrap
▽	Empaque	→	C. Estadístico	●	Retrabajo

Figura 4.14 Diagrama de flujo de procesos, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.9 Elaboración de ruta de procesos**

Se elaboró la hoja grafica en cual nos muestra el dibujo de la parte con las características que realiza la operación, sus especificaciones, tolerancia, secuencia de maquinado, así como; donde sujeta y donde localiza la máquina para fabricarla (ver figura 4.15).

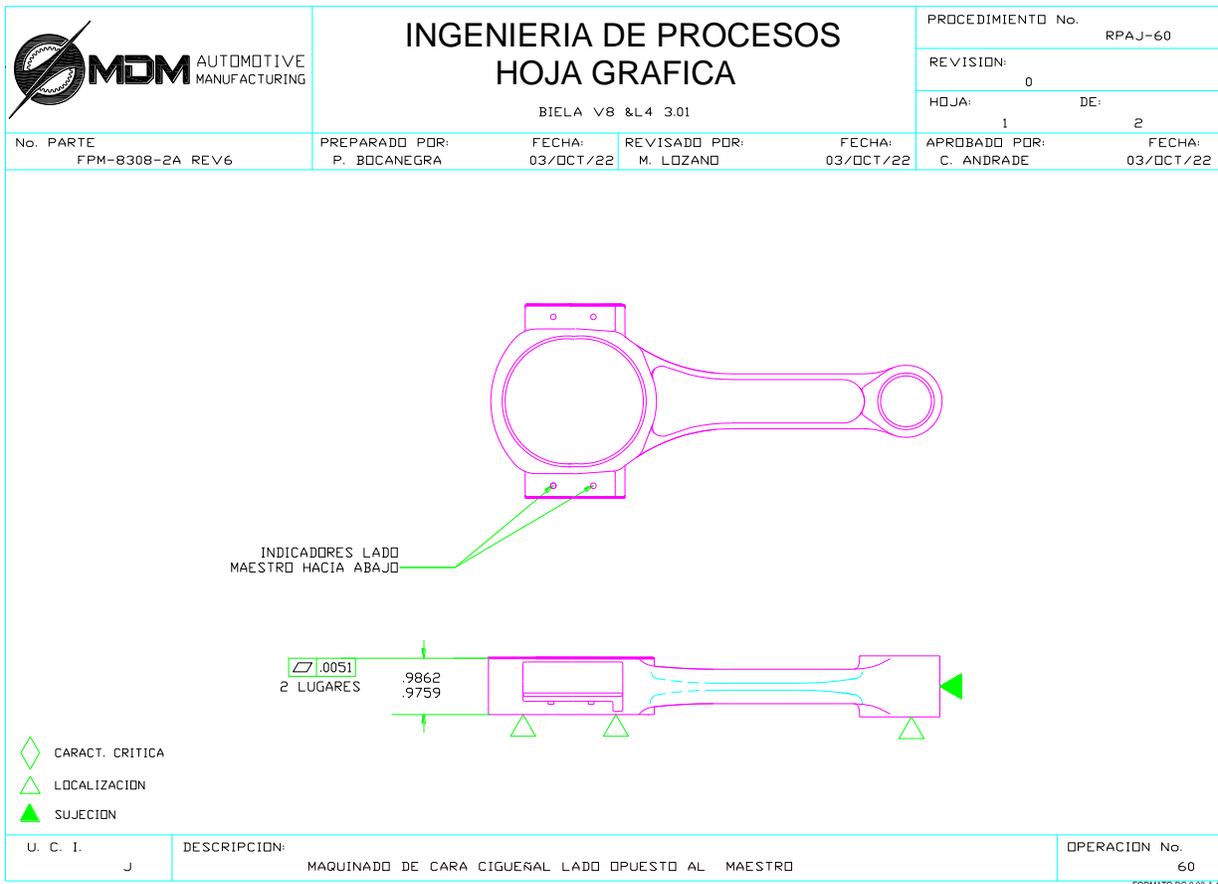


Figura 4.15 Hoja grafica (ingeniería de procesos), Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.10 Elaboración de ruta de herramientas**

Elaboración del documento donde se mostrarán los herramientas: herramientas y partes de desgaste de la operación (ver figura 4.16).

	<b>INGENIERIA DE PROCESOS HOJA DE HERRAMIENTAS</b> BIELA (CONNECTING ROD ASM)				PROCEDIMIENTO No. RHAJ -060		
					REVISION : 1	MAQUINA : 306-50	
					HOJA : 1	DE : 2	
No. DE PARTE : 10108688	PREPARADO POR : P. BOCANEGRA	FECHA : 3-oct-22	REVISADO POR : M. LOZANO	FECHA : 3-oct-22	APROBADO POR : C. ANDRADE	FECHA : 3-oct-22	
DESCRIPCION DE LA OPERACION	CAMBIOS	DESCRIPCION DE LAS HERRAMIENTAS	No. DE DIBUJO	DET.	CANT.	No. DE ALMACEN	
MAQUINADO CARA CIGÜEÑAL LADO		PORTA INSERTO MCKNL 16-5D "MRC TOOL INC. CO"			1	X017R8445	
OPUESTO AL MAESTRO		ASIENTO ICSN5-533 "MRC TOOL INC. CO. "			1	X017R8446	
		CLAMP CL-9 "MRC TOOL INC. CO"			1	X017R8447	
		TORNILLO PARA CLAMP XNS - 59 "MRC TOOL INC. CO"			1	X017R8448	
		TORNILLO LOCALIZADOR NL-58 "MRC TOOL INC. CO "			1	X017R8449	
		INSERTO CNMG 160616 -QR-GP1115 (USADO)			1	X017R9812-R	
DESCRIPCION :					OPERACION :		
MAQUINADO CARA CIGÜEÑAL LADO OPUESTO AL MAESTRO					60		

Figura 4.16 Hoja de herramientas (ingeniería de procesos),  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.11 Programación de máquina CNC**

Se realizan trayectorias de maquinado en Autocad, donde se toman en cuenta las dimensiones finales del maquinado de desbaste, para que la maquina realice los menores movimientos y de esta manera los tiempos serán más cortos y poder cumplir los objetivos de producción.

Se realiza programa por computadora y se carga a máquina a utilizar.

Programa CNC.  
 O60 (OP.60-BIELA)  
 (REV.03/NOV/22)  
 N1  
 M91(CERRAR-PUERTA)  
 G21  
 G0T0707(DESBASTE-DE-CARA-CIGUEÑAL)  
 G57  
 X200.  
 Z150.  
 G50S900  
 G97S700M4  
 G0X80.Z.9  
 G1X55.F.15  
 G0X80.Z.15  
 G0Z0.0

G1X55.F.15  
G0Z150.X100.M9  
M5  
M90 (ABRE-PUERTA)  
M30.

#### **4.12 Pruebas de maquinado**

Se prueba programa CNC en máquina para ver movimientos y trayectorias como se muestra en figuras 4.17, 4.18, 4.19, 4.20 y 4.21.



Figura 4.17



Figura 4.18



Figura 4.19



Figura 4.20



Figura 4.21

Figura 4.17 Se toma material de tarima de fundición de bielas, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 4.18 Se coloca pieza en husillo de máquina recargando en tope físico y sujetándola, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 4.19 Botón de ciclo de maquinado, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 4.20 Se inspecciona pieza, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 4.21 Pieza con las características finales de la operación, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Una vez teniendo la primer pieza dentro de las especificacion, la maquina queda lista para la puesta punto de maquina y liveracion de ella.

#### **4.13 Elaboración de frecuencia de cambio de herramientas**

Se realiza un estimado de duración herramienta de corte para su giro o cambio de ella para evitar variaciones en el proceso de maquinado y evitar piezas fuera de especificación por desgastes o rotura de insertos y así se tiene un mejor control de vida de las herramientas.

Con este estudio se informa al área de almacenes para control de inventarios y costos por fabricación de pieza (ver figura 4.22).

 <b>FRECUENCIA DE CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE CORTE</b>					
LINEA: BIELA (CONNECTING ROD ASM)		OPERACIÓN: 60	REVISION: 0	FECHA: 01-nov-22	PROCEDIMIENTO No. FCAJ-060
MAQUINA: 306-50	ELABORO: P. BOCANEGRA		APROBO: C. ANDRADE		HOJA: 1 DE: 2
DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA	CAMBIOS	AVANCE DE CORTE	R. P. M. (SFM)	FREC. CAMB. O GIRO HTA. (PZAS.)	No. DE CODIGO DE ALMACEN
INSERTO CNMG 160616 - MD (USADO)	A	0.2 mm/Rev.	1200 RPM	50 Pzs./Filo	X004R9763-R
INSERTO CNMG 160616-QR-GP1115 (USADO)	B	0.2 mm/Rev.	1200 RPM	50 Pzs./Filo	X004R9812-R

Figura 4.22 Frecuencia de cambios de herramientas de corte, Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.14 Elaboración de HOE**

Se describen las actividades de cada paso de la operación paso a paso siendo lo más específico posible, de manera que siguiendo los pasos indicados cualquier operario de maquinado con el entrenamiento que recibe en la inducción sea capaz de operar su maquina sin dificultad, el formato que debe usarse lo denominaremos hoja de operación estándar (HOE, ver figura 4.23).

 <b>HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR</b>				<b>No.</b> HOE-CL-060	
LÍNEA:	OP.	ELABORO:	APROBÓ:	FECHA:	HOJA: 1
BIELA (CONNECTING ROD ASM)	60	P. BOCANEGRA	C. ANDRADE	1-nov.-22	DE: 4
					REVISIÓN 1
No.	ELEMENTOS DE OPERACIÓN	AYUDA VISUAL			
1	LEE LA BITÁCORA PARA SABER EN QUE CONDICIONES DEJAN LA MAQUINA Y PROCESO EL TURNO ANTERIOR.	<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center; width: 100%;">           SOLO INICIO DE TURNO         </div>			
2	REALIZA CHECK LIST DE REVISION INICIAL Y PUESTA A PUNTO DE MAQUINA SEGÚN <b>FORMATO RC 9,15-G1</b> Y PARAMETROS A EVALUAR PARA LA PUESTA A PUNTO SEGÚN <b>FORMATO RC-601-1-13</b> , TAL Y COMO LO MARCA <b>TPM</b>				
3	UNA VEZ REALIZADA LA PUESTA A PUNTO DE MAQUINA SE PROCEDERA A MAQUINAR DE LA SIGUIENTE MANERA.				
4	<p>*ABRIR PUERTA CON TU MANO DERECHA TOMA UNA PIEZA DEL CONTENEDOR DE FORJA E IDENTIFICA EL LADO OPUESTO AL MAESTRO.</p> <p>*UNA VEZ ABIERTA LA PUERTA CON MANO IZQUIERDA SUJETA LA PIEZA MONTADA Y AL MISMO TIEMPO CON TU PIE PRESIONA EL PEDAL PARA LIBERAR Y RETIRAR PIEZA</p> <p>*COLOCA PIEZA QUE TRAES EN TU MANO DERECHA, APOYALA EN LAS MORDAZAS Y PRESIONA EL PEDAL PARA QUE ABRAN LAS MORDAZAS Y REALICE LA SUJECION DE PIEZA..</p>				
<b>TIEMPO TOTAL DE TRABAJO MANUAL</b>		12"			
<b>TIEMPO TOTAL AUTOMÁTICO</b>		17"			
<b>PIEZAS POR HORA AL 80% DE EFICIENCIA</b>		97 pzs.			
HERRAMIENTAS DE TRABAJO		PROCEDIMIENTOS Y/O INSTRUCTIVOS		EQUIPO DE SEGURIDAD	
PISTOLA CON AIRE COMPRIMIDO LLAVES ALLEN LLAVES TORX		PG-MDM-0501 IT-6.01 PG-MDM-0801 IT-6.04 PG-MDM-0901 IT-6.17 PG-MDM-0903 PG-MDM-1301		GUANTES DE NITRILO REFORZADO LENTES DE SEGURIDAD ZAPATOS DE SEGURIDAD TAPONES AUDITIVOS UNIFORME DE MDM	

Figura 4.23 Hoja de operación estandar Fuente: Elaboración propia, 2022.

(Continuacion).

 <b>HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR</b>				<b>No.</b> HOE-CL-020	
LÍNEA:	OP.	ELABORO:	APROBÓ:	FECHA:	HOJA: 2
BIELA (CONNECTING ROD ASM)	60	P. BOCANEGRA	C. ANDRADE	1-nov.-22	DE: 4
					REVISIÓN 1
No.	ELEMENTOS DE OPERACIÓN	AYUDA VISUAL			
5	CIERRA LA PUERTA DE LA MÁQUINA Y OPRIME EL BOTÓN DE INICIO DE CICLO PARA QUE INICIE EL MAQUINADO				
6	SE PROCESA CICLO DE MAQUINADO: (DESBASTE DE CARA CIGÜEÑAL LADO OPUESTO AL MAESTRO)				
7	TOMA LA PIEZA Y COLOCALA EN LA MESA DE INSPECCION.				
8	EL PROCESO DE MONTAJE Y MAQUINADO SERA EN SERIE REPITIENDO DE MANERA CICLICA DESDE EL PASO CUATRO AL SIETE				
9	INSPECCIONAR PIEZA APEGANDOCE 100% AL PLAN DE CONTROL				
10	SI LA PIEZA ESTA BIEN, COLOCALA EN EL CONTENEDOR DE FORJA				
11	SI LA PIEZA ESTA FUERA DE ESPECIFICACION DEJA DE MAQUINAR Y AVISA DE INMEDIATO A TU JEFE DIRECTO PARA ACTUAR DE ACUERDO AL INSTRUCTIVO DE MATERIAL NO CONFORME				
<b>TIEMPO TOTAL DE TRABAJO MANUAL</b>		12"			
<b>TIEMPO TOTAL AUTOMÁTICO</b>		17"			
<b>PIEZAS POR HORA AL 80% DE EFICIENCIA</b>		97 pzs.			
<b>HERRAMIENTAS DE TRABAJO</b>		<b>PROCEDIMIENTOS Y/O INSTRUCTIVOS</b>		<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>	
PISTOLA CON AIRE COMPRIMIDO LLAVES ALLEN LLAVES TORX		PG-MDM-0501 IT-6.01 PG-MDM-0801 IT-6.04 PG-MDM-0901 IT-6.17 PG-MDM-0903 PG-MDM-1301		GUANTES DE NITRILO REFORZADO LENTES DE SEGURIDAD ZAPATOS DE SEGURIDAD TAPONES AUDITIVOS UNIFORME DE MDM	

(Continuacion).

MDM AUTOMOTIVE MANUFACTURING				HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR		No. HOE-CL-060	
LÍNEA:	OP.	ELABORO:	APROBÓ:	FECHA:	HOJA:	DE:	REVISIÓN
BIELA (CONNECTING ROD ASM)	60	P. BOCANEGRA	C. ANDRADE	1-nov.-22	3	4	1
No.	ELEMENTOS DE OPERACIÓN	AYUDA VISUAL					
12	REALIZA TU CHECK LIST DE ORDEN Y LIMPIEZA, SEGÚN EL FORMATO RA.6,16-01	<p>SOLO FIN DE TURNO</p>					
13	AL FINALIZAR EL TURNO DE TRABAJO, ESCRIBE EN LA BITÁCORA DE TU OPERACIÓN TODOS LOS PENDIENTES O ACONTECIMIENTOS OCURRIDOS EN EL TRANCURSO DEL TURNO.						
14							
15							
16							
17							
<b>TIEMPO TOTAL DE TRABAJO MANUAL</b>		12"					
<b>TIEMPO TOTAL AUTOMÁTICO</b>		17"					
<b>PIEZAS POR HORA AL 80% DE EFICIENCIA</b>		97 pzs					
HERRAMIENTAS DE TRABAJO		PROCEDIMIENTOS Y/O INSTRUCTIVOS		EQUIPO DE SEGURIDAD			
PISTOLA CON AIRE COMPRIMIDO LLAVES ALLEN LLAVES TORX		PG-MDM-0501 PG-MDM-0801 PG-MDM-0901 PG-MDM-0903 PG-MDM-1301		IT-6.01 IT-6.04 IT-6.17			
				GUANTES DE NITRILLO REFORZADO LENTEs DE SEGURIDAD ZAPATOS DE SEGURIDAD TAPONES AUDITIVOS UNIFORME DE MDM			



### REPORTE TIEMPO CICLO LINEA DE BIELAS GM

OP.	NUM. MAQUINA	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	TIMPO CICLO
60	306-50	17.3	17.6	18.67	17.45	17.22	17.98	18.33	17.12	17.21	17.84	<b>17.672</b>
		CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	CARGA
		7.11	7.2	6.58	6.32	7.16	6.45	6.86	7.49	7.19	8	<b>7.036</b>
		CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	DESCARGA
		4.66	5.4	5.12	4.99	4.87	4.12	4.76	5.1	5.22	4.9	<b>4.914</b>
		<b>SOPLETEO</b>										
		<b>0</b>										
		<b>TIEMPO TOTAL</b>										
		<b>29.622</b>										

Figura 4.24 Reporte tiempo ciclo linea de bielas GM Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se descargan valores en formato de capacidad instalada de línea de producción de la línea de bielas para hacer el comparativo contra las demás operaciones.

La capacidad instalada de la línea de bielas está considerada con un turno y se trabaja al 60% de su capacidad a excepción de la operación #60 que trabaja al 80% (ver figura 4.25).

BIELAS											Fecha:	1-nov.-22				
Datos Generales											Elaboró:		P. Bocanegra			
No. de Operación	No. de Máquina	Proceso	Carga	Tiempo Ciclo Total del Proceso (Seg.)					Piezas por hora a:		Cantidad de piezas producidas al 80% por:					
				Ciclo de Máq. ACTUAL	Descarga	INSPECCION	Sopleteo de Pza./Disp.	Total de Tiempo Ciclo	100%	60%	Operación al 100%	Operación al 60%	Día	Semana AL 60%		
60	306-50	DESBASTE	7	17.67	4.91	0	0	29.58	122	97	122	97	730	4381		
70	633-701	BROCHADO	0	4.41	0	0	0	4.41	816	490	816	490	3673	22041		
80 A	634-712	RECTIFICADO	0	36.72	0	0	0	36.72	980	588	980	588	4412	26471		
80B	633-702		0	42.4	0	0	0	42.4	340	204	340	204	1528	9170		
90 A	634-713	BARRENADO Y	0	36.58	0	0	4.05	40.63	354	213	354	213	1595	9569		
90 B	633-703	RIMADO	0	39.3	0	0	5.12	44.42	324	195	324	195	1459	8753		
100 A	634-714	CHAFLAN Y BARRENO	0	25.99	0	0	4.31	30.3	475	285	475	285	2139	12832		
100 B	634-704		0	11.41	0	0	0	11.41	1262	757	1262	757	5679	34075		
130	S/N	REBABEO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
140	S/N	LAVADO	0	10.46	0	0	0	10	344	207	344	207	1549	9293		
10	635-720	ENSAMBLE	0	7.17	0	0	0	7.17	502	301	502	301	2259	13556		
30 A	635-721 A	RECTIFICADORA	0	49.81	0	0	0	49.81	723	434	723	434	3252	19514		
30B	635-721 B		0	48.72	0	0	0	48.72	739	443	739	443	3325	19951		
40 A	635-722	MANDRILADO	10.22	71.3	7.27	0	7.03	95.82	113	68	370	222	1665	9990		
40B	635-723		9.81	35.81	6.24	0	4.11	55.97	257	154						
90	635-410	MICROSIZE	0	7.1	0	0	0	7.1	507	304	507	304	2282	13690		
110	S/N	LAVADO Y SECADO	0	4.3	0	0	0	4.3	837	502	837	502	3767	22605		

TURNO	Horas por:	
	Día	Semana
1º	8	48.0
2º		
3º		
Total	7.5	45.0

Figura 4.25 Reporte numero 1 capacidad instalada y tiempo ciclo, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Posteriormente se descarga la información en reporte de eficiencia de operación (ver figura 4.26) para ver si se cumple el objetivo.

BIELAS				Fecha:	1-nov.-22		
				Elaboró:		P. Bocanegra	
Operación	No. de máquinas activas	Piezas por semana al 80%	Requerimiento de producción semanal	Eficiencia de trabajo (100%)	Cumple/	No	Cumple 100%
60	1	4381	4000	91%	✓		
70	1	22041	4000	18%	✓		
80 A	1	26471	4000	15%	✓		
80 B	1	9170	4000	44%	✓		
90 A	1	9569	4000	42%	✓		
90 B	1	8753	4000	46%	✓		
100 A	1	12832	4000	31%	✓		
100 B	1	34075	4000	12%	✓		
130	1	0	4000	0%	✓		
140	1	9293	4000	43.0%	✓		
10	1	13556	4000	29.5%	✓		
30 A	1	19514	4000	20%	✓		
30 B	1	19951	4000	20.0%	✓		
40A , B	1	9990	4000	40.0%	✓		
90	1	13690	4000	29.2%	✓		
110	1	22605	4000	17.7%	✓		

Figura 4.26 Reporte No. 2 eficiencia de operación Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.16 Aprobación de calidad**

En esta actividad se documentará toda la información del proceso en donde posteriormente se presentará al departamento de control de calidad para realizar una corrida corta de piezas (entre los departamentos de Ingeniería de procesos, control de calidad y producción definen la cantidad de piezas), con el fin de ver el comportamiento del proceso en condiciones normales.

Para procesos de desbaste la corrida se aprueba con un CPK de 1.33 en características no críticas y usadas para maquinado previos.

### ***CAPÍTULO 5: RESULTADOS***

#### **12. Resultados**

##### **Resultados de prueba de inserto**

En la siguiente imagen (ver figura 5.1) se muestran los resultados de la prueba realizada al inserto en el maquinado del espesor de biela la cual se obtuvo después de maquinar las 150 piezas. Dándonos el documento de aprobación de la prueba de la herramienta para el maquinado de la biela.

Actividades realizadas por cada departamento.

- Ingeniería de procesos fue el responsable de la implementación del proceso.
- Ingeniería de calidad reviso que el material cumpla con los requerimientos.
- Producción superviso los objetivos.

- La prueba fue realizada por el operador ya fue el maquino las piezas.

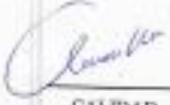
		<b>INGENIERIA DE PROCESOS PRUEBA DE HERRAMIENTAS HOJA DE ANOTACION</b>			FECHA: 1-09-22																																						
					ELABORO: F. BOCANEGRA																																						
LÍNEA: BIELAS	OPERACIÓN: 60	MAQUINA: 615-50	HOJA: 1	DE: 1																																							
DESCRIPCIÓN DEL MAQUINADO: MAQUINADO DE CARA LADO CIGÜEÑAL																																											
HTA. ORIGINAL: NA	COD. DE ALM. NA	PROVEEDOR: NA																																									
HTA. DE PRUEBA: INSERTO PARA CARREADO 894R9765, 894R9812		PROVEEDOR: CARBIDE TOOLS																																									
INSTRUCCIONES ENCERRADAS EN UN CIRCULO LA ULTIMA PEA MAQUINADA				HACER CROQUIS DEL MAQUINADO																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIED</th> <th>PIEZAS</th> <th>RAZON DE CAMBIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>33</td> <td>DESgaste</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>38</td> <td>DESgaste</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>53</td> <td>DESgaste</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>54</td> <td>DESgaste</td> </tr> </tbody> </table>				PIED	PIEZAS	RAZON DE CAMBIO	1	33	DESgaste	2	38	DESgaste	3	53	DESgaste	4	54	DESgaste																									
PIED	PIEZAS	RAZON DE CAMBIO																																									
1	33	DESgaste																																									
2	38	DESgaste																																									
3	53	DESgaste																																									
4	54	DESgaste																																									
5	60	75	80	23	38	53	68	83	98	113	128	143	158	173	188	203	218	233	248	263	278	293	308	323	338	353	368	383	398	413	428	443	458	473	488	503	518	533	548	563	578	593	608
OBSERVACIONES:				OBSERVACIONES:																																							
SEÑALE CON UNA (X) EL MOTIVO POR EL CUAL SE CAMBIO LA HERRAMIENTA																																											
<input type="checkbox"/> A: ROTURA <input type="checkbox"/> B: FIBRACION <input type="checkbox"/> C: OVALIDAD		<input checked="" type="checkbox"/> D: MAL ACABADO (MARCA DE HTA.) <input checked="" type="checkbox"/> E: FUERA DE TOLERANCIA (DESgaste) <input type="checkbox"/> F: OTRA CAUSA																																									
F: OTRA CAUSA		<input type="checkbox"/> RESULTADO DE LA PRUEBA <input checked="" type="checkbox"/> POSITIVA <input type="checkbox"/> NEGATIVA																																									
F: OTRA CAUSA																																											
 OPERARIO / HERRAMENTISTA		 CALIDAD		 SUPERVISOR		 ING. DE PROCESOS																																					

Figura 5.1 Ingeniería de procesos de prueba de herramientas. Hojas de anotación  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

La prueba fue positiva ya que se obtuvo una duración de 50 piezas aproximadamente por filo, teniendo en cuenta que los insertos son desecho y no se gastara en la compra de ellos.

**Resultados de calidad de pieza.**

Los siguientes datos muestran resultados (ver Tabla 5.1) acerca del espesor que se obtuvo de la biela del lado cigüeñal después de realizar las implementaciones anteriores. Dichos datos son la prueba de calidad necesaria para entregar un producto que cumpla con los parámetros establecidos por el cliente.

**Liberacion de maquina**

<b>Pieza</b>	<b>Espesor 1</b>	<b>Planicidad</b>	<b>Pieza</b>	<b>Espesor 1</b>	<b>Planicidad</b>	<b>Pieza</b>	<b>Espesor 1</b>	<b>Planicidad</b>
<b>1</b>	0.9810	0.0005	<b>12</b>	0.9802	0.0005	<b>23</b>	0.9805	0.0004
<b>2</b>	0.9795	0.0005	<b>13</b>	0.9794	0.0003	<b>24</b>	0.9806	0.0005
<b>3</b>	0.9795	0.0004	<b>14</b>	0.9792	0.0002	<b>25</b>	0.9803	0.0004
<b>4</b>	0.9800	0.0005	<b>15</b>	0.9799	0.0004	<b>26</b>	0.9809	0.0003
<b>5</b>	0.9800	0.0004	<b>16</b>	0.9800	0.0003	<b>27</b>	0.9804	0.0003
<b>6</b>	0.9824	0.0005	<b>17</b>	0.9796	0.0006	<b>28</b>	0.9799	0.0004
<b>7</b>	0.9804	0.0005	<b>18</b>	0.9795	0.0003	<b>29</b>	0.9807	0.0004
<b>8</b>	0.9806	0.0006	<b>19</b>	0.9793	0.0002	<b>30</b>	0.9807	0.0004
<b>9</b>	0.9814	0.0003	<b>20</b>	0.9798	0.0004	<b>31</b>	0.9801	0.0003
<b>10</b>	0.9806	0.0004	<b>21</b>	0.9801	0.0004	<b>32</b>	0.9801	0.0002
<b>11</b>	0.9809	0.0006	<b>22</b>	0.9797	0.0004	<b>33</b>	0.9800	0.0003

Tabla 5.1 Liberacion de maquina, Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se observa en la tabla anterior, los datos tienen mínima variación entre ellos, para realizar un estudio más profundo de estabilidad, se realiza en el departamento de calidad el cálculo del Cp y Cpk (ver Figura 5.2) para obtener un panorama de la capacidad del proceso, del cual se obtuvo lo siguiente:

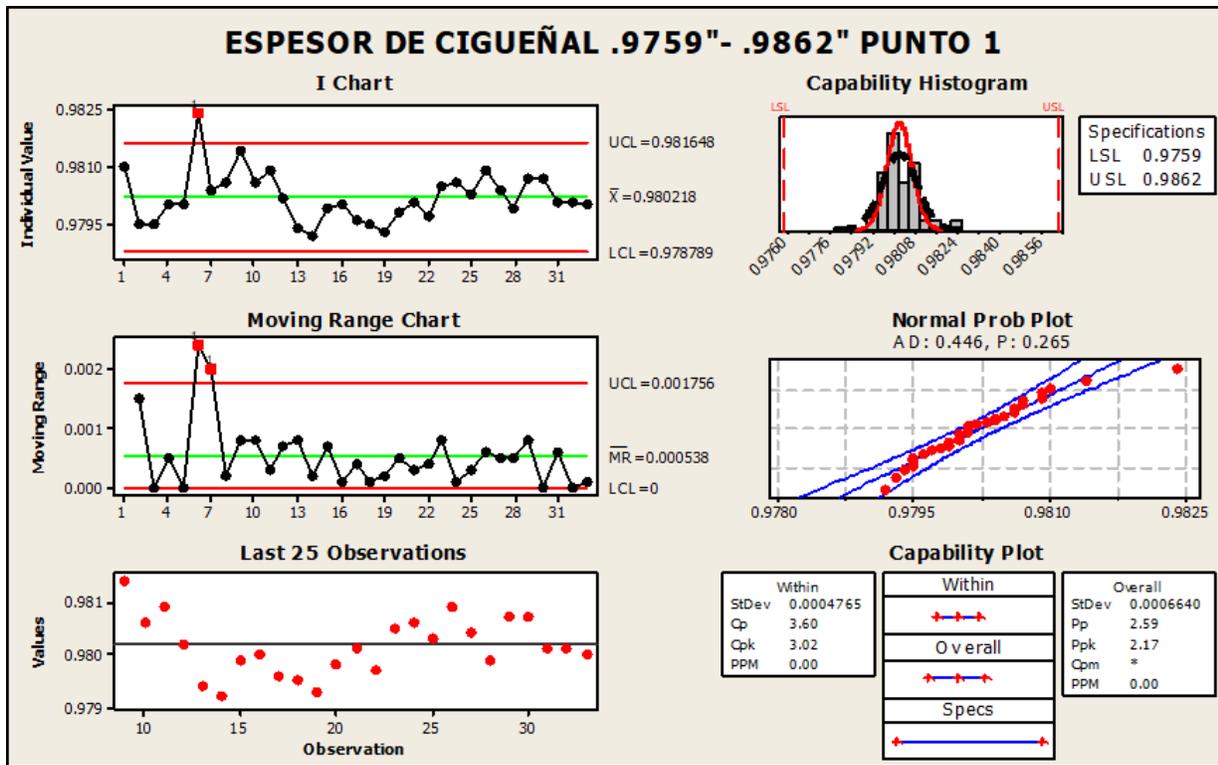


Figura 5.2 CPK, Fuente: Elaboración propia, 2022.

De los estudios anteriores se puede ver que el Cp es de 3.6 lo que indica que nuestro proceso funciona, se encuentra estable y es exitoso, ya que un Cp mayor a 2 indica un nivel Six Sigma del proceso. También se observa que el proceso se encuentra centrado.

Se realiza la siguiente aclaración pertinente, ya que se encuentran alguno que otro punto fuera de los límites, pero esto se debe a que en el dispositivo original las mordazas eran experimentales, fabricadas con material reciclado con el único objetivo de realizar pruebas con los nuevos insertos, por lo que actualmente y en vista de que la implementación tuvo éxito, se mandaron realizar unas mordazas de material nuevo, mismas que evitaran la variación que existe.

Nota: A la característica de planicidad no se le realizó estudio de cpk ya es solo característica de proceso y no afecta a las operaciones siguientes y tampoco al maquinado final de la pieza.

**Liberación de máquina.**

Se muestran resultados de la implementación del proceso de maquinado a la alta dirección, gerente de producción, gerente de calidad y gerente de manufactura. Los cuales dieron el visto bueno y aprobación del proyecto, para llevar a cabo las figuras dándoles apertura a la maquina de tal manera que nos dan perspectivas sobre diferentes modelos de figuras y torneado de las mismas.

			
<b>LIBERACION DE MAQUINARIA Y/O PROCESO PARA FABRICACION EN SERIE</b>			
MAQUINA /EQUIPO No.	615-50	DEPARTAMENTO	335
LINEA	BIELA (CONNECTING ROD ASM)	OPERACIÓN	60
DESCRIPCION DEL EQUIPO:			
maquina Mitsubishi Modelo MTC10B, Numero de serie T10B-087			
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN:			
Maquinado de cara lado cigüeñal			
LOS CRITICOS, ESTAMOS DE ACUERDO EN QUE LA MAQUINARIA ARRIBA INDICADA ES APTA PARA LA FABRICACION EN SERIE, EN LA OPERACIÓN QUE SE INDICA			
AGUASCALIENTES, AGS.		25	DE
		Noviembre	DE 20
			22
GERENTE DE PRODUCCION			
GERENTE DE ING. DE CALIDAD			
GERENTE DE ING. DE MANUFACTURA			
DIRECTOR DE OPERACIONES			

Figura 5.3 Liberación de maquinaria y/o proceso para fabricación de serie, Fuente: Elaboración propia, 2022.

## ***CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.***

### ***13. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO***

El diagnóstico por medio de tiempos ciclo de maquinado permitió identificar falencias en los procesos de planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas al cliente, los cuales influyen en los procesos productivos de la organización y así, se pudo establecer una ruta de mejoramiento.

La evaluación de los procesos periódica en una organización es muy importante para detectar falencias, identificar oportunidades de mejoramiento y tomar decisiones.

Implementar la estandarización en empresas que fabrican gran variedad de piezas de acuerdo a especificaciones del cliente es muy complejo, sin embargo, se pueden establecer parámetros de acuerdo a las herramientas utilizadas y al material, que permitan un mejor manejo de las herramientas y una reducción en los tiempos de procesamiento.

Las reuniones técnicas permiten hacer seguimiento de cada proceso para conocer si se está cumpliendo con lo planeado, tomar acciones correctivas y gestionar los recursos que sean necesarios para cumplir las fechas pactadas, esto permite a su vez, un trabajo en conjunto de la organización para reducir los tiempos de entrega y mejorar el servicio al cliente.

Las herramientas administrativas sirven de apoyo a nosotros como ingenieros industriales al momento de gestionar tanto las actividades en un proyecto, solución de problemas y mejoras en los procesos.

Los diagramas enlistados anteriormente son herramientas que ayudan a organizar y aterrizar la información obtenida sobre alguna situación en específica. Cada una de

estas, trata de mostrar las razones a fondo de lo que está ocurriendo en dicha situación.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

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

1. Desarrollé actividades de investigación y de ingeniería industrial por medio de tiempos y movimientos para la búsqueda de necesidades de mejoramiento y los procesos existentes para las alternativas de maquinado.
2. Realicé un diagnóstico de los problemas y se adaptaron mecanismos de torneado para resolver de tal manera que aumente la eficacia.
3. Apliqué conocimientos adquiridos en cuanto a la materia de ergonomía para así tomar las decisiones de interés personal.
4. Apliqué mejoras para el diseño de producción y la administración y la integración de todo el ciclo de vida de herramienta y del producto.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 15. Fuentes de información.

#### Referencias

- AFM. (2022). *AFM CLUSTER MACHINE TOOL MANUFACTURERS*. Obtenido de AFM:  
<https://www.afm.es/es/inicio>
- Asana. (09 de 06 de 2021). *¿Qué es un proceso de control de cambios y cómo se implementa?*  
Recuperado el 2022, de Asana: <https://asana.com/es/resources/change-control-process>
- AUTODESK. (2022). *Autodesk Fusion 360*. Obtenido de <https://www.autodesk.mx/solutions/cnc-programming>
- Brainly . (02 de Diciembre de 2022). Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/66944354>
- Catarino Aguilar, O. (2020). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/210397653-Control-difuso-mediante-la-estimacion-mejorada-de-la-distancia-inter-electrodos-en-un-proceso-de-micro-maquinado-electroquimico-por-pulsos.html>
- Catarino, O. G. (2022). Control difuso mediante la estimación mejorada de la distancia inter-electrodos en un proceso de micro maquinado electroquímico por pulsos. *Universidad Autónoma del Estado de México*, 879 - 891. Recuperado el 2022, de [https://rcs.cic.ipn.mx/2020\\_149\\_8/Control%20difuso%20mediante%20la%20estimacion%20mejorada%20de%20la%20distancia%20inter-electrodos%20en%20un%20proceso.pdf](https://rcs.cic.ipn.mx/2020_149_8/Control%20difuso%20mediante%20la%20estimacion%20mejorada%20de%20la%20distancia%20inter-electrodos%20en%20un%20proceso.pdf)
- Cobelo, W. R. (2004). Aplicación del MEF en el estudio de capacidad de carga de un cimienta laminar. *Revista Digital del Cedex*, 1(1), 134. Recuperado el 2022, de <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/211>
- CONESA, X. (15 de Noviembre de 2008). *MeasureControl*. Obtenido de <https://measurecontrol.com/que-es-cpk/>
- Cortinez, H. (2017). DISEÑO DE MANUAL PARA PROGRAMACIÓN Y FABRICACIÓN EN TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO. *Universidad Pontificia Bolivariana Montería*, 1(1), 1 - 3. Recuperado el 2022, de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3214/DISEÑO%20DE%20MANUAL%20PARA%20PROGRAMACIÓN%20Y%20FABRICACIÓN%20EN%20TORNO%20DE%20CONTROL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, J. (2016). EL TORNO: SU COMPOSICIÓN, USOS Y FUNCIONES. *Docpla*, 1(1), 1 - 15. Recuperado el 2022, de

- <https://eet1conesa.neocities.org/Contingencia/Lab%20de%20metrologia%207mo%20Parte%204.pdf>
- Garro, E. (2020). Del departamento de control de calidad a la cultura de calidad. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, 8), 230-239.
- Guerrero, F. (2017). PROPUESTA PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE LA DGGRP DEL MEF Y RECOMENDACIONES PARA SU IMPLEMENTACIÓN. *UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO*, 1(1), 56 - 79. Recuperado el 2022, de [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2139/Flor\\_Tesis\\_Maestria\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2139/Flor_Tesis_Maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hubspot. (05 de Mayo de 2022). Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos>
- IDOC PUB. (Noviembre de 2020). Obtenido de <https://idoc.pub/documents/mecanica-vylyw3o9pd4m/>
- Library. (2019). Obtenido de <https://1library.co/article/alcance-uabc-universidad-aut%C3%B3noma-de-baja-california.qvlen56g>
- Mayoral, M. A. ((2022)). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos*. Universidad Miguel Hernández.
- MDM. (26 de 05 de 2015). *ABOUT US*. Recuperado el 2022, de MDM Automotive Manufacturing: <http://mdmxcorp.com/index.php/about-us1>
- MICROSOFT. (01 de 11 de 2022). *Administrar cambios en productos de ingeniería*. Recuperado el 2022, de MICROSOFT: <https://learn.microsoft.com/es-es/dynamics365/supply-chain/engineering-change-management/engineering-change-management>
- Microsoft Build. (2022). Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/dynamics365/supply-chain/engineering-change-management/engineering-change-management>
- Microsoft Build. (2022). Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/dynamics365/supply-chain/production-control/routes-operations>
- Miranda, C. (2008). Reducción del ruido en puntos de desfogue en el campo geotérmico de Cerro Prieto, BC. *Geotermia*, 21(1), 1 - 9. Recuperado el 2022, de <https://biblat.unam.mx/hevila/Geotermia/2008/vol21/no1/4.pdf>
- Ordóñez, V. &. (1997). Maquinado y susceptibilidad a la impregnación de la madera del hule (Hevea brasiliensis). *Madera y Bosques*, 3(2), 63 - 71. Recuperado el 2022, de <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1373>
- Rosales, I. (17 de 09 de 2014). *AMEF como parte del PPAP de nuevos productos en el área de juntas de calidad*. Recuperado el 2022, de REAXION: [http://reaxion.utleon.edu.mx/Art\\_AMEF\\_como\\_parte\\_del\\_PPAP.html#:~:text=Aunque%20la%20herramienta%20PPAP%20es,a%20cabo%20la%20ejecución%20del](http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_AMEF_como_parte_del_PPAP.html#:~:text=Aunque%20la%20herramienta%20PPAP%20es,a%20cabo%20la%20ejecución%20del)
- Sortino, R. (2001). Radiación y distribución de planta (Layout) como gestión empresarial. *Invenio*, 4(6), 125 - 139. Recuperado el 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/877/87740609.pdf>

STUDOCU. (2021). Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/mecanica/torno/51899423>

Utrilla, M. (2019). DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE PROCESOS PARA EL MAQUINADO DE PIEZAS EN EL TORNO CONVENCIONAL DEL ITSS. *CIATEQ, A.C.*, 1(1), 17 - 29. Recuperado el 2022, de <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/354/1/UtrillaDiazMaricela%20MMANAV%202019.pdf>

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. Anexos

Anexo 1 Carta de aceptación de la empresa Moto Diesel Mexicana (MDM).

Anexo 2 Formato para solicitud de residencias profesionales por competencia.





Formato para Solicitud de Residencias Profesionales por competencias.

Código: TecNM-AC-PO-004-01

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 7.5.1

Revisión: 0

Página: 1 de 2

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE... (1)  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
RESIDENCIAS PROFESIONALES  
SOLICITUD DE RESIDENCIAS PROFESIONALES**

Lugar Pabellon de Arteaga, Aguascalientes Fecha: 05 de Agosto del 2022

C. Dora Maria Guevara Alvarado AT'N: C. Victor Manuel Velasco Gallardo  
Jefe (a) de la Div. de Estudios Profesionales Coord. de la Carrera de Ing. Industrial

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Desarrollo de maquinado de cara lado cigüeñal con herramientas consideradas como scrap por su geometria

**OPCION ELEGIDA:** Banco de Proyectos  Propuesta propia  Trabajador

**PERIODO PROYECTADO:** Agosto – diciembre 2022 Número de Residentes: 1

**Datos de la empresa:**

Nombre:	Moto Diesel Mexicana S.A. de C.V.				
Giro, Ramo: o Sector:	Industrial ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Servicios ( <input type="checkbox"/> )	Otro ( <input type="checkbox"/> )	R.F.C.	MDM81061SECS
Domicilio:	Carretera federal 45 Km 8.5 Tramo Aguascalientes - Zacatecas				
Colonia:	Col. Maravillas, Municipio de Jesus Maria	C. P.	20900	Fax	73 – 02 – 43
Ciudad:	Aguascalientes	Teléfono ( no celular)	449 73 – 01 - 37 AL 18		
Misión de la Empresa:	Comprender y satisfacer plenamente todos los requisitos de nuestros clientes, y producir solo productos que satisfagan plenamente sus demandas y expectativas, garantizando siempre la completa satisfacción del cliente. Todas las tareas de los empleados se realizan bajo la premisa de hacer bien el trabajo a la primera				
Nombre del Titular de la empresa:	Juan Enrique Cedillo Frausto	Puesto:	Gerente de Recursos Humanos		
Nombre del (la) Asesor (a) Externo (a):	Carlos Andrade Ramirez	Puesto:	Gerente de Manufactura		
Nombre de la persona que firmará el acuerdo de trabajo. Estudiante- Escuela-Empresa	Alco Daniel Saenz Mendoza	Puesto:	Administracion de Personal		

(Continua)



Formato para Solicitud de Residencias Profesionales por competencias.	Código: TecNM-AC-PO-004-01
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 7.5.1	Revisión: 0
	Página: 2 de 2

**Datos del Residente:**

Nombre:	Juan Paulo Bocanegra Rivera		
Carrera:	Ingenieria Industrial modalidad mixta	No. de control:	A181050758
Domicilio:	Calle Gonzalo Esparza Esparza # 236 Col. San Jose de Buenavista, San francisco de los Romo Aguascalientes		
E-mail:	pbocanegra921@gmail.com	Para Seguridad Social acudir	IMSS (X )   ISSSTE ( ) OTROS( ) No. : 51957910196
Ciudad:	Aguascalientes	Teléfono: (no celular)	9 10 75 55

  
Firma del estudiante