



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**Informe técnico de Residencia profesional**

**Ingeniería mecánica**

**Nombre del proyecto:**

---

**REDISEÑO Y MANUFACTURA DE PLANTILLA DE  
ENSAMBLAJE NEUMÁTICA PARA HUTCHINSON  
MANGUERAS.**

---

**Presenta: Alejandro Morfin Altúzar**

**Número de control: 14270801**

**Asesor interno: Roberto Carlos García Gómez**

**Asesor externo: Cristina Cervantes Pérez**

**Nombre de la empresa**

**Trimechanics S.A. de C.V.**

**Fecha:**

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres José Luis y Leticia que me apoyaron de todas las formas posibles para que pudiera lograr terminar mi residencia.

De igual forma le doy las gracias a mi amigo de manufactura Israel Ruvalcaba Orozco el cual me enseñó mucho para realizar todos mis trabajos, así como siempre aportarme algo extra si me hacía falta. Agradezco a la universidad ITTG por entender lo del cambio de proyecto. Así también a la empresa Trimechanics, le agradezco la confianza y la responsabilidad que me designó en mi estancia en sus instalaciones.

## Resumen

El siguiente documento hace referencia a todo lo aprendido durante la estadía en la empresa Trimechanics, así como la explicación del proyecto realizado.

Realicé mi residencia en la empresa Trimechanics, estaba en el área de diseño y manufactura, lo cual me llevó a conocer mucho y reforzar lo que ya conocía. Principalmente modificaba los gauges, diseñaba las piezas necesarias para las líneas de fabricación que la empresa ya tenía hechas a las cuales les faltaban algunas modificaciones, así también nos tocó una plantilla la cual requería de modificaciones.

## Índice de contenido

Introducción.....	6
Descripción de la empresa u organización .....	7
Problemas a resolver .....	9
Objetivos .....	11
Justificación.....	11
Marco teórico.....	12
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas ..	18
Resultados .....	19
Conclusiones del proyecto .....	34
Competencias desarrolladas.....	35
Fuentes de información.....	35

## Tabla de imágenes.

IMAGEN 1. GAUGE FIXTURE.	6
IMAGEN 2. LOGO DE LA EMPRESA.	7
IMAGEN 3. PARTE DE COTIZACIÓN.	7
IMAGEN 4 DISEÑO DE GAGE EN ZW3D.	8
IMAGEN 5. SUJECIÓN DE NYLAMID.	9
IMAGEN 6. GAUGE MERCEDES DE HUTCHINSON.	12
IMAGEN 7. MEDIDOR DE DIÁMETROS DE GAUGE.	13
IMAGEN 8. CONTROL DE MARCAS Y NÚMERO EN MANGUERA.	14
IMAGEN 9. ENSAMBLE DE MANGUERA V1 HUTCHINSON.	19
IMAGEN 10. PIEZA ENSAMBLADA REAL.	19
IMAGEN 11. ENSAMBLE DE MANGUERA V2 HUTCHINSON.	20
IMAGEN 12. AVANCE CON SOPORTES PRINCIPALES.	20
IMAGEN 13. AVANCE 2 SOPORTES.	21
IMAGEN 14. VISTA FRONTAL AVANCE 2.	21
IMAGEN 15. DISEÑO DE MOVIMIENTO 1.	22
IMAGEN 16. DISEÑO VISTA LATERAL.	22
IMAGEN 17. SUJECIONES.	23
IMAGEN 18. AVANCE 3 VISTA FRONTAL.	23
IMAGEN 19. DISEÑO CON MECANISMO FINAL.	24
IMAGEN 20. DISEÑO PRELIMINAR CON PALANCAS DE SUJECIÓN.	24
IMAGEN 21. IMAGEN DE PLANTA, VISTA DE PERFORACIONES.	25
IMAGEN 22. INTERFAZ PROGRAMA CAM (TOLERANCIAS).	26
IMAGEN 23. INTERFAZ PROGRAMA CAM (LIMITACIONES).	27
IMAGEN 24. INTERFAZ PROGRAMA CAM (TRAYECTORIAS).	27
IMAGEN 25. INTERFAZ PROGRAMA CAM (ENLACES).	28
IMAGEN 26. INTERFAZ PROGRAMA CAM (SELECCIÓN DE HERRAMIENTA).	29
IMAGEN 27. INTERFAZ PROGRAMA CAM (JUBICACIÓN DE HERRAMIENTA).	29
IMAGEN 28. INTERFAZ PROGRAMA CAM (VELOCIDAD DE CORTE, VELOCIDAD DE AVANCE, DESBASTE Y ACABADO).	30
IMAGEN 29. INTERFAZ PROGRAMA CAM (PARÁMETROS DE SALIDA).	31
IMAGEN 30. SOPORTE CENTRAL MAQUINADO.	32
IMAGEN 31. SOPORTE CON RANURA.	32
IMAGEN 32. CORREDERA IZQUIERDA Y BASE.	33
IMAGEN 33. PIEZA ROSCADA.	33

## Introducción

Las plantillas de ensamblaje para la empresa Hutchinson han sido muy importantes para agilizar los procesos, estos a su vez necesitan tener muchos requerimientos. Algunas de estas han sido automatizadas, pero han perdido practicidad, por lo que se ha decidido que una de ellas se cambie de mecanismo. Estas plantillas sirven para ensamblar piezas tubulares, para ser más preciso mangueras y unirlos con conectores, por lo que la geometría a tratar no es tan fácil de operar. Esto es un trabajo que un operario podría realizar, pero se tardaría demasiado a comparación con la que lo hace con ayuda de esta herramienta.

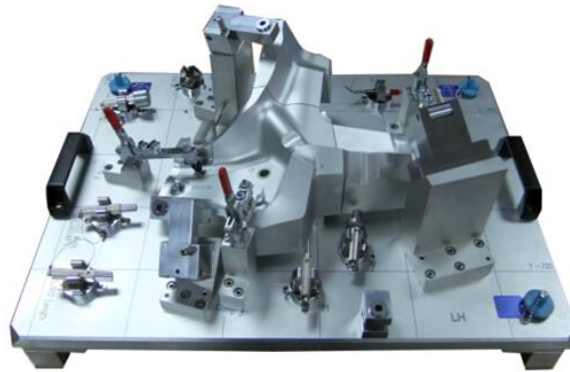


Imagen 1. Gauge fixture.

Los gauges también juegan un papel muy importante. Más preciso los fixtures gauges que son un sistema de control y de calidad, los cuales permiten y dan la pauta para que el operario admita que la pieza tiene la forma correcta, con los estándares, elementos y marcas tal cual están establecidos.

El trabajo de esta empresa está destinado a los distintos subensambles y ensambles de mangueras que llevan las distintas marcas de automóviles. Esta empresa cuenta con mucho personal de operación, por lo que tienen una gran demanda. Para ello utilizan herramientas para generar ensambles de forma más ergonómica. Estas herramientas son las plantillas.

Esto ayuda a que, al llegar estas piezas a las plantillas de ensamblaje, ya no haya muchas fallas y las piezas que, a pesar de que pasan por otro filtro, evitan muchas piezas erróneas. Estos son los tipos de gauges que se adjudican a la empresa gauges fixtures y los gauges de plantilla.

## Descripción de la empresa u organización

La empresa Trimechanics está especializada en proporcionar servicios industriales de diseño, fabricación, mantenimiento de moldes de inyección, maquinas, líneas de producción, gauges, fixture, y automatización a empresas de diferentes sectores, mayormente enfocado hacia el automotriz e industrial.



Imagen 2. Logo de la empresa.

Por mi parte, me encuentro en el área de diseño y manufactura, pero más en la zona de diseño. Y soy quien hace las modificaciones de los gauges, así como de uno que otro tipo de pieza mecánica que requiera de un ajuste. También me encargo de calcular tiempos de: maquinado, diseño, de ajuste y ensamblaje.

CODIGO		FECHA	PERSONA DE CONTACTO		PROYECTO REF.		
PD18000050/ 1		09/10/2018					
<b>PRESUPUESTO / OFERTA</b> DOC.COM-01/02			<b>CLIENTE</b> HUTCHINSON AUTOPARTES MEXICO SA DE CV CARRETERA PANAMERICANA KM 288.5 TRAMO EL CHICANO Y CORTAZAR 38300 CORTAZAR GUAJUATO T.Mex.				
Cotización de gages de Abrazadera y Tampo							
Nº	DESCRIPCION				UDS	PRECIO	IMPORTE
1	Gages de Abrazadera				1,00	9,900,30	9,900,30
	5 1 01	Gage A1675003400	1,000	385,45	385,45		
	5 1 02	Gage A1678303400	1,000	385,45	385,45		
	5 1 03	Gage A1678303201	1,000	385,45	385,45		
	5 1 04	Gage A1678307101	1,000	391,79	391,79		
	5 1 05	Gage A1678309002	1,000	391,79	391,79		
	5 1 06	Gage A1678321700	1,000	387,56	387,56		

Imagen 3. Parte de cotización.

También de calcular la cantidad de material requerido todo para cotizar los precios. Así mismo diseño las partes y modificaciones totales de los gages fixtures. Desde las piezas de seguro, tanto como elementos de control hasta la base total. De igual forma me ha tocado diseñar ciertas partes de las líneas de fabricación. Así también, programo los CAD/CAM y opero la máquina CNC HAAS para llevar a cabo los diseños.

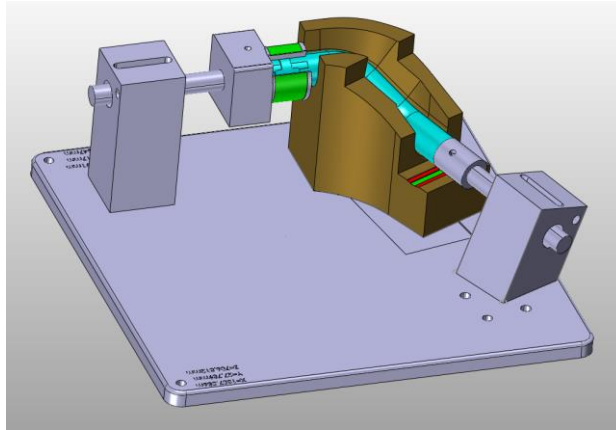


Imagen 4 Diseño de gage en ZW3D.



## Problemas a resolver

Hutchinson es una empresa destinada a los trabajos automotrices, en específico, Hutchinson Mangueras tiene una gran variedad de trabajos, entre los cuales presentan gages y plantillas de ensamblaje como parte de sus herramientas. Estas últimas deben tener una buena precisión y agarre para obtener un buen desempeño y evitar un colapso en el ensamble. Los gages son usados para tener un buen control sobre los elementos de cada manguera y las plantillas se usan para ensamblar subconjuntos.

Las plantillas de ensamblaje de Hutchinson Mangueras normalmente son plantillas poco complejas las cuales facilitan el uso del operario de tal manera que estos no tengan dificultades al ensamblar. Ahora bien, en esta ocasión, la empresa contrató para que le fabricaran un cierto número de plantillas automatizadas para ensamblar de manera que ahorraran fuerza humana y facilidad de ensamble, así como la obtención de un proceso más rápido y “eficiente”.

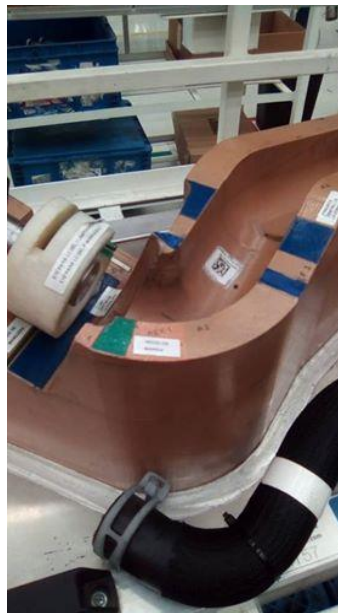


Imagen 5. Sujeción de nylamid.

La problemática principal de las plantillas es cambiar el mecanismo de neumático a mecánico y en segunda que tienen una forma muy sofisticada de asegurar las mangueras son una especie de anclajes, se necesita fijar las mangueras correctamente para que durante el movimiento éstas no se muevan, porque los cilindros neumáticos usan una

fuerza de gran intensidad y por ende se necesita tener bien sujetas las mangueras. Pero entonces, ¿De qué se trata la problemática?; Estos elementos necesitan tener especificaciones, una de estas es tener una fácil colocación de la manguera sobre los elementos en la plantilla, esto implica que debe de haber una cierta holgura la cual evite que los elementos embonen con dificultad. Ahora bien, para tener mayor sujeción, se necesita reducir la holgura de los elementos. Este conflicto se presenta en muchas de estas plantillas, ya que, si no fallan porque ensamblan bien, entonces es porque las mangueras quedan demasiado apretadas y dificulta la manipulación del operario.

Otra problemática y es la principal es que los cilindros tienen una fuerza grande y están demás para lo que realmente se necesita.

Se hizo una junta acerca del tema y se llegó a tratar que Hutchinson hablaría con el proveedor original de estas plantillas para que la hicieran menos complejas y más fáciles de manejar. A Trimechanics le adjudicaron una de estas plantillas y propuesta es, principalmente que ensamble la pieza y en segunda es convertirla en algo más simple haciéndola pasar de neumática a mecánica para qué, de igual forma hacerla menos ostentosa pero que cumpla con los requerimientos.

## Objetivos

### Objetivos generales

Diseñar, fabricar y cambiar el mecanismo de una plantilla de accionamiento neumático a mecánico.

### Objetivos específicos

- Simplificar el número de elementos en la plantilla y evitar el uso de aire comprimido.
- Diseñar virtualmente el modelo.
- Realizar programación Cad de cada elemento diseñado.
- Maquinar piezas mecánicas de acuerdo a planos.
- Ensamblar elementos y hacer pruebas de ensamble.

## Justificación

Crear una plantilla más compacta, con un número de elementos reducidos permite hacer un uso más práctico, además que se evita el uso del aire comprimido. El espacio también es altamente reducido. El diseño se derivó de la pieza ensamblada que consta de 2 mangueras y un elemento de unión por lo que evitó tener mucha holgura en las mangueras y que al colocar las piezas tuviesen una preforma y así colocarlas sin problema.

## Marco teórico

Las plantillas y los gauges son herramientas de producción que se utilizan para fabricar con precisión piezas intercambiables. Están diseñados específicamente para que una gran cantidad de componentes puedan mecanizarse o ensamblarse de manera idéntica para mejorar su precisión y reducir el tiempo y los costos generales de fabricación, al minimizar la posibilidad de errores humanos en el proceso de producción.

Un gauge es una herramienta que se usa para ubicar una pieza de trabajo y sujetarla para sostener y sostener cualquier pieza individual como una unidad. Por lo general, son de construcción pesada y deben sujetarse firmemente en su lugar en cualquier máquina en particular, como fresadoras o moldeadores. (Jensen C., 2002)

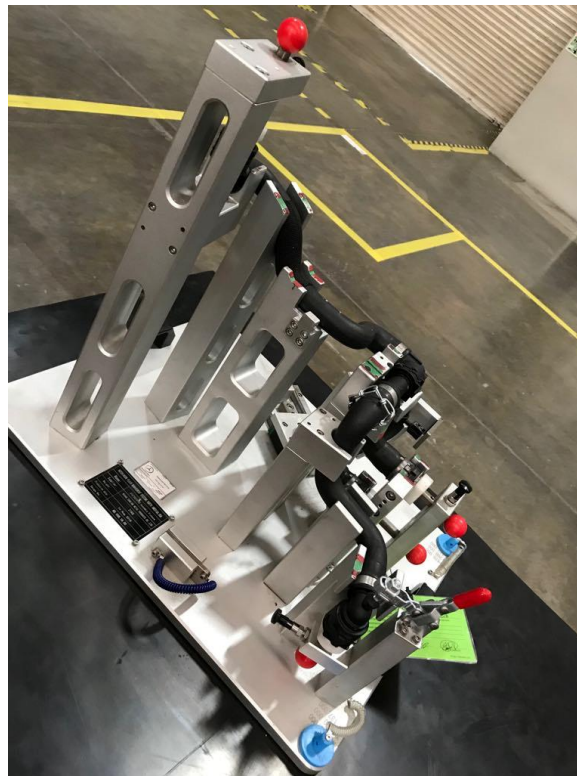


Imagen 6. Gauge Mercedes de Hutchinson.

Una plantilla es un tipo de accesorio que guía y apoya positivamente la herramienta para una operación específica, como taladrar o taladrar. Las plantillas suelen ser más

livianas en la construcción que los accesorios, pero cada una está personalizada de manera similar para cualquier aplicación en particular.

## **Medidor**

Como parte integral de cualquier proceso de calidad de fabricación, los medidores son herramientas de inspección útiles para evaluar la aceptabilidad de una pieza en comparación con una especificación predeterminada, esencialmente "calibrar" si un componente está dentro de una tolerancia determinada y es adecuado para su propósito.

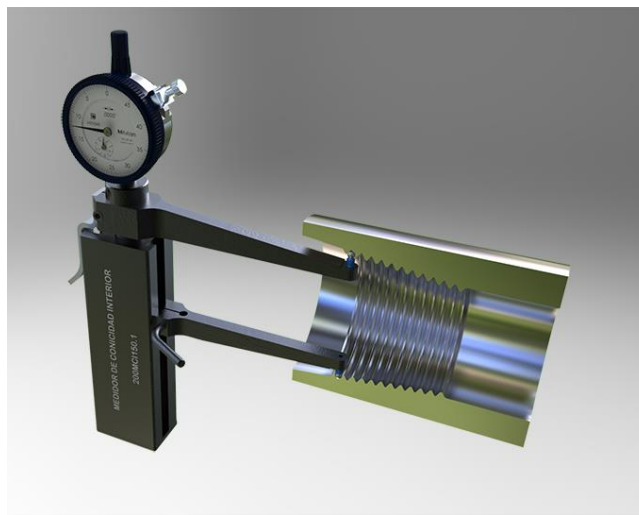


Imagen 7. Medidor de diámetros de gauge.

## **Beneficios de las plantillas, gauges y medidores**

Los fabricantes de todas las industrias se benefician de la mejora de la productividad, la eficiencia y la calidad de los componentes mediante la utilización de plantillas, accesorios y medidores a medida.

La productividad se incrementa mediante la eliminación de operaciones frecuentes pero necesarias, como el posicionamiento y la verificación de componentes. La velocidad de las operaciones también se puede aumentar, ya que el soporte de sujeción ofrecido es muy firme para garantizar que se mantengan los niveles de seguridad.

La precisión de las piezas intercambiables producidas es otro beneficio del uso de plantillas, accesorios y medidores como parte del proceso de fabricación. Esta serie de repeticiones de piezas de mayor cantidad reduce los desechos y ahorra costos de mano de obra para los fabricantes a nivel mundial. Además, los operarios de máquinas semi cualificados pueden utilizar plantillas, accesorios y medidores, lo que permite un ahorro adicional en los costos de mano de obra.

### **Aplicaciones de Jigs, Fixtures y Gauges.**

Los beneficios mencionados anteriormente pueden ser una ventaja para los fabricantes en una amplia gama de industrias. Por ejemplo, el sector médico considera que los fabricantes utilizan plantillas, accesorios y medidores para mejorar la producción de componentes para escáneres de TC, e incluso para estructuras óseas para aplicaciones quirúrgicas o plantillas de alineación para perforaciones y plataformas maxifaciales.

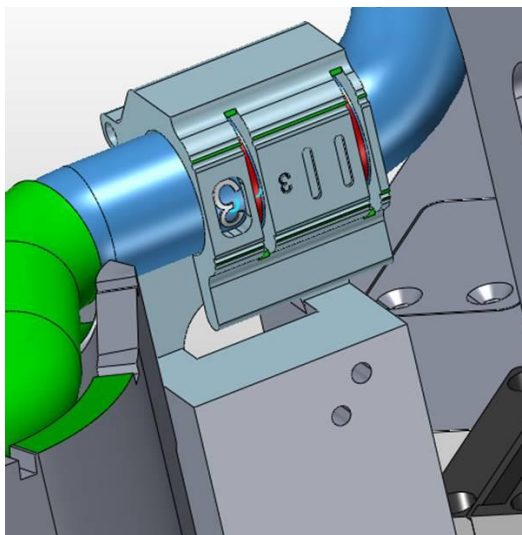


Imagen 8. Control de marcas y número en manguera.

Las plantillas y los accesorios también se pueden utilizar en la fabricación de componentes automotrices, como molduras exteriores o interiores, prensados, así como aplicaciones de localización de distintivos, escapes y sistemas de comprobación y enfriamiento después del procesamiento. La industria de empaquetado y procesamiento

también utiliza estas herramientas para cambiar rápidamente las piezas, donde minimizar el tiempo de inactividad es una necesidad para un entorno de producción tan acelerado.

Las plantillas, accesorios y medidores también respaldan los procesos de producción dentro de la industria automotriz, así como aeroespacial, donde incluso se requieren herramientas pequeñas para aspectos particulares de la construcción de aeronaves. Postproducción, estos también se utilizan en las labranzas para servicio de aeronaves. (Groover M., 1997)

### **Materiales y capacidades de proceso**

Las plantillas, accesorios y medidores a menudo se fabrican a partir de metal mecanizado, madera o plástico. La máquina CNC puede producir núcleos mecanizados y cavidades en Aluminio y Ureol. La elección del material se puede discutir en detalle como parte del proceso de diseño de la herramienta. Para llevar un control en las piezas se requiere tener un proceso.

### **Control de proceso**

Para controlar las características de calidad del tipo pasa no pasa de acuerdo con esto el producto se califica como conforme no conforme dependiendo de las especificaciones del cliente. Las características definidas a evaluar de nuestro producto son:

- Posicionamiento y ajuste adecuado en el gage
- Porosidad
- Color
- Falta de material
- Exceso de rebaba
- Rugosidad de las superficies

Para controlar estos requerimientos se utiliza la carta p. Se toma una muestra de n piezas para su inspección, analizando todos los atributos especificados del cual todos deben estar en conformidad para que la pieza sea catalogada como no defectuosa.

Si de las  $n_i$  piezas del subgrupo n se encuentra que  $d_i$  son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se gráfica y se analiza la variación de la proporción  $p_i$  de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Para calcular los límites de control se parte del supuesto de que la cantidad de piezas defectuosas por subgrupo sigue una distribución binomial, y a partir de esto se aplica el mismo esquema general, el cual señala que los límites están dados por  $\mu_w = 3\sigma_w$  la media, más menos tres desviaciones estándar del estadístico W que se grafica en la carta. Por lo tanto, en el caso que nos ocupa  $W = p_i$ . Así, de acuerdo con la distribución binomial se sabe que la media y la desviación estándar de una proporción están dadas, respectivamente, por:

$$\mu_{p_i} = p \text{ y } \sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Dónde:

n = tamaño de subgrupo

p = proporción promedio de artículos defectuosos en el proceso

Los límites de control de la carta p con tamaño de subgrupo constante, están dados por:

$$LCS = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LC = p$$

$$LCI = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

**Índice DPU (defectos por unidad)**



Métrica de calidad que es igual al número de defectos encontrados entre el número de unidades inspeccionadas. No toma en cuenta las oportunidades de error.

$$DPU = \frac{d}{U}$$

Donde U es el número de unidades inspeccionadas en las cuales se observaron d defectos; ambas referidas a un lapso de tiempo específico.

### **Índice DPO (defectos por oportunidad)**

Métrica de calidad que es igual al número de defectos encontrados entre el total de oportunidades de error al producir una cantidad específica de unidades.

$$DPO = \frac{d}{U * O}$$

Donde U y d son como antes, y O es el número de oportunidades de error por unidad. Nótese que para calcular el DPO es necesario dividir el total de defectos encontrados, d, entre el total de oportunidades de error, ya que éste se obtiene multiplicando el total de unidades inspeccionadas, U, por el número de oportunidades de error por unidad, O.

### **DPMO (defectos por millón de oportunidades)**

Para lograr un mejor entendimiento de la métrica DPO, es mejor obtener el índice DPMO (Defectos por millón de oportunidades), el cual cuantifica los defectos del proceso en un millón de oportunidades de error, y se obtiene al multiplicar al DPO por un millón, por lo que para las sillas se tiene que: Entonces, de un millón de ensambles realizados, lo cual habla de que no se tiene un proceso Seis Sigma, ya que la meta será tener 3.4 DPMO como máximo.

En suma, la métrica Seis Sigma para este tipo de procesos con una característica de calidad de atributos que, en el procesamiento de una unidad o producto es posible tener más de una oportunidad de error, es el índice DPMO. En general, bajo las condiciones anteriores hay una tendencia a preferirlo sobre el DPU, e incluso sobre el DPO. (Gutiérrez, 2013)

## Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

En la empresa contaba una computadora personal, en la cual tenía que revisar correos si en dado caso había alguna cotización o alguna falla en una de las líneas de fabricación, así mismo contaba con un celular para comunicarme directamente con los jefes de proyecto de las empresas: CIE MATIC, Hutchinson, CIE PEMSA, entre otros. Posterior a eso yo me encargaba de modificar virtualmente los gauges, así como piezas mecánicas necesarias de alguna otra línea de fabricación. Para el primer punto yo hacía una cotización, me llamaban para hacerme saber que había nuevas modificaciones en gauges, entonces me prestaban la camioneta, conducía hacia la empresa a Hutchinson mangueras para hablar con los ingenieros y platicar sobre la modificación. Después yo recibía una orden de compra con la cual empezaba a hacer la modificación con el software. Una vez terminado el diseño propuesto, lo mandaba a validar con el personal de metrología. Y si lo aceptaban entonces pasaba a la etapa de fabricación. Allí junto al operario de CNC creábamos los programas para las piezas. Posterior a eso se encargaban de ir a traer el gauge correspondiente a la modificación y entonces se hacían los cambios. Una vez terminado, se imprimía la orden de compra y se dejaba el gauge en almacén de la empresa.

Para la otra parte acerca de las piezas mecánicas, igual se hacía una cotización con el plano 2D que manejaban y posterior a recibir la orden de compra, internamente hacíamos una orden de fabricación para pasarla a una pizarra en la cual se llevaba la organización de todo lo que se hacía en la empresa.

En ocasiones me tocó ir a planta para resolver un problema el cual requirió que sacáramos herramientas del taller, por lo que igual se hacía un papeleo interno para sacarlas y uno externo para meterlas a la empresa donde hacíamos el trabajo. Para maquinar, estuve bajo supervisión de un operario. Maquinaba en su mayoría piezas de aluminio correspondientes a las órdenes de trabajo.

## Resultados

### Diseño virtual

La pieza de Hutchinson es un ensamble que comprende de dos mangueras y un conector. Precisamente es una pieza perteneciente a Mercedes Benz. Tiene otros elementos como son los anillos que completan el ensamble y cierran por completo a las mangueras y también un seguro en la parte superior derecha y un conector en la parte inferior izquierda.

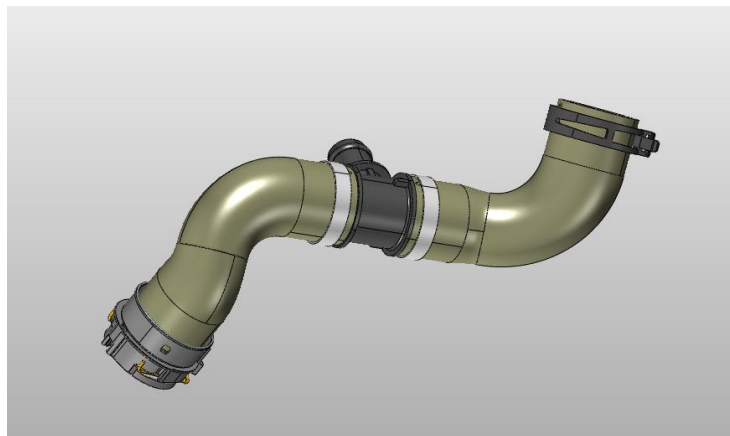


Imagen 9. Ensamble de manguera v1 Hutchinson.

La empresa Trimechanics trabaja con el software ZW3D, con él se hizo el diseño. Previamente empecé a conocer las funciones básicas y después las funciones tales como corte barrido, planos 3D, ediciones directas, ensamblaje entre otros.



Imagen 10. Pieza ensamblada real.

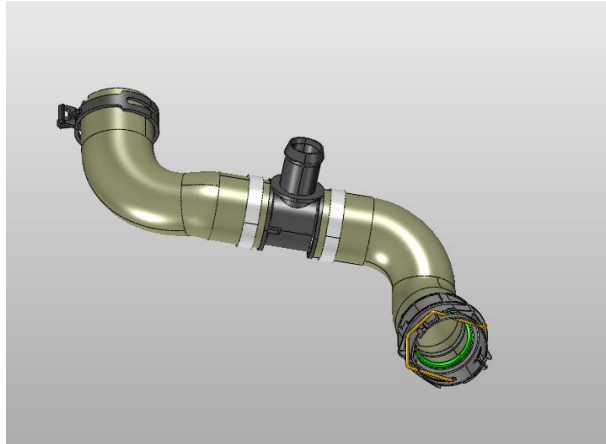


Imagen 11. Ensamble de manguera v2 Hutchinson.

Se entrega esta pieza para recrearla y partiendo de esta lograr una máquina mecánica que lo asegure.

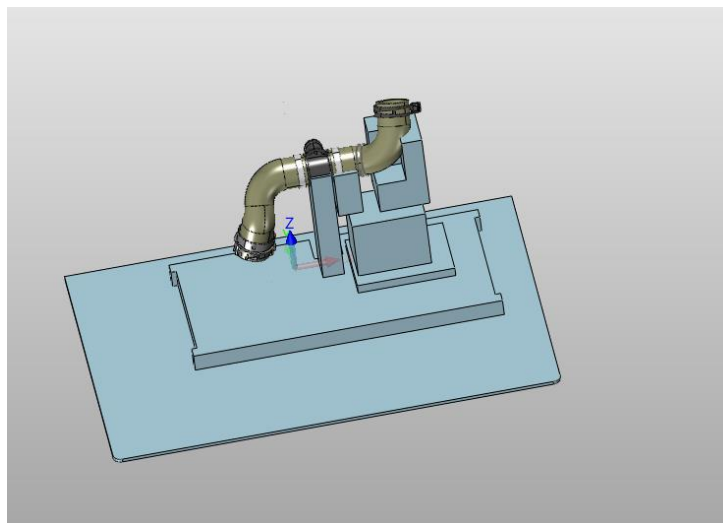


Imagen 12. Avance con soportes principales.

Se requiere de un soporte central ya que el conector no se mueve será la pieza fija y los soportes para las mangueras serán los que se moverán. Hay que asegurar que la pieza encaje bien sin problemas ya que es algo que recomendaron mucho; por lo que se dejó una holgura considerable.

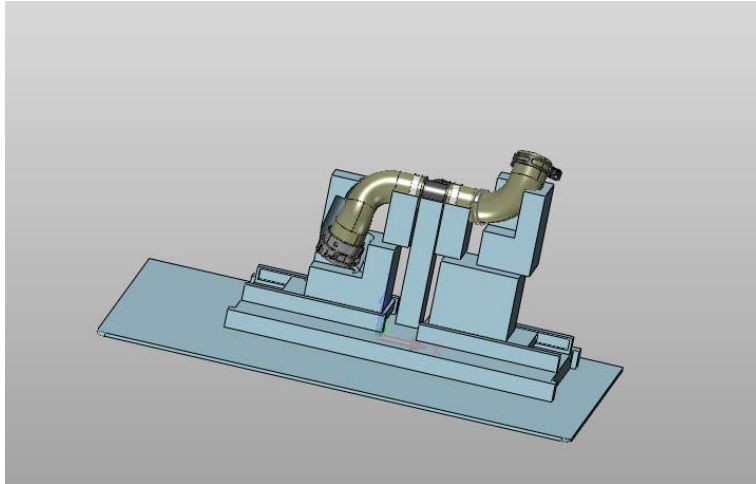


Imagen 13. Avance 2 soportes.

Para asegurar el movimiento axial de las angueras hacia el soporte central, se decidió por un mecanismo de correderas con un balero o rodamiento, anteriormente este mecanismo estaba formado por cilindros neumáticos y un par de rieles, estos últimos son piezas mecánicas rectificadas y muy precisas, lo que los convierten en piezas de alto precio.

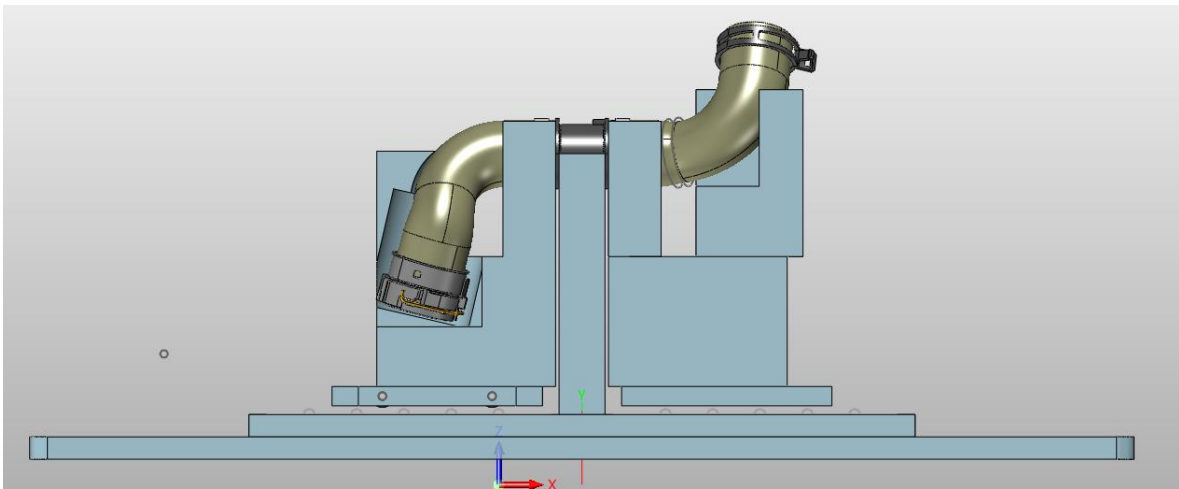


Imagen 14. Vista frontal avance 2.

En cada carro, se colocaron ejes, ahí se encontrarán con los baleros y las correderas para crear el movimiento. El espacio en la placa se diseñó de manera amplia, ya que estas son plantillas de ensamblaje portátiles y necesitan manijas para ser llevadas a la mesa de ensamble cuando éstas estén ocupadas.

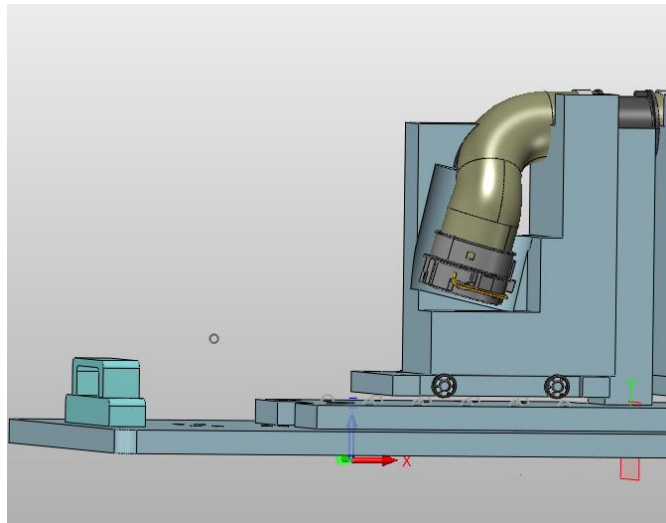


Imagen 15. Diseño de movimiento 1.

La mayoría de las perforaciones son avellanadas, debido a que se tienen que evitar las obstrucciones en el movimiento de los elementos. Otra razón es que se debe evitar daños tanto las piezas a ensamblar, así como los operarios de producción. También se cuida la estética de la plantilla, ya que a la empresa Hutchinson mangueras de Celaya recibe auditorías internas, las cuales se fijan mucho en ello.

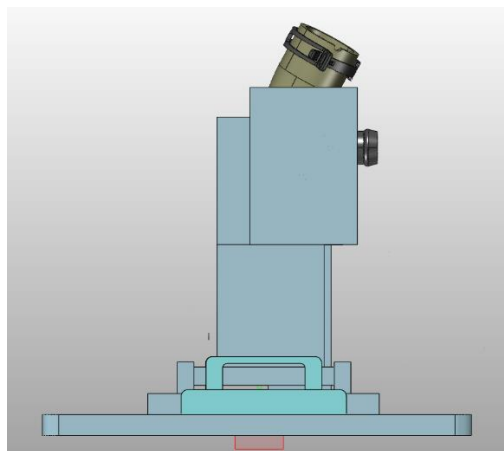


Imagen 16. Diseño vista lateral.

Se trata de tener el ensamble de las mangueras al centro porque estas van con los soportes que tienen mayor peso, esto para mantener el mayor peso en la misma línea de acción de las agarraderas. Se necesita tener un centro de masa bajo por ende la estructura no debe tener mucha altura debido a que esto desbalancearía la plantilla al momento de cargarla.

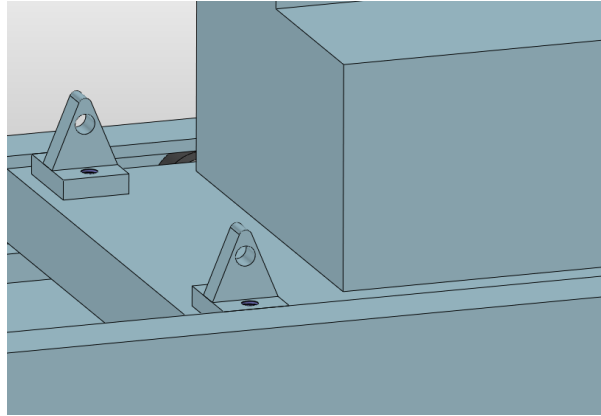


Imagen 17. Sujeciones.

La plantilla llevará un par de cojinetes los que servirán para dar el accionamiento por medio de un par de bielas, un eje y palancas, todo esto para evitar el uso de cilindros. Con esto lograr el movimiento axial de los carros.

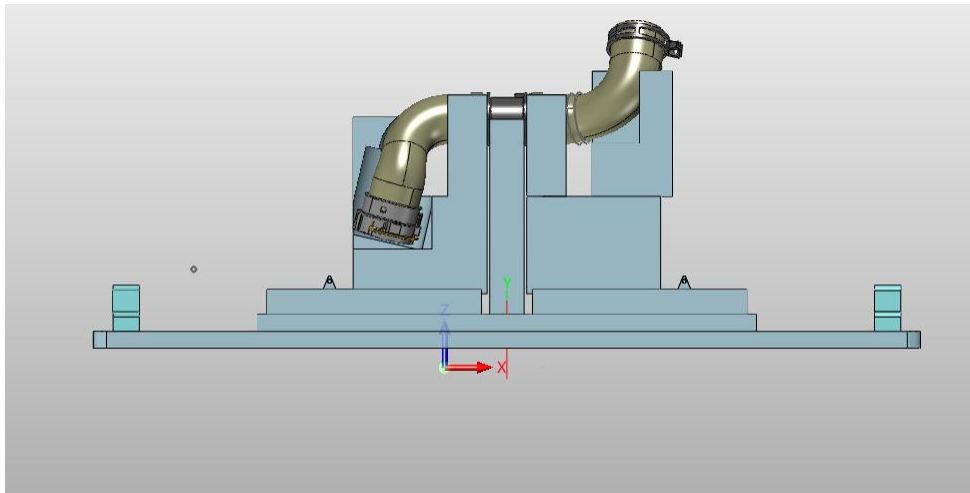


Imagen 18. Avance 3 vista frontal.

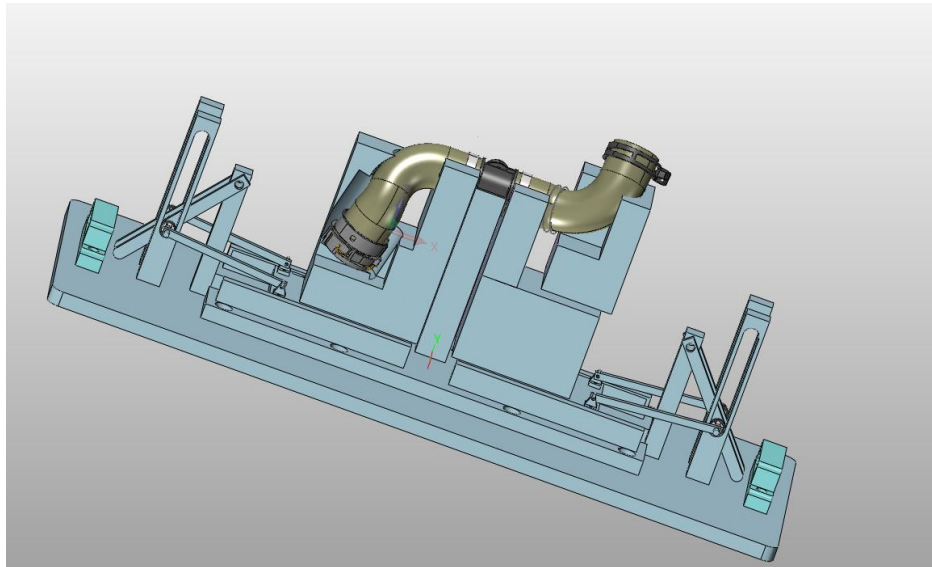


Imagen 19. Diseño con mecanismo final.

El mecanismo corresponde a un par de bielas y correderas con baleros para facilitar los movimientos y disminuir la fricción, accionadas por una palanca y un eje a través de las bielas y balero, con un pivote colocado en un soporte.

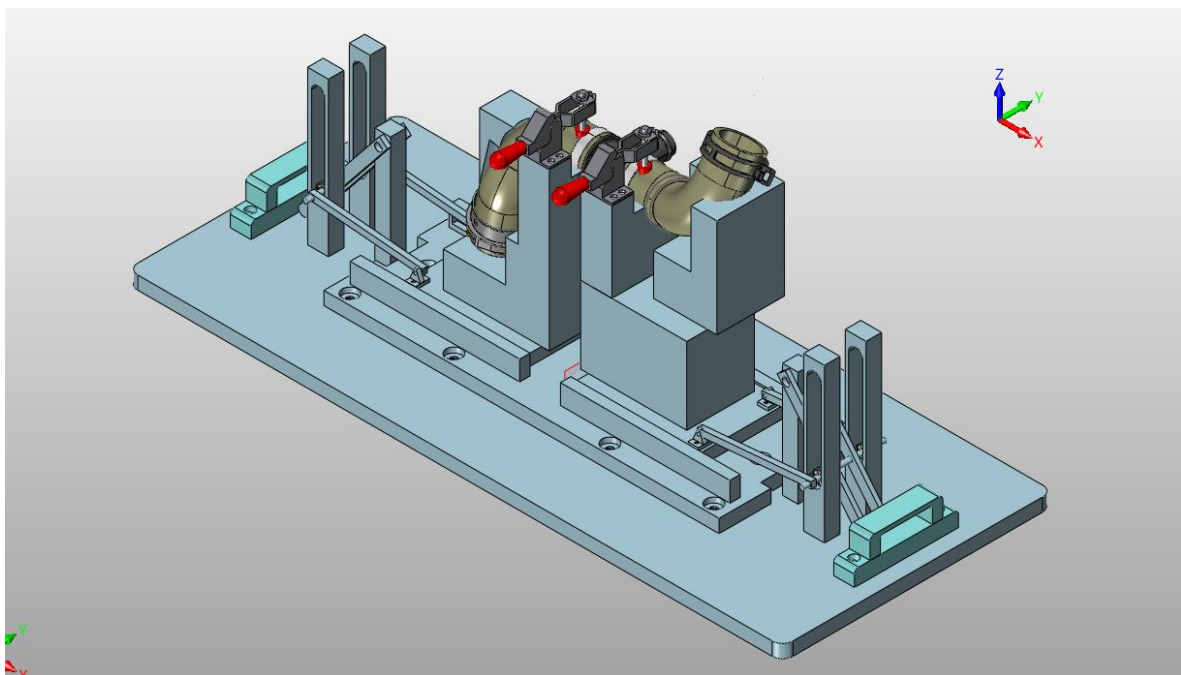


Imagen 20. Diseño preliminar con palancas de sujeción.



Para detener las mangueras de manera controlada, se colocaron unos seguros manuales y así asegurar la posición, tanto como para frenarlos un poco no se muevan cuando se muevan los carros.

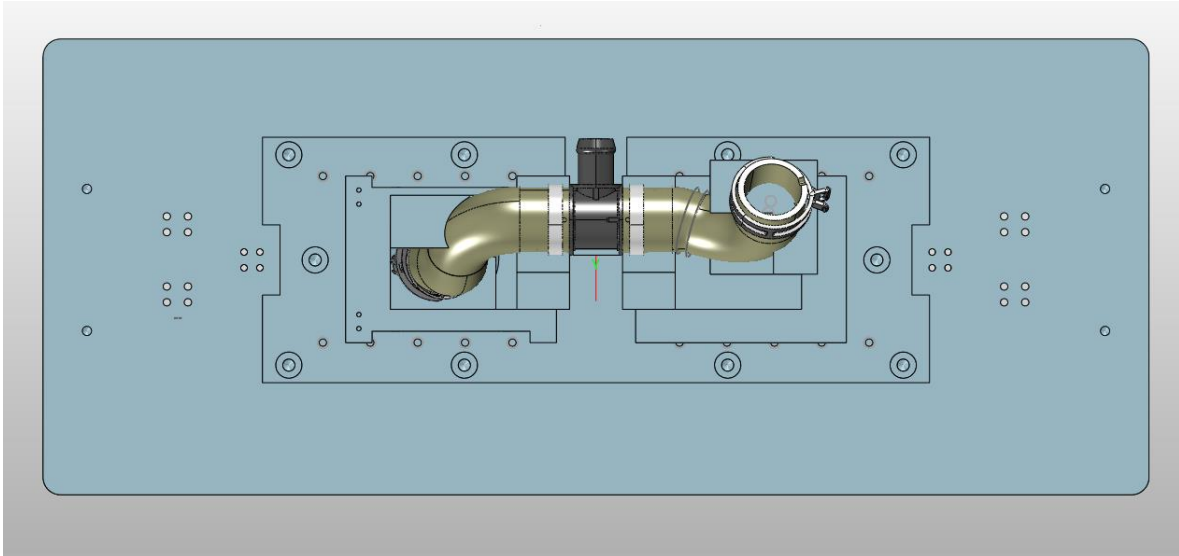


Imagen 21. Imagen de planta, vista de perforaciones.

Se aprecian las distintas perforaciones en esta vista de planta, algunas tienen el avellanado visible y las que no están por debajo de la placa base principal.

## Programación CAD/CAM

Para esta parte se usó el mismo software, pero con la extensión. Se colocaba un boceto en la parte superior de las piezas y se creaba un nuevo origen, para el desbaste el paso de era de 0.5 mm y para acabado 0.2 mm.

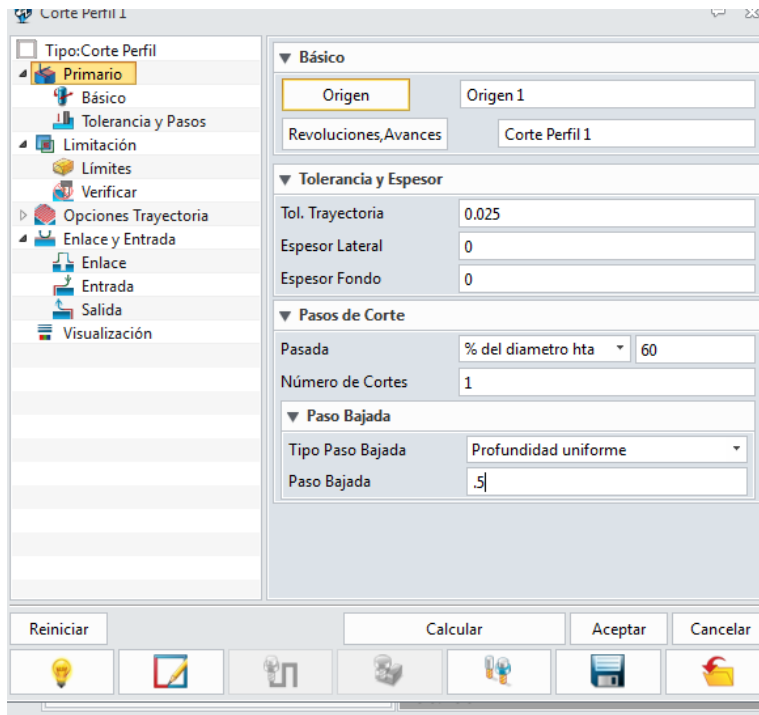


Imagen 22. Interfaz programa Cam (Tolerancias).

En la mayoría de las piezas se seguía la secuencia de trazar el perfil y se especificaba las profundidades. Primero se pretendía desbastar las aristas de las piezas para lograr superficies planas y así cuando el palpador llegase a medir las distancias para darnos nuestro origen, fueran más precisas y evitar que la herramienta se saliera de la superficie de corte.

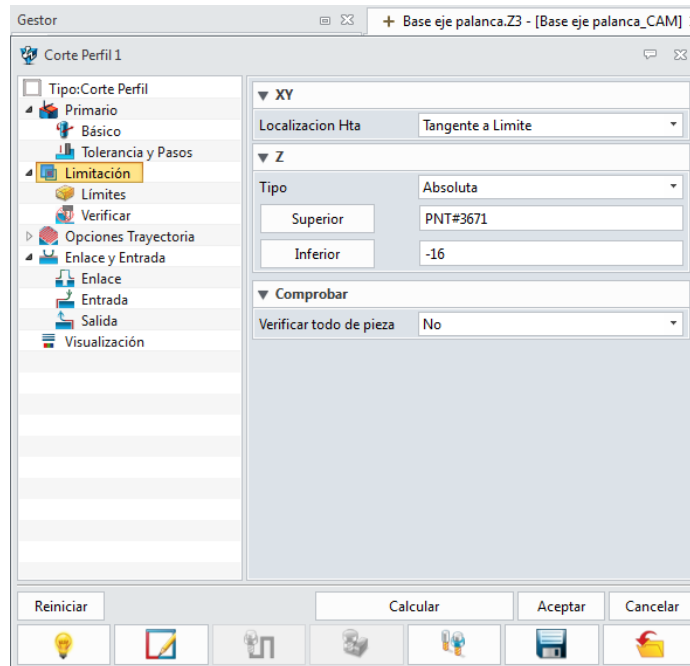


Imagen 23. Interfaz programa Cam (Limitaciones).

Se establecían límites para las piezas en la longitud en z para garantizar una seguridad en la pieza, máquina y herramienta. Cabe destacar que, al pedir el material, se indicaban medidas un poco más grandes en lo que corresponde el eje z, esto para garantizar un buen agarre en las mordazas de la máquina.

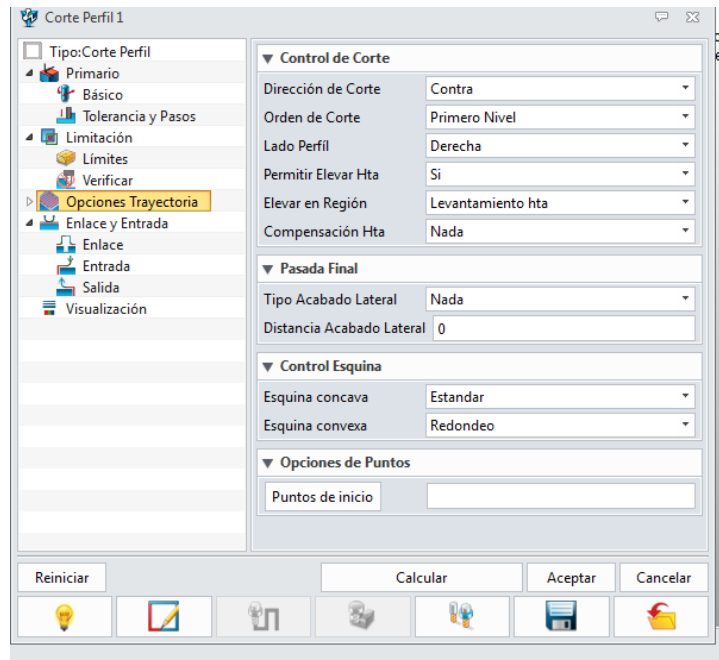


Imagen 24. Interfaz programa Cam (Trayectorias).

En las opciones de trayectoria la mayoría de opciones te las daba por sí misma, nada más era importante ver la dirección de corte y el lado del perfil. Afortunadamente estas piezas no demandaban una rugosidad o un acabado superficial específico por lo que no se movían muchas opciones diferentes a desbaste.

En el enlace de entrada es importante tener un buen ángulo de la pendiente ya que de él depende tener un buen acabado superficial esta ronda entre los 5° y 30°.

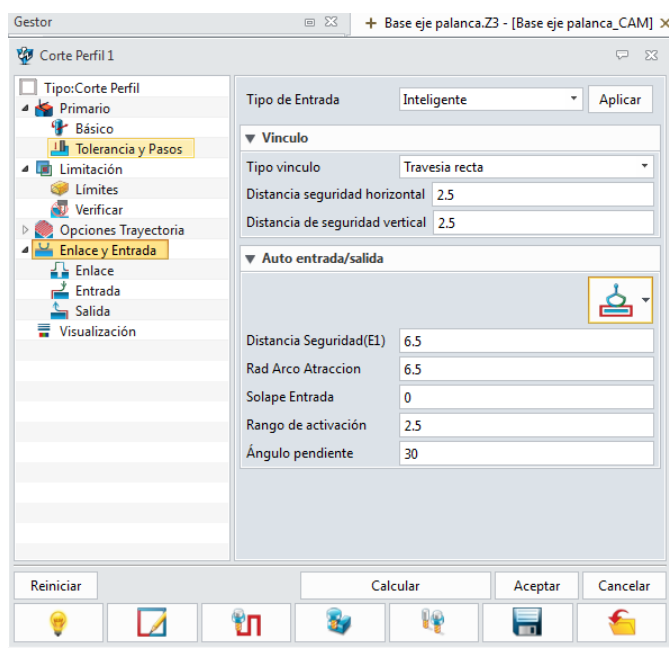


Imagen 25. Interfaz programa Cam (Enlaces).

Una vez localizada la pieza de trabajo en el origen propuesto en la máquina, se analiza que tipo de cortador usar, eso depende del tipo de trabajo, desbaste o acabado, o perforación etc. También dependiendo del tamaño la pieza y su debido perfil, será como se elija entre tipo de dimensión del cortador estándar o métricas, así como el diámetro para poder trazar un perfil. También si será de bola o plano, o si será un cortador de insertos, que por lo general es el que se usa para desbaste.

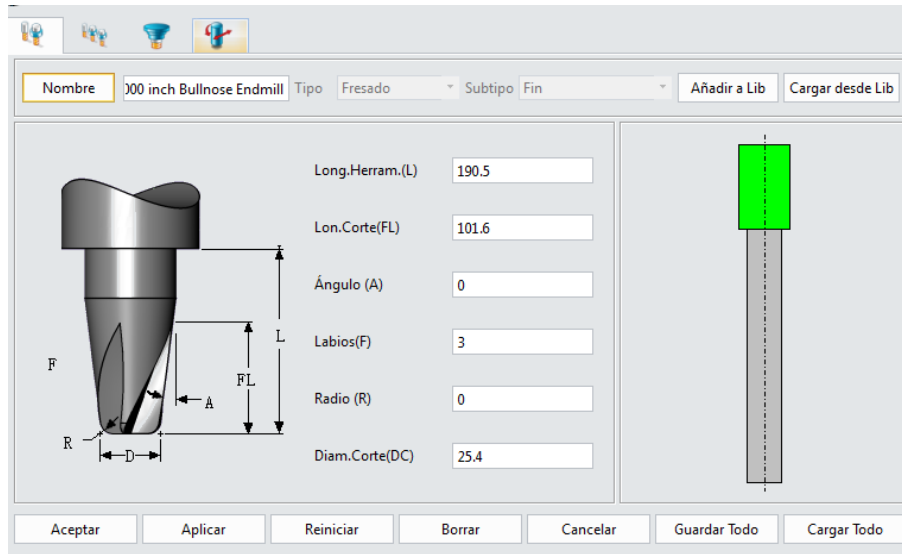


Imagen 26. Interfaz programa Cam (Selección de herramienta).

La longitud del cortador también es una dimensión muy importante a considerar ya que puede que tengamos una colisión por tener una profundidad más alta en la pieza que la longitud del cortador. Esta dimensión es más importante en la operación de perforación, ya que es ahí donde más baja la broca. Precisamente por esta razón es por eso que estas son más largas que un cortador.

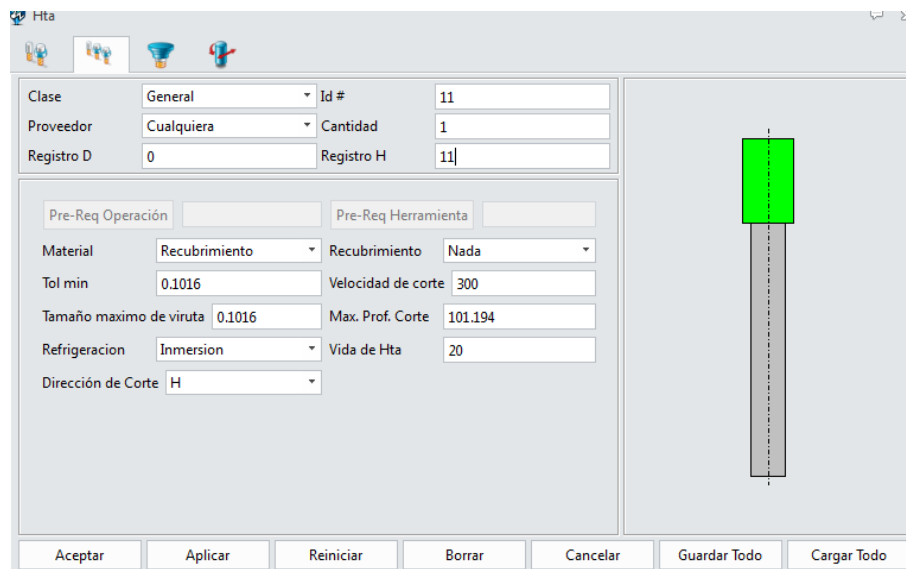


Imagen 27. Interfaz programa Cam (Ubicación de herramienta).

Es importante personalizar la herramienta de acuerdo a nuestra máquina, hay que colocar el número de lugar en el que pondremos el cortador o cortadores, esto nos generará el código con nuestras herramientas en el número de posición que le hayamos asignado, a su vez es importante que se inserte en el orden debido cada herramienta.

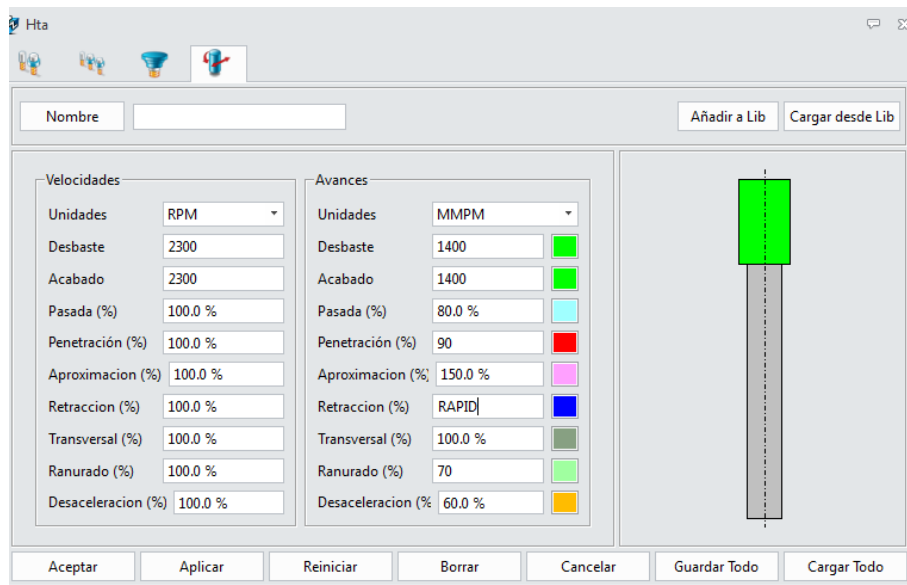


Imagen 28. Interfaz programa Cam (Velocidad de corte, velocidad de avance, desbaste y acabado).

Para la parte de velocidades de avance, velocidad de corte, y la profundidad de corte, es importante conocer el tipo de trabajo nuevamente. El programa ya trae definido un algoritmo para definir o aproximar estos parámetros de acuerdo a si es desbaste o acabado, así como dependiendo del tipo de material y tipo de cortador. Para un trabajo de desbaste la velocidad de avance es alta, y una velocidad de corte lenta, y para un acabado la velocidad de avance es lenta y velocidad de corte alta, así también una profundidad de corte pequeña.

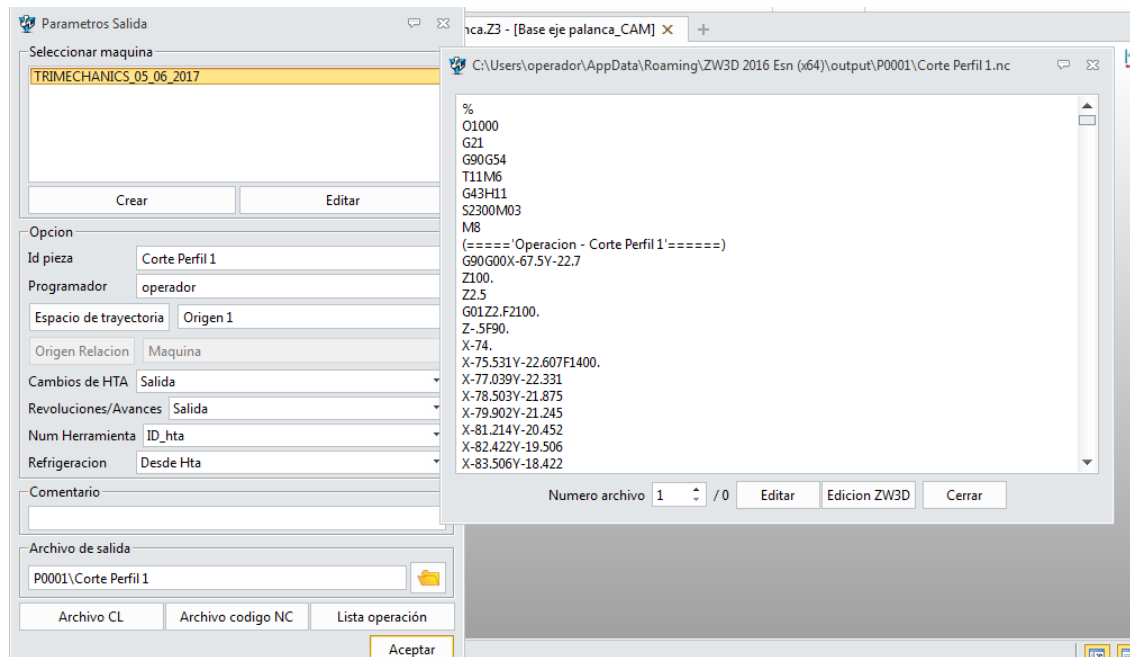


Imagen 29. Interfaz programa Cam (Parámetros de salida).

Por último, es necesario indicar que tipo de máquina se usará para saber qué tipo de código generará y que estructura tendrá. Después seleccionamos nuestro espacio de trayectoria en el origen creado. Y al final generamos el código y lo guardamos para pasarlo a la máquina.

## Piezas maquinadas

Yo me encargué de maquinar ciertas piezas, ya que algunas tenían alguna complicación, y otras se subcontrató por lo que se mandaron a maquinar en una CNC de 5 ejes.

Para ello se necesita conseguir material al cual se generan caras planas primero para que al colocarlas no haya problema de alguna superficie no uniforme. Después se procede a medir el material en bruto para usarlo en el programa.



Imagen 30. Soporte central maquinado.

Una vez medido el material se procede a colocarlo en la máquina para ser medido por la máquina y guardar las coordenadas para generar un punto de referencia el cual será el punto 0,0 esto para los ejes “x” y “y”. Para el eje z se empieza a medir cada herramienta que será usada durante el programa en la pieza en la posición que está anclada.



Imagen 31. Soporte con ranura.



Se hacía un desbaste y un acabado para cada pieza con el fin de agilizar los procesos, posterior a eso se le quitaba el exceso de material en orificios o esquinas con una quita rebaba o a veces con una lima o lija.



Imagen 32. Corredera izquierda y base.

Al final se hacían las respectivas roscas con los machuelos adecuados para finalizar las piezas.

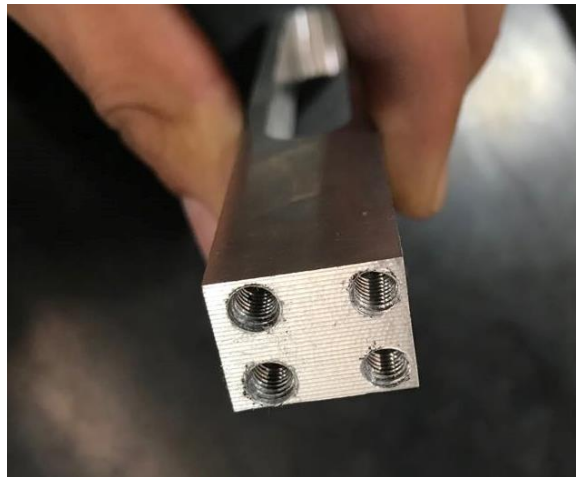


Imagen 33. Pieza roscada.

El ensamble y la realización de otros maquinados no quedaron de mi parte. Eso se haría en el laboratorio 2 ubicado de la ciudad de Querétaro.

## Conclusiones del proyecto

En mi estancia en la empresa comprendí que la organización y el orden es muy importante para el desarrollo de todas las actividades, ya que se tiene que llevar a cabo un procedimiento y tener un control tanto de las máquinas, así como las herramientas usadas, así como las personas que participan. Por otra parte, en lo que respecta al trabajo hecho aprendí que llevar a cabo un diseño virtual a partir de una pieza virtual siempre existe una variación más que nada en este caso, porque se trabaja con piezas que son de material polimérico por lo que son piezas que pueden variar un poco, así mismo que se pueden deformar considerablemente. Desarrollar un mecanismo no es tan fácil, ya que requiere de cierto espacio al cual hay que adecuar al espacio disponible dado por el cliente, por lo que igual son situaciones a considerar. También adecuar el diseño al herramental disponible del taller, así mismo del material disponible.

Maquinar piezas para este tipo de trabajos como gauges, tiene que ser bajo un cuidado y cierta precisión para evitar dañar las piezas que se van medir o supervisar y también el desgaste entre las mismas piezas del gauge. Maquinar cualquier tipo de pieza requiere de mucha imaginación, para saber que máquina es la más adecuada y cuál será el proceso de del número de cortes y perfiles que se harán, conocer que pieza en bruto será usada para ese trabajo, todo es un proceso que requiere un cierto ingenio que solo se consigue con el interés y experiencia del día con día.

## Competencias desarrolladas

- Dibujo mecánico.
- Diseño virtual.
- Uso de esmeril.
- Uso de torno.
- Uso de fresadora.
- Uso de sierra de banco.
- Teoría de manufactura avanzada.
- Teoría de mecanismos.
- Teoría de neumática.
- Teoría de tratamientos térmicos.
- Facilidad de palabra.
- Uso de inglés técnico.

## Fuentes de información

General Motors. GM1925 Fixture Standards for suppliers of production material.

Gutiérrez, H., De la Vara, R. (2013). Control estadístico de calidad y seis sigma. (tercera edición). México. Mcgraw Hill.

Griffith, Gary K. Measuring & Gaging Geometrics Tolerances. New Jersey: Prentice Hall Career and Technology.

Groover M. (1997) Fundamentos de manufactura moderna: materiales procesos y sistemas (1ra edición). México. Prentice Hall Pearson

Jensen C. Helsel J. Short D. (2002) Dibujo y diseño en ingeniería (sexta edición). México. Mcgraw Hill.

Rantingen, Henzold. Handbook of Geometrical Tolerancing Design, Manufacturing and Inspection, England: John Wiley and sons.