

2017



Gustavo Gallardo
Jara



**FABRICACIÓN DE TROQUELES (TANDEM,
PROGRESIVOS) PARA LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ.**

1. Agradecimientos

Hago extensivo mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la elaboración de este documento, así a lo largo de esta etapa de universidad.

A todos aquellos que formaron parte de este proyecto (familia, amigos, etc.), la suma de su ayuda ha sido un factor importante para finalizarlo.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como los conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A "WDA" Worldwide Design Alliance SAPI de CV, estoy agradecido por darme la oportunidad de entrar en su empresa y realizar hacer mis residencias profesionales y por todo lo aprendido durante la estancia.

2. Resumen

El diseño de troqueles es una gran división de la ingeniería de herramientas, es compleja y muy interesante. Pero, ¿Qué es un troquel? La palabra se puede emplear en dos sentidos, cuando se usa de manera muy general se refiere a la herramienta considerando todos los elementos que la componen. Cuando se utiliza de una manera más limitada, se refiere a los componentes que son maquinados con una geometría específica para generar la pieza, en este caso punzón y matriz.

Dentro de la industria dedicada al maquinado de piezas metálicas, existen distintos procesos que le dan características y formas al material de acuerdo a la aplicación que tendrá. Uno de estos procesos es el troquelado, que cuenta con una metodología básica para darle solución a los problemas planteados, sin embargo, ésta no se sigue estrictamente, al contar con múltiples aportaciones de expertos que la complementan mediante la aplicación del conocimiento propio, creando una secuencia única para fabricar piezas y utilizando factores de seguridad que han implementado a lo largo de los años que garantizan un buen funcionamiento de la herramienta.

En este documento el proceso actual que se requiere para la producción de esta pieza estampada, desde la recepción de la materia prima, hasta el empaque y el embarque de la pieza ya terminada.

También se describen las actividades realizadas durante la estancia en la empresa en donde se está realizando este y proyecto, y al final se muestran los resultados obtenidos sobre el mismo. Finalmente, se dan a conocer las conclusiones y las fuentes de información de donde se realizó el apoyo de la investigación.

3. Índice

Contenido

1. Agradecimientos.....	1
2. Resumen.....	2
3. Índice	3
4. CAPITULO I. Generalidades del Proyecto.....	5
4.1 Introducción.	5
4.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.	6
4.3 Problemas a resolver priorizándolos.	7
4.4 Objetivos (General y Específicos).	8
4.4.1 Objetivo General.	9
4.4.2 Objetivo Específico.	9
4.5 Justificación.	9
5. CAPITULO II. Marco teórico.	10
5.1 Marco teórico (fundamentos teóricos).	10
5.1.1 Troquel.....	10
5.1.2 Tipos de troqueles.....	13
5.1.3 Partes de un troquel de corte.	15
5.1.4 Materiales de los troqueles.	20
5.1.5 Aplicaciones.....	23
6. CAPITULO III. Desarrollo.	25
6.1 Diseño del troquel.	25
6.2 Diseño de la pieza a troquelar.....	26
6.3 Dimensiones de la tira.....	27
6.4 Diseño mecánico del troquel.	29
6.4 Diseño de la matriz.	29
6.4 Diseño de los punzones.....	31
6.5 Manufactura del troquel.	33
6.5 Materiales de fabricación.	36
6.6 Materiales de fabricación.	37

6.7 Ensamble	44
7. CAPITULO IV. Resultados.	46
7.1 Pruebas y resultados.	46
Las pruebas se las realiza con el fin de garantizar que el troquel funcione de forma adecuada, brindando seguridad al operario y obteniéndose el producto por el cual fue diseñado.	46
7.2 Manual de funcionamiento.	47
7.2 Valoración de riesgo.	48
8. CAPITULO V. Conclusiones.	49
8.1 Valoración de riesgo.	49
8.2 Recomendaciones.	51

4. CAPITULO I. Generalidades del Proyecto.

4.1 Introducción.

El troquelado, a simple vista, parece un método sencillo y sin complicaciones, pero requiere de una serie de conocimientos y habilidades especiales que se van adquiriendo con el paso de los años. Este proceso tiene diferentes etapas, que van desde el diseño de la secuencia de trabajo a la configuración, construcción y puesta a punto del propio troquel, estas son llevadas con un control estricto para obtener los mejores resultados.

La troqueladora es una máquina herramienta de las más empleadas e importantes en el mundo, siendo la base de la industria moderna debido a las diferentes aplicaciones que se le pueden dar; ya que se pueden obtener un sin número de piezas para máquinas y herramientas.

Asimismo, la automatización está optimizando el rendimiento en los procesos de productividad debido a las innumerables ventajas que posee, porque permite obtener productos de alta calidad, uniformidad y precisión, lo cual reduce de forma sistemática los tiempos de producción, minimizando costos, aumentando el confort del operador y, por ende, la seguridad del mismo, siendo éste el factor más importante.

Además, los troqueles son parte primordial en cuanto a la manufactura de determinadas piezas, ya que son elementos que permiten obtener piezas con gran precisión, adecuadas tolerancias, alta calidad y forma continua de producción. Siendo de gran importancia estos parámetros para obtener piezas que puedan brindar un adecuado funcionamiento.

4.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.

En WDA contamos con los softwares más avanzados para el diseño de herramientas de alta precisión, específicamente AutoCAD y unigraphics (NX), para desarrollar cualquier tipo de troquel.

Algunos de los productos y servicios que ofrecemos son:

Diseño de troqueles tándem, progresivos y HEM DIES

Diseño industrial en 2D y 3D

Modelado

CAD CAM CAE

Digitalización de piezas

Prototipos rápidos

Desarrollo de transfers

Fixtures

Cambios de ingeniería

Fabricación de troqueles

Reparaciones

Mantenimiento

Cursos de certificación para Compañías:

Diseño de Herramientales

Manufactura y Mantenimiento de Herramientales

Trabajamos con varios proveedores tanto en Japón como en México cada uno es especialista en su área, ya sea diseño, fundición de casting, fabricación, mejora de procesos etc.

MISIÓN

WDA está comprometido a proveer a nuestros clientes con productos de la más alta calidad y servicios, teniendo enfoque en un servicio consistente y de entrega a tiempo mediante una cultura total de mejora continua.

Proveer un ambiente seguro durante el proceso de manufactura para asegurar la satisfacción del cliente para lograr relaciones a largo plazo.

VISIÓN

Worldwide Design Alliance S.A.P.I de C.V es una compañía de manufactura que abarca ingeniería, herramental, ensamble y estampado de productos metálicos combinado con un fuerte compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente.

Área de trabajo del estudiante

Mi puesto de trabajo en WDA se centró en el área de modelado, manufactura y ensamble, ayudando a completar las tareas asignadas diariamente en tiempo y forma, para un rendimiento óptimo y mejoras en el área de producción.

Worldwide Design Alliance S.A.P.I de C.V.
Sierra de Pinos 111-7
20130 Aguascalientes - Bosques del Prado Sur
01 449 153 2424
044 449 143 6131
wda.com.mx

4.3 Problemas a resolver priorizándolos.

Cada diseñador genera su metodología para llegar a la mejor solución desde su punto de vista, puesto que una buena parte del conocimiento es empírico. Dentro del mercado laboral existen expertos que, por su experiencia y formación en alguna actividad específica, pueden darle un mejor trato a la información para solucionar problemas, en algunos casos, el conocimiento va pasando de mano en mano teniendo aportes

importantes, generando buenos resultados con el paso del tiempo; sin embargo, también suele suceder que se estanca y provoca un retroceso importante, llevando a que esos avances logrados se pierdan total o parcialmente, y por consiguiente, se tenga que preparar gente para desarrollar esa actividad que se requiere en la empresa o se implemente nueva tecnología para compensar ese retroceso.

Dentro del área metal-mecánica, existen distintas formas de solucionar problemas (específicamente en el área de diseño y fabricación de piezas útiles en la vida cotidiana), debido a que cada persona tiene un método propio para la fabricación de productos adquirido a través del tiempo.

Dada esta circunstancia, se pretende dar solución a la problemática antes descrita mediante un sistema computacional que ayude y guíe al operador durante el proceso de diseño del herramental para piezas mediante troquelado y se utilice como una herramienta para la optimización del proceso, todo esto, para disminuir la dependencia que existe hacia una persona (experto), y todos puedan enriquecerse con la información generada. Cabe resaltar que la propuesta no es reemplazar al experto, sino que se pretende auxiliarlo en la solución de problemas.

4.4 Objetivos (General y Específicos).

Este diseño, pretenderá englobar los distintos aspectos necesarios en el diseño de piezas de manera eficiente para conveniencia del fabricante, cuidando el óptimo manejo del material (incluyendo un acomodo óptimo de la pieza dentro de la chapa), el número de operaciones para llegar al producto terminado y los parámetros requeridos de la prensa.

Se pretende recopilar el conocimiento experto en el diseño de piezas troqueladas, y con esto proponer el diseño de un programa computacional con base en las características de los sistemas basados en el conocimiento, para ayudar y guiar a cualquier persona en el desarrollo completo de un producto requerido. Este diseño se planteará para que el sistema pueda construirse mediante software libre, no dejando de lado las capacidades de los mismos, ya que deben cubrir completamente las necesidades del sistema.

4.4.1 Objetivo General.

Diseñar y fabricar un troquel de partes automotriz.

4.4.2 Objetivo Específico.

Diseñar y construir un troquel para generar piezas metálicas.

Verificar los parámetros y diseño del troquel.

Realizar un manual de funcionamiento y mantenimiento de la máquina; y una guía de prevención de riesgos.

4.5 Justificación.

Mediante este proyecto se desea poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, con lo cual el estudiante está en capacidad de aplicar criterios y normas que le permitan automatizar y diseñar máquinas y/o equipos, los mismos que ayuden en el desarrollo tecnológico de las industrias. Con esto se pretende brindar un panorama más amplio acerca del rol que va a desempeñar el Ingeniero Mecatrónico en el ámbito profesional, para ello se sirve de la vinculación a la sociedad, con el fin de optimizar el progreso tecnológico de las industrias a bajo costo y con una mejor producción.

5. CAPITULO II. Marco teórico.

5.1 Marco teórico (fundamentos teóricos).

5.1.1 Troquel

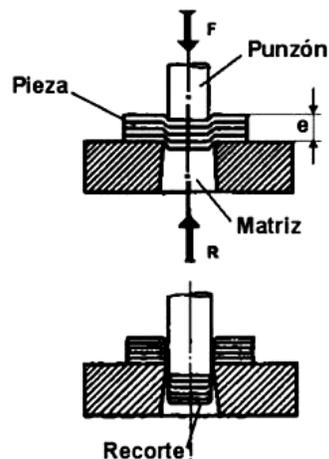
El troquel es una herramienta utilizada para trabajar lámina metálica sin generación de viruta en la elaboración de piezas total o parcialmente terminadas, teniendo como principio fundamental la deformación plástica del material.

El troquelado es un proceso de conformado de la chapa para la fabricación de productos, se logra por la acción de una prensa (máquina donde se ancla el herramental), aplicando cargas al material, superando su límite elástico e iniciando la deformación plástica. (wikipedia, 2016)

Dentro del proceso de troquelado, se encuentran las siguientes operaciones generales:

- Corte: El punzonado es una operación mecánica que consiste en separar o seccionar una pieza metálica plana con una forma determinada mediante una serie de herramientas de corte diseñadas para tal fin. (corte, 2015)

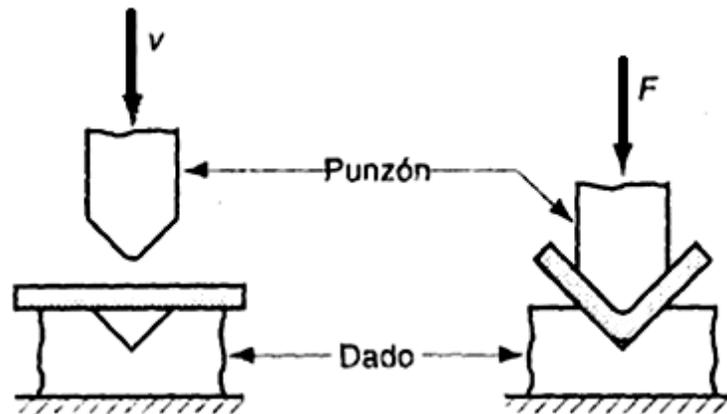
Figura 1. Punzonado



Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/12110-Tecnologias-de-corte-de-chapa.html>

□ Doble: La operación de plegado consiste, en realizar una transformación plástica de una lámina o plancha metálica y convertirla en una pieza con forma y geometría distinta a la anterior. (mecanizadossinc, 2015)

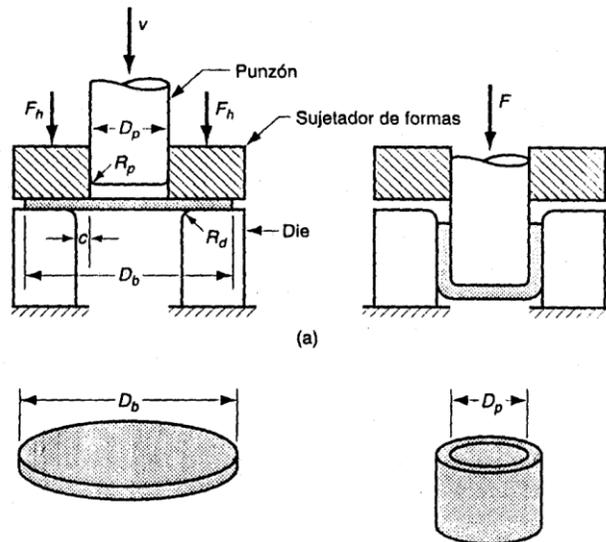
Figura 2. Doblado



Fuente: <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

□ Embutido: Se denomina embutición al proceso de conformado en frío de los metales, por el que se transforma un disco o piezas recortada, según el material, en piezas huecas, e incluso partiendo de piezas previamente embutidas, estirarlas a una sección menor con mayor altura. (industrialmaterials, 2015)

Figura 3. Embutido



Fuente: [http://3.bp.blogspot.com/-](http://3.bp.blogspot.com/-v0yssQoxOY4/UUTKEhgaQFI/AAAAAAAAADg/FRyhHJiFgkQ/s1600/Imagen5.png)

[v0yssQoxOY4/UUTKEhgaQFI/AAAAAAAAADg/FRyhHJiFgkQ/s1600/Imagen5.png](http://3.bp.blogspot.com/-v0yssQoxOY4/UUTKEhgaQFI/AAAAAAAAADg/FRyhHJiFgkQ/s1600/Imagen5.png)

Para la fabricación del producto, en algunas ocasiones, basta con recurrir a uno de los procesos, mientras que, en otros, donde la pieza es más compleja, requiere de una serie de combinaciones que generarán la pieza (ya sea en uno o varios pasos).

Para la fabricación del modelo de una pieza, hay que considerar los siguientes puntos:

- La forma de la pieza.** Define el número de operaciones a realizar dependiendo de la complejidad de la figura.

- Dimensiones de la pieza.** Son un parámetro importante para decidir la cantidad de operaciones hasta llegar al producto terminado. Por ejemplo, si se requiere un embutido profundo, donde el largo de embutido es mucho mayor al diámetro, no se podrá realizar en un sólo paso ya que el material puede dañarse.

□ **Las características del material a trabajar.** Establecen la cantidad de pasos a seguir en el proceso debido a que los materiales se comportan de manera distinta al someterlos a diferentes sollicitaciones, además, depende de sus dimensiones.

Aunque no exista una relación directa entre estos parámetros, se deben considerar todos al mismo tiempo. (wikipedia, 2016)

5.1.2 Tipos de troqueles

Dependiendo del tipo de trabajo que va a realizar, la carga que va a soportar y el tipo de producción para el cual ha sido diseñado se puede clasificar el tipo de troquel:

□ Troqueles simples

Estos troqueles permiten realizar solamente una operación en cada golpe de la prensa, son de baja productividad y normalmente es necesario el uso de otros troqueles para poder concluir una pieza y considerarla terminada.

Se utilizan para fabricar piezas sencillas como arandelas, accesorios y pequeñas partes para electrodomésticos.

Figura 4. Troquel simple

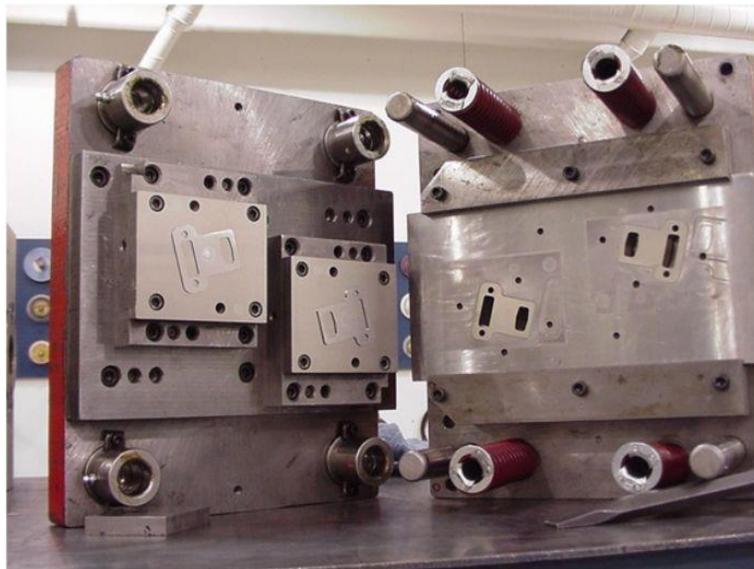


Fuente: <http://mecanizadototal.blogspot.mx/2012/02/troquelado.html>

□ Troqueles compuestos

Son herramientas que permiten aprovechar la fuerza ejercida por la prensa realizando dos o más operaciones en cada golpe y agilizando el proceso. Generan mayor productividad y se utilizan para conformar lavaplatos, utensilios, recipientes, partes de estufas, etc. (industrialmaterials, 2015)

Figura 5. Troquel compuesto.

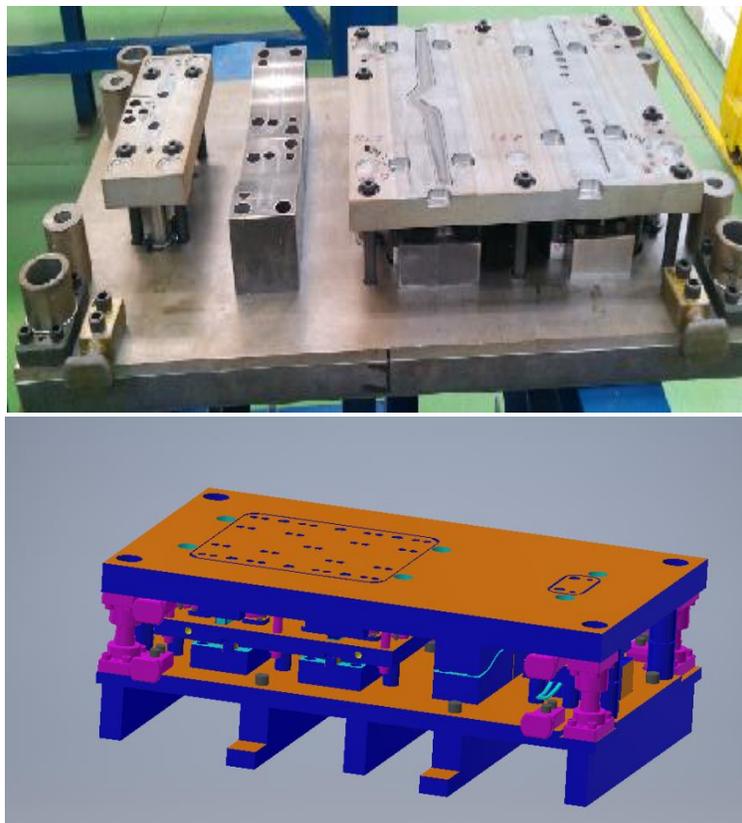


Fuente. <http://www.boletinindustrial.com/producto-imagen.aspx?pid=60920>

□ Troqueles progresivos.

Son troqueles complejos y de gran desarrollo, también llamados matrices progresivas. Constan de, incluso decenas de etapas o pasos, en cada uno de ellos se modifica la lámina con una secuencia establecida por el diseñador (secuencia de corte) de tal manera que al final se obtiene una o varias piezas terminadas. (industrialmaterials, 2015)

Figura 6. Troquel progresivo.



Fuente. Autor

5.1.3 Partes de un troquel de corte.

A continuación, se hará una descripción de las partes que conforman un troquel:

□ Base superior (parte móvil)

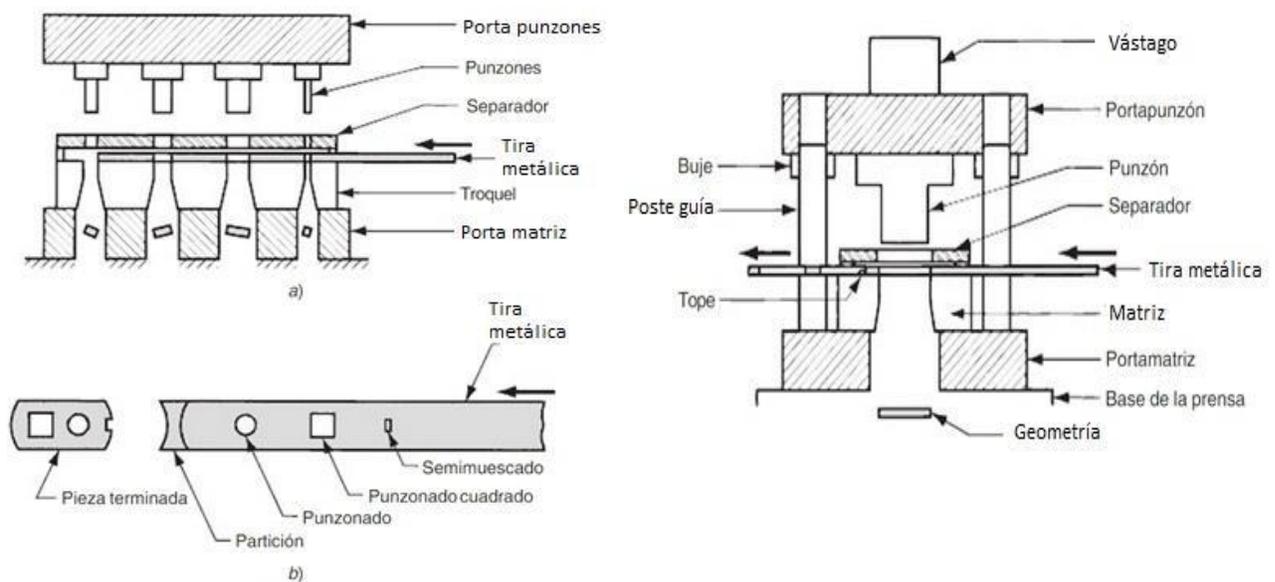
La base superior tiene por objetivo alojar a las placas y elementos que sujetan a los punzones del troquel; como la espiga, la porta espiga, la placa de choque o sufridera, la placa porta punzón, bujes, etc.

Además de ser la encargada de transmitir la fuerza hacia los punzones, para que a su vez puedan ingresar en la matriz dándole la forma deseada a la lámina. Esto debido al movimiento rectilíneo que posee las prensas o troqueladoras.

□ Base inferior (placa fija)

La base inferior es la que permite el alojamiento de las placas y elementos que conforman la matriz; como son la placa guía, placa matriz, placa base, topes, columnas (guías), etc., al mismo tiempo es parte fundamental en la sujeción con la bancada de la troqueladora. También la placa base tiene la función de servir como apoyo; debido a que soporta toda la fuerza que ejerce la troqueladora por medio de los punzones. Asimismo, en la base inferior se colocan las columnas, que sirven como guías, para el correcto centrado entre la placa superior e inferior y así poder realizar un trabajo adecuado entre los punzones y la matriz.

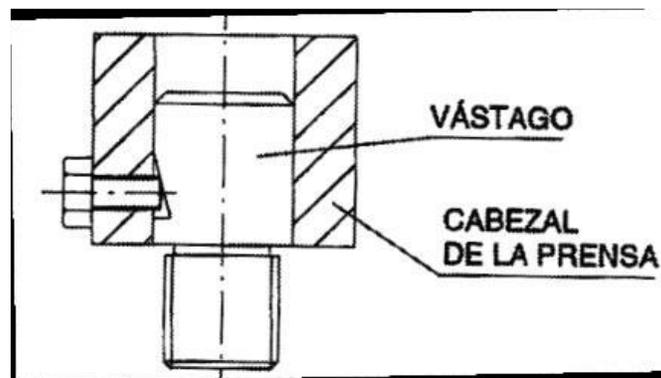
Figura 6. Partes de un troquel de corte.



Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

- *Vástago*: Elemento que une el cabezal del troquel con la prensa. Básicamente tiene una parte roscada para fijarse a la placa porta punzones y cuenta con un rebaje para ajustarse al cabezal de la prensa. Se muestra en la figura 7.

Fifura 7. Vastago.

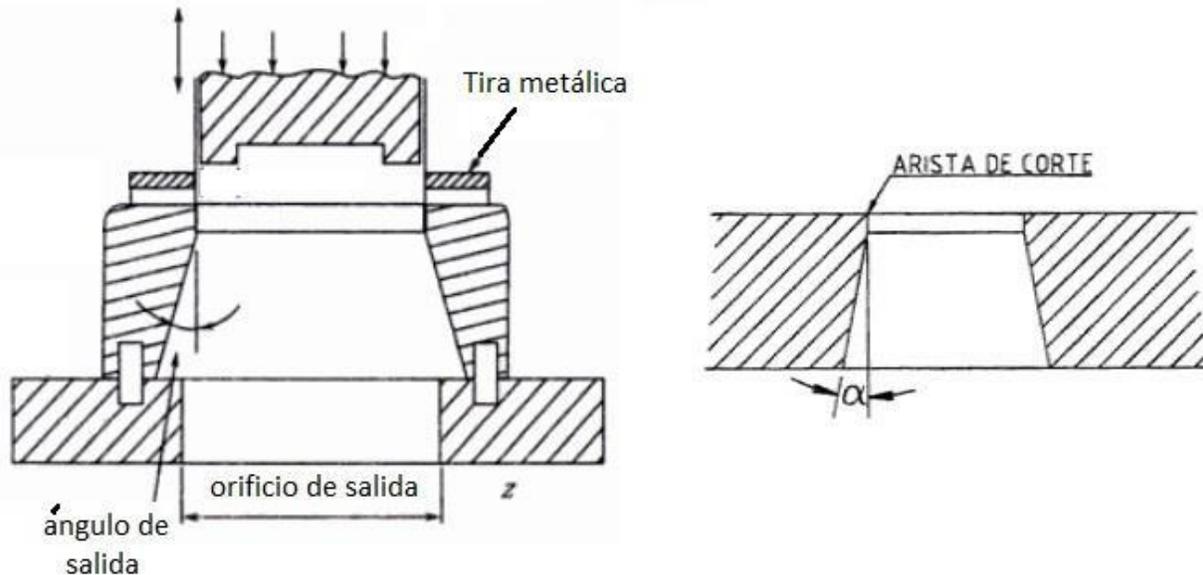


Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

- *Matriz*: la matriz y el punzón son los elementos que producen el corte. La matriz presenta cavidades de la geometría de la pieza a obtener, a través de las cuales se introduce el punzón para provocar el corte del material.

Para diseñar la matriz se deben considerar varios parámetros: el claro o juego entre el punzón y la matriz, el maquinado de las aristas de corte y el ángulo de salida (α) que facilita la extracción del material removido.

Figura 8. Matriz.



Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

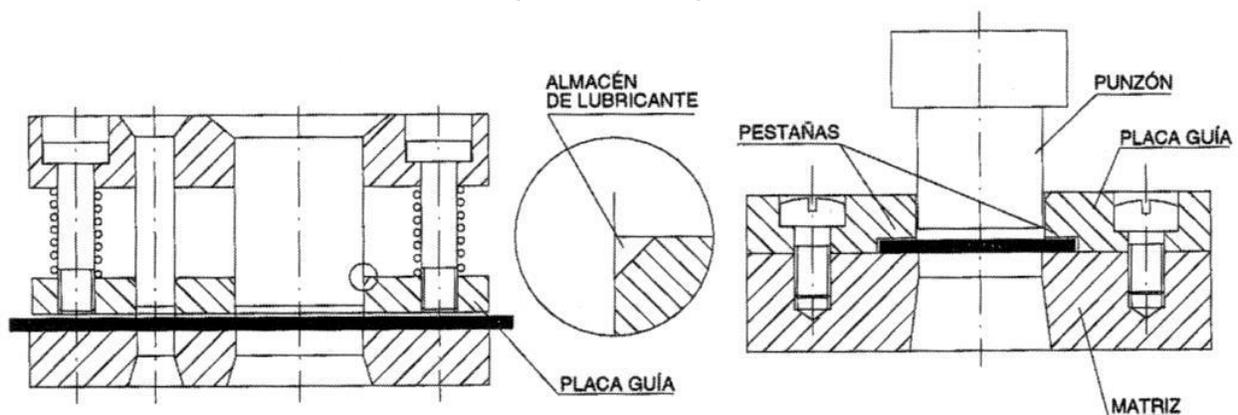
- *Pisador*: durante el movimiento descendente del troquel, la placa pisadora presiona la lámina manteniéndola fija en una posición (dejándola inmobilizada) antes de que los punzones lleguen a tocarla mientras penetran el material y lo desprenden. Una vez cortada la lámina, la función del pisador es mantener la pieza bien sujeta hasta que los punzones hayan salido de ella, de lo contrario, los punzones la podrían arrastrar hacia arriba sujetándose a ellos, con el riesgo de rotura o de obtener una pieza defectuosa.
- *Punzones*: los punzones, también conocidos como '*machos*', tienen por objeto realizar el corte de la lámina con la geometría deseada. Se habla de '*punzones*' y no de punzón, porque en general la mayoría de troqueles llevan montados en su interior un gran número de ellos que pueden ser iguales o totalmente diferentes, según la función que desempeñen.

Se cuida con especial atención la fabricación de los punzones, ya que deben estar perfectamente diseñados y maquinados, muy bien sujetos a la placa porta punzones, acorde a las dimensiones requeridas, con excelentes acabados y un adecuado tratamiento térmico.

- *Sistema de guías*: el movimiento de las dos partes más importantes del troquel (bases superior e inferior) necesita ser guiado en todo momento para garantizar una total concentricidad entre ambas. Esta función se deja a cargo de los postes guía que van montados generalmente en la base inferior y sus respectivos bujes, sistema que se encarga de posicionar y centrar las dos partes del troquel. El sistema de postes guía puede ser de dos tipos: el más habitual es por rozamiento, el cual debe ser muy bien lubricado para no forzarlo, el segundo es de rodamientos o canastilla con una serie de elementos esféricos, en el que las columnas están acompañadas por una guía lineal de cilindros con esferas en su superficie, lo que facilita el desplazamiento, con excelentes ventajas, pues, el movimiento del sistema es muy ligero, los desgastes por rozamientos son bajos y necesita poca lubricación y mantenimiento.

- *Placa guía*: La placa guía cumple con varias funciones; entre ellas la de hacer de guía de los punzones en su acción de corte, para lo cual se realiza un pequeño chaflán a todo el contorno superior de la placa que aloja al punzón para que facilite la entrada de los punzones, el chaflán sirve como pequeño almacén de lubricante que será arrastrado por el punzón. Otra de las funciones que cumple la guía es la de la extracción; con la acción de retroceso, la chapa queda adherida a los punzones, siendo extraída por los resortes o bien por las pestañas de la placa que sirven de guía a la lámina.

Figura 9. Placa guía.



Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

- Otros componentes: para la construcción y funcionamiento de los troqueles se requiere de una gran variedad de componentes complementarios como, bujes, sujetadores, tornillos de fijación, pernos de registro, sistemas de amarre y bridas de sujeción, entre otros. Todos ellos forman el complejo sistema del troquel.

5.1.4 Materiales de los troqueles.

Los materiales empleados en la construcción de troqueles deben seleccionarse considerando determinados parámetros, los cuales dependen del tipo de trabajo que se quiera realizar. Un troquel destinado a punzonar piezas de latón de pequeño tamaño no requerirá un acero de tan elevada resistencia al desgaste como otro destinado a troquelar acero inoxidable. Así mismo, una matriz destinada solamente a trabajos de embutición, permite el empleo de fundición de hierro o de metales ligeros; depende del volumen de rendimiento que se desee obtener. Sin embargo, los diversos aceros empleados en la construcción de esta clase de troqueles deben ser de alta resistencia al corte, muy estables al temple y de muy bajo índice de deformabilidad. Para cada caso particular de aplicación, el acero debe seleccionarse cuidadosamente. Pueden indicarse, como orientación general, tres aspectos del problema que deberán tenerse presentes en la selección de un acero:

1. En relación con las dimensiones del troquel.
2. Con referencia al tipo de trabajo a realizar
3. En relación con el tipo de material que se troquelara.

El troquelado es un trabajo típico de corte, y siendo efectuado por choque, el acero debe tener una elevada resistencia, entre más complejo sea el perfil de la pieza que se desea

obtener, el punzón y la placa matriz tendrán más entrantes y salientes, lo que modifica evidentemente el momento de inercia de estas piezas, y especialmente del punzón. El punzón deberá tener cierta dureza, que mantenga vivo el filo aun después de cortar un elevado número de piezas para lograr repetitividad en el proceso y reproducibilidad en las dimensiones de las piezas.

Muchos hierros fundidos y diferentes tipos de grados de acero son usados para manufacturar troqueles en la industria.

La selección del material requiere una evaluación sistemática del material de la herramienta, recubrimientos, y tratamientos térmicos, considerados los costos como parámetro de evaluación. (metalmecanica, 2014)

Varios estudios sitúan los materiales para herramientas y recubrimientos usando una prueba estándar ampliamente aceptada. Sin embargo, estos estudios no proporcionan una información cuantitativa con respecto a la vida de la herramienta bajo las condiciones prácticas de troquelado. Hay un número de publicaciones de estudios comparativos de desgaste, pero no muchos de ellos usan aceros avanzados de alta dureza como material a procesar.

Los estudios de puntos de referencia dan una comparación numérica de la vida de la herramienta (número de partes troqueladas) por cierto material y recubrimiento. Los estudios se realizaron hasta que rasguños y defectos fueron visibles en la lámina troquelada.

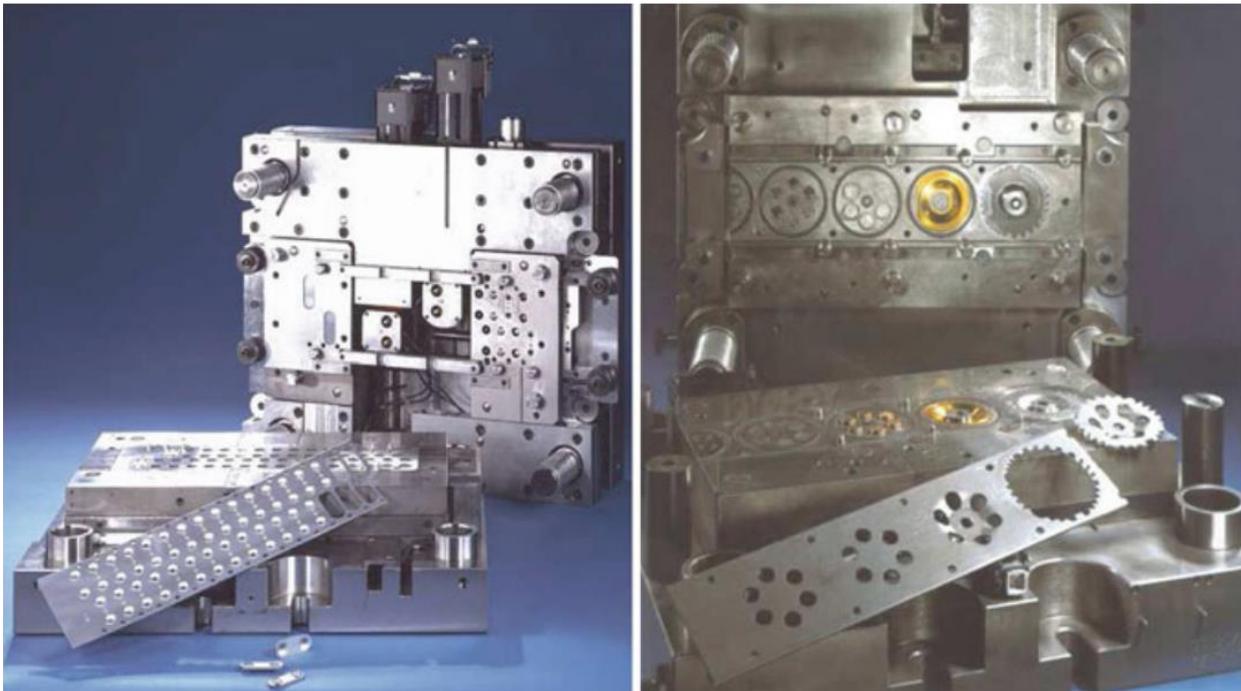
A continuación, se mencionarán algunos de los materiales empleados en la fabricación de los componentes de los troqueles:

Para la fabricación, tanto de la base superior como la inferior, se usan placas de fundición o acero del tipo ASTM A36, o también placas de acero al carbono de mediana resistencia como el SAE/AISI 1045, o sus equivalencias en las diferentes marcas. Los materiales son tratados térmicamente por temple convencional y tienen una dureza superficial de 55-58 HRC.

Para la matriz el acero se elige según el número de piezas a fabricar, puede ser acero A36 o SAE/AISI 1045, para grandes producciones se prefieren materiales con mayor dureza, templabilidad y resistencia al desgaste como el SAE/AISI D2 (alto carbono, alto cromo), que después de templado y revenido puede alcanzar una dureza de 62-64 HRC,

todos ellos, materiales que cumplen con las tres propiedades más importantes en la selección de aceros para trabajos en frío: tenacidad, resistencia al desgaste y elevada dureza como ya se mencionó anteriormente de que orden en magnitud.

Figura 10. Troqueles fabricados con aceros de alta dureza y resistencia.



Fuente. <http://www.trogem.es/troqueles.html>

En los punzones la elección de los aceros para su fabricación se hace según su función, para los punzones de corte se emplean materiales de alta resistencia al desgaste y con muy buena conservación del filo, por ejemplo, el SAE/AISI D6 o D3, que pueden alcanzar una dureza de 62-64 HRC.

COMPOSICIÓN QUÍMICA- %PROMEDIO

Tabla 1

Acero SAE/AISI D2					
C	Mn	Si	Cr	Mo	V
1.55	0.35	0.35	11.8	0.85	0.85

Acero ASTM A36				
C	Mn	Si	P	S
0.26	0.8-1.2	0.4	0.04	0.05

Acero SAE/AISI 1045				
C	Mn	Si	P	S
0.43-0.5	0.6-0.9	0.15-0.3	0.04	0.05

5.1.5 Aplicaciones.

Los troqueles tienen una gran variedad de aplicaciones dentro de la industria de la manufactura, y esto es debido a la configuración que presenta cada tipo de troquel.

- Aplicaciones de troqueles simples.

Figura 11. Aplicaciones troquel simple

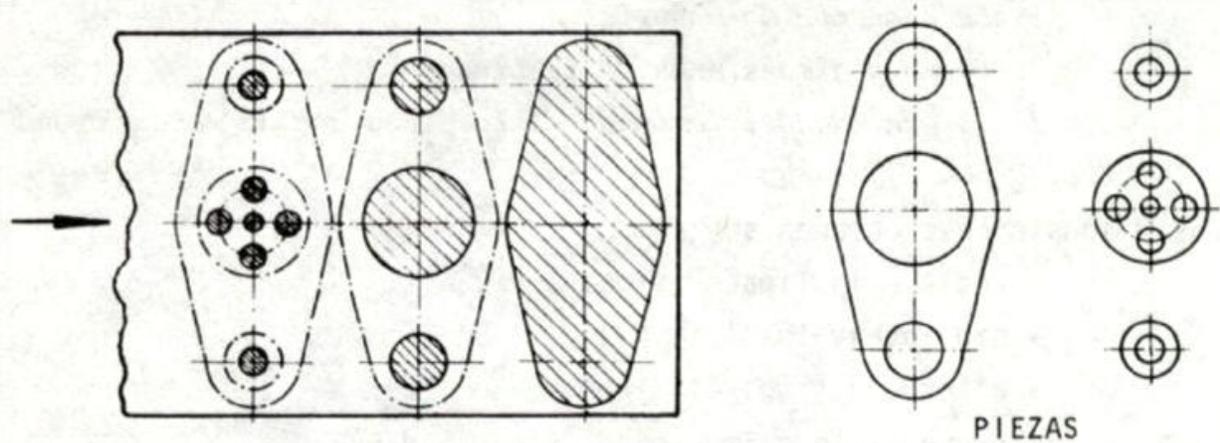


Fuente:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2d/Operaciones_troquelado.JPG/420px-Operaciones_troquelado.JPG

- Aplicaciones de troqueles compuestos.

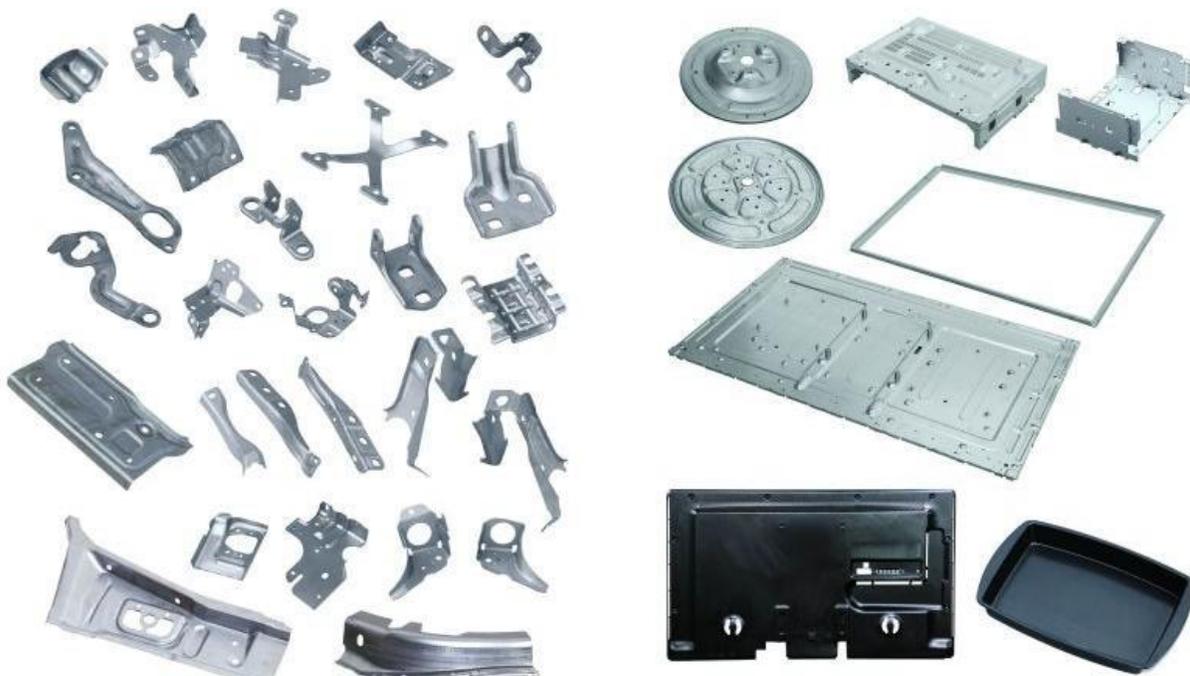
Figura 12. Aplicaciones troquel compuesto



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/31789225/Informacion-Tecnologica-Matrices-de-Corte-Definicion-y-Nomenclatura>

- Aplicaciones de troqueles progresivos

Figura 13. Aplicaciones troqueles progresivos



Fuente: <http://image.made-in-china.com/45f3j00ktTaNGiEFQcb/Automotive-Die-Progressive-Die-for-Stamping-Auto-Parts-Used-in-Well-Known-Car.jpg>

6. CAPITULO III. Desarrollo.

6.1 Diseño del troquel.

Parámetros de diseño del troquel

El diseño del troquel tiene por objetivo incrementar la producción de piezas metálicas, optimizando el material de trabajo, y a la vez reduciendo tiempo y costo; por ende, debe cumplir con ciertos parámetros técnicos y de funcionabilidad para alcanzar dicha meta.

- El diseño del troquel debe ser claro y de sencilla comprensión.

- El diseño del troquel debe garantizar la precisión de corte del material, durante la operación de punzonado.

- El diseño del troquel debe permitir el trabajo continuo.

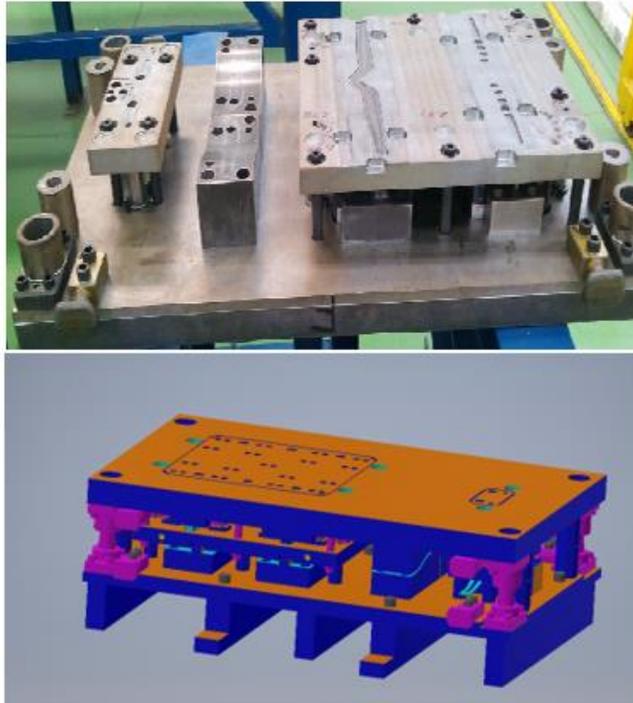
- El diseño del troquel debe asegurar la estabilidad del conjunto de trabajo, cuando esté en operación.

- El diseño del troquel debe garantizar una alta confiabilidad, por medio del factor de seguridad.

- Además el diseño del troquel debe satisfacer las necesidades y requerimientos del ente de financiamiento.

Troquel progresivo.

Figura 14. Troquel progresivo.



Fuente. Autor

Ventajas:

Permite realizar piezas de geometrías con una alta complejidad. Tiene una elevada producción con gran diversidad en sus productos.

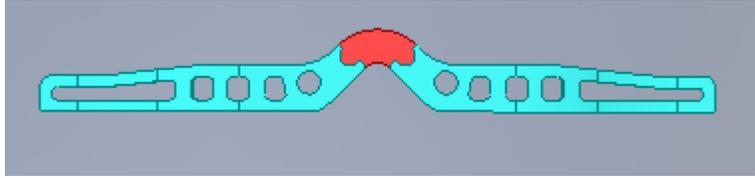
Desventajas:

Elevado costo inicial.
 Necesidad de mantenimiento periódico y de personal especializado.

6.2 Diseño de la pieza a troquelar.

El primer paso en el diseño de cualquier troquel es hacer un estudio cuidadoso de la pieza a producir, ya que esta proveerá la información necesaria para diseñar los componentes del troquel y los procesos de manufactura que se utilizarán. Fig. 15.

Figura 15. Pieza a troquelar.



Fuente. Autor

Para la selección de la geometría se llevaron a cabo varios criterios, el primero fue darle utilidad a la pieza, el realizar una geometría simple por ejemplo un disco, es sencillo manufacturar los componentes del troquel, de igual manera se podría observar el proceso de corte, obteniendo discos que no serían de mucha utilidad y que probablemente después se desechen. Resultaría mejor que el alumno realice su práctica, entienda el proceso, analice lo que sucede y al final se lleve la pieza fabricada, la cual podrá colgar en sus llaves, usarla como destapador o simplemente de adorno, dándole una mayor vida útil y de alguna manera un buen incentivo para la persona que realice la práctica.

En el último paso se analizó la complejidad de la geometría, los puntos que podrían complicar el proceso como la concentración de esfuerzos, las herramientas requeridas para manufacturar, así como la disposición y capacidad de las máquinas.

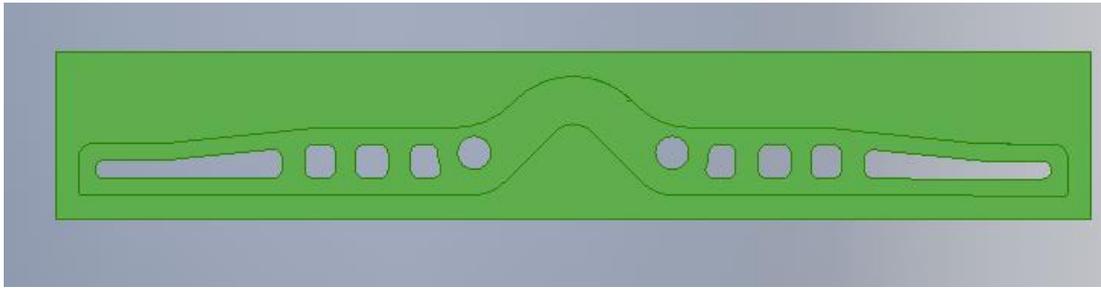
6.3 Dimensiones de la tira.

Selección de la configuración de las piezas sobre la tira (diseño de la tira)

Para la determinación de las dimensiones de la tira se utilizan los fundamentos mencionados en el capítulo anterior.

Para el posicionamiento de la pieza en la lámina es necesario considerar las diferentes orientaciones posibles.

Figura 16. Posicionamiento de la geometría en la lámina.



Fuente. Autor

El primer punto es que la alimentación de la lámina se hará de manera manual, de derecha a izquierda, por lo que cualquier configuración de la figura 16 se puede utilizar. El segundo punto a considerar para la selección de posicionamiento es el área de trabajo disponible en el porta troquel.

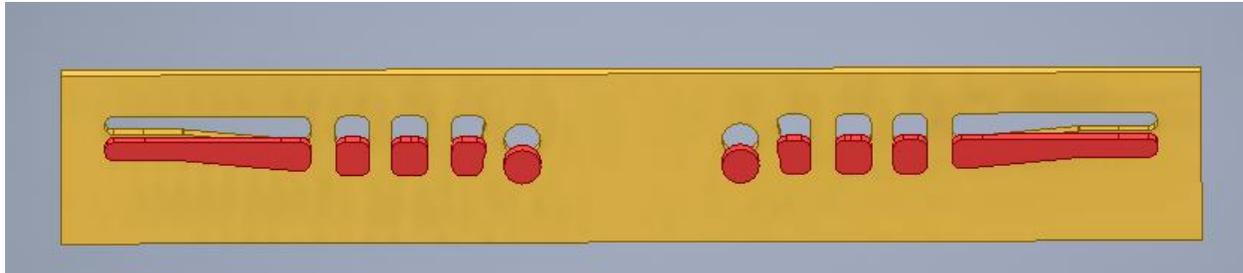
El diseño de la tira debe optimizar la cantidad de material; por ello debe cumplir con algunos parámetros de diseño; que son: separación mínima entre las piezas, ancho de la tira y el paso que debe tener para trabajar.

La separación entre piezas debe tener un valor mínimo que garantice y evite la deformación en la tira, por falta de rigidez en las paredes interiores del fleje cuando este haya sido cortado por los punzones. Además, debe asegurar que las piezas salgan completas.

6.4 Diseño mecánico del troquel.

El diseño del troquel permitirá obtener una producción en serie; donde el producto terminado se denomina pieza y los sobrantes de la tira retal. Ver en fig. 17.

Figura 17. Posicionamiento de la geometría en la lámina.



Fuente. Autor

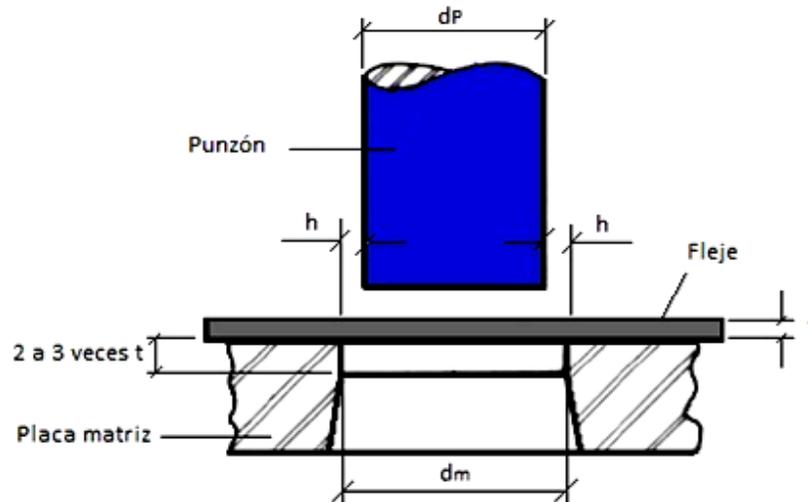
Además, el diseño mecánico debe optimizar la producción y el material a emplear; por eso es necesario conocer las dimensiones.

6.4 Diseño de la matriz.

Es la holgura (ajuste deslizante) que debe existir entre los punzones y la matriz; con el objetivo de poder producir un corte adecuado en la tira.

Además, la holgura depende de dos factores como el espesor y material. Ver fig. 18.

Figura 18. Holgura entre punzón y matriz.



Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

Con el valor de la holgura y el diámetro mayor de la cavidad de la matriz se dimensionará el diámetro del punzón de contorno externo.

VIDA ÚTIL DE LA MATRIZ

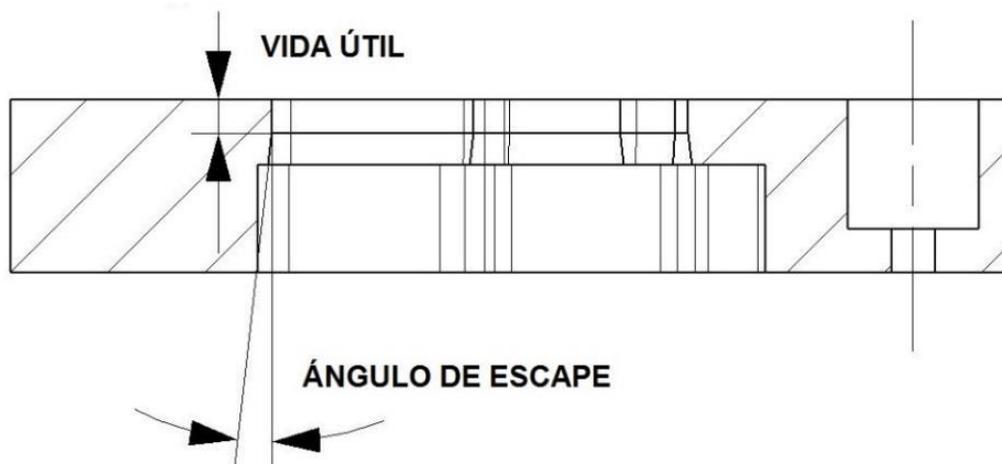
En el proceso de troquelado, la matriz presenta un desgaste continuo por los impactos a los que está expuesta, por lo tanto, es necesario considerar la vida útil que tendrá la pieza. Se determina el espesor que presenta la matriz antes del ángulo de salida de las piezas, este espesor servirá para hacer afilados o rectificadas durante la vida útil de la matriz. El valor normalmente es dos o tres veces el espesor de la lámina a cortar.

$$Vida \text{ Útil} = 2t \text{ ó } 3t$$

Para darle una mayor vida a la matriz se utiliza tres veces el espesor de la chapa

$$Vida \text{ Útil} = 3(1.52 \text{ mm}) = 4.56 \text{ mm}$$

Figura 19. Corte transversal de la matriz mostrando la vida útil y el ángulo de escape



Fuente. [https://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_y_troquelado_\(metalmec%C3%A1nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_y_troquelado_(metalmec%C3%A1nica))

ÁNGULO DE ESCAPE DE LA MATRIZ

El ángulo de escape se realiza inmediatamente después del espesor de la vida útil de la matriz también mostrado en la figura 19, este ángulo permitirá que la pieza troquelada sea liberada sin quedar atrapada dentro de la matriz, si esto llega a suceder la pieza será empujada posteriormente por las siguientes piezas troqueladas, pero no es recomendable debido a que los metales al sufrir una deformación plástica presentan una recuperación, de tal manera que al tener piezas atoradas en la matriz se podrían generar fracturas de la misma debido a la presión ocasionada en las paredes por la recuperación elástica de las piezas troqueladas.

6.4 Diseño de los punzones.

Un factor muy importante debe ser considerado para las dimensiones del troquel: el correcto claro entre punzones y matrices. Para obtener piezas sin defectos de la tira metálica, debe haber exactamente el espacio correcto entre la orilla del punzón y la orilla de corte de la matriz. Si existen distancias pequeñas, las pérdidas en potencia serán excesivas para operar la prensa. También, cuando el punzón penetra la tira, las

pequeñas fracturas que se originan por ambas partes, tanto del punzón como la matriz, no se unirán, y aparecerán bordes irregulares en la pieza cortada, o en el interior de un orificio punzonado.

La distancia excesiva en el claro estirará la pieza y producirá, largas y fibrosas rebabas alrededor de la orilla. La aplicación de un claro correcto resultará en una pieza libre de rebabas, y con la mayor extensión posible de la orilla pulida. (metalmecanica, 2014)

El claro correcto depende del material, de su grado de dureza y de su espesor.

La Tabla 2 muestra las constantes de materiales para los cuales se calcula el claro. La ecuación nos muestra que el claro es igual al espesor del material dividido entre la constante:

$$H=T/C$$

Donde:

H= Claro

T= espesor del material

C= constante del material

Tabla 2

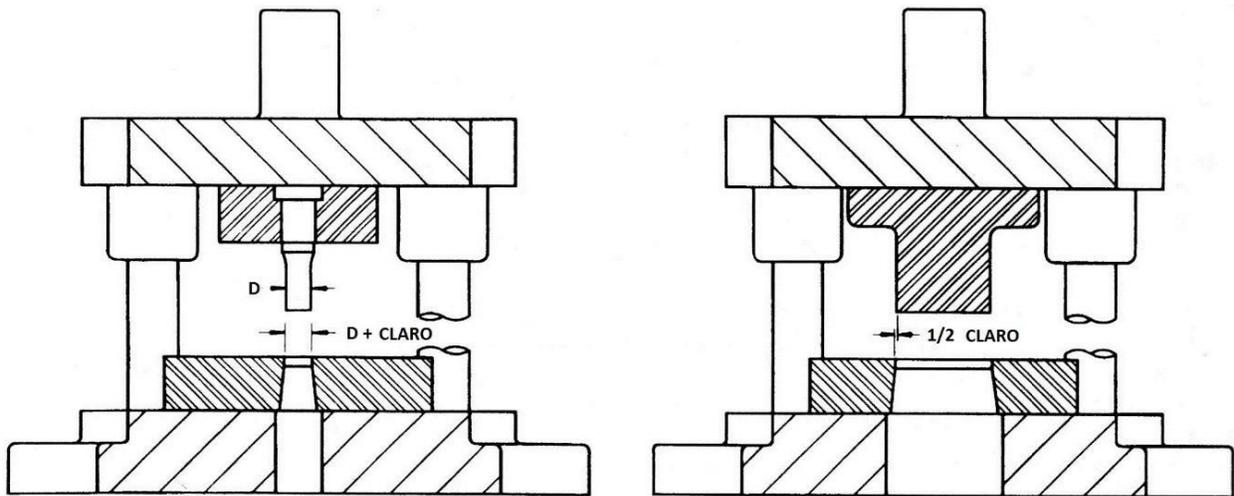
CONSTANTES PARA VARIOS MATERIALES	
MATERIAL	CONSTANTE
Cobre	21
Latón	20
Acero suave	17
Acero mediano	16
Bronce	16
Acero duro	14
Acero inoxidable	12.5
Acero suave y mediano (arriba de ¼ pulgada en espesor)	10
Aluminio (hasta 1/8 pulgada en espesor)	10
Aluminio (arriba de 1/8 pulgada en espesor)	8

Fuente.http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-

11172002000400004

El claro se aplica al punzón o a la matriz tal como se muestra en la figura 3.11, pero nunca a ambos. Para poder determinar este parámetro hay unas reglas por seguir: Cuando se punzona y la pieza obtenida se desecha como desperdicio, el punzón debe tener la medida de la perforación deseada, en este caso, el claro se aplica a la matriz. Cuando la pieza que se produce es la requerida, y la tira de la cual fue removida es desperdicio, la apertura de la matriz es hecha a la medida de la pieza, y el claro se aplica al punzón.

Figura 20. Claro aplicado al punzón o matriz



Fuente. <http://industrialmaterials20xx.blogspot.com/2013/03/doblado.html>

6.5 Manufactura del troquel.

La construcción de los diferentes elementos que conforman el troquel, se lo realizó con las siguientes máquinas-herramientas:

- Centro de mecanizado CNC.
- Torno.
- Rectificadora.

- Taladradora de pedestal.
- Entenalla (tornillo de banco).
- Machuelos.
- Brocas.
- Cuchillas.
- Sierra.
- Calibrador.

La manufactura de cualquier producto viene totalmente ligada al proceso de diseño, siempre es necesario considerar la forma en la cual se fabricará cierto producto, los inconvenientes que se pueden encontrar en el camino, así como los tiempos de manufactura.

Para diseñar y manufacturar el troquel se hizo uso de las técnicas CAD/CAM, es una gran herramienta de soporte en todos los procesos involucrados, reduciendo los tiempos y costos en el desarrollo y fabricación, ya que cualquier posibilidad de falla cometido durante el proceso de diseño o la manufactura es identificado y corregido en un lapso de tiempo muy corto, que va de minutos a horas, en lugar de días o semanas si no se cuenta con esta herramienta.

Es conveniente realizar una breve descripción de los sistemas de cómputo que se utilizaron para el diseño y fabricación del troquel de corte: sistema CAD (Computer Aided Design) Diseño Asistido por Computadora, se enfoca en el uso de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador definir el producto a fabricar. Con un software se puede especificar y formalizar la representación de una pieza o sistema, el cual permite realizar proyecciones bidimensionales, modelados geométricos, definir propiedades de materiales, así como una vista preliminar de la pieza a fabricar. De esta manera se pueden visualizar posibles fallas o interferencias que puedan tener las piezas con otros elementos.

En cuanto al sistema CAM (Computer Aided Manufacturing) Manufactura Asistida por Computadora, engloba las aplicaciones encargadas de traducir las especificaciones de diseño producto del sistema CAD, a especificaciones de manufactura, utilizando tecnologías de fabricación y el control numérico (CNC).

El diseño del troquel se llevó a cabo con la ayuda del programa NX 8.5 (Siemens) el cual cuenta con el módulo CAD/CAM. Es un software que está disponible en cd a un precio accesible o es posible utilizarlo desde las instalaciones universitarias. De esta manera se realizaron los dibujos de cada elemento, planos de detalle, ensambles, para de esta forma realizar la verificación de las dimensiones y posibles interferencias con otros elementos del troquel, en este paso se tomaron decisiones finales para manufacturar. Con el módulo CAM es posible generar los códigos de control numérico para gran cantidad de máquinas herramienta y poder manufacturar el producto diseñado, así como la simulación previa de la trayectoria y tipos de herramientas, parámetros y tiempos de maquinado.

Figura 21. Softwares utilizados.



6.5 Materiales de fabricación.

La selección de los materiales es un punto muy importante que no se debe dejar al azar. En el primer capítulo se mencionan los materiales que normalmente se utilizan para los troqueles, de esta clasificación se seleccionó el que cumplió con las características requeridas.

El troquel de corte está expuesto a altos impactos y esfuerzos, lo que puede ocasionar fracturas o fallas en la herramienta. Algunos factores que influyen en la selección son: la cantidad de piezas a producir, el espesor de la lámina y la complejidad de la pieza troquelada.

Los mecanismos más críticos de falla son por desgaste abrasivo y desgaste adhesivo, formación de varias grietas en la lámina y la formación de rebaba.

El troquel no se utilizará para largas producciones, pero se pretende que tenga una duración apta para la enseñanza, al menos que se puedan realizar unos 10,000 golpes, así como la obtención de piezas de buena calidad, que resista el desgaste, además, se trabajara con lámina de espesor considerable calibre #16 (1.52 mm) y la geometría de la pieza es compleja por lo que se requiere un material apto para estas sollicitaciones.

El material AISI D2 es un acero para herramienta de elevada aleación para aplicaciones donde una buena resistencia al desgaste abrasivo es requerida. Este acero de alto contenido de carbono y con un 12% de cromo es el más utilizado para el trabajo en frío. Es tratable térmicamente y puede ofrecer un rango de dureza de 55-62 HRC. Para la fabricación de la matriz y punzón se emplea esta calidad de acero.

Tabla 3

Material	Dureza (HRC)	Esfuerzo último (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
AISI D2	60 HRC	1489	1385	207
ASTM A 36	70 HRB	400	250	200

El porta troquel está hecho con acero ASTM A 36, ya que es el más empleado para esta aplicación por sus propiedades mecánicas.

6.6 Materiales de fabricación.

En esta sección se describe el proceso de maquinado de la mayoría de los elementos que componen al troquel, desde el material en bruto hasta la obtención de la pieza final.

Figura 22. CNC.



Fuente. Autor

PARÁMETROS DE CORTE

Las condiciones de corte que determinan la remoción de material son la velocidad de corte, el avance y la profundidad de corte. Estas condiciones y la naturaleza del material establecen los requerimientos de potencia necesarios para realizar la operación. Las condiciones de corte se deben ajustar a la potencia disponible de la maquina a usar. Las condiciones de corte también deben considerarse en relación con la vida de la herramienta.

El primer paso para establecer las condiciones de corte es seleccionar la profundidad, esta será limitada por la cantidad de material maquinado de la pieza de trabajo, por la potencia de la máquina, la rigidez de la pieza de trabajo y la herramienta de corte. La profundidad es el factor que menos afecta la vida útil de la herramienta, así que se debe usar lo más profundo posible.

El segundo paso a seleccionar es el avance. Se debe usar el máximo avance posible que produzca un acabado superficial aceptable.

El tercer paso es la velocidad de corte, a pesar que las tablas proveen las velocidades y avances recomendables, la experiencia en maquinar cierto material formará las mejores bases para ajustar las velocidades de un trabajo en específico.

La vida de la herramienta es el factor más importante en un sistema de maquinado, los avances y velocidades no se pueden seleccionar como simples números, deben ser considerados con respecto a otros factores que pueden influir en la vida de la herramienta, los datos presentados en la literatura son confiables, sin embargo, el maquinado es un proceso variable y complicado, el uso de tablas de avances y velocidades requiere que el usuario siga instrucciones cuidadosamente para conseguir buenos resultados. Los parámetros varían de acuerdo al tipo de material, el tipo de herramienta, los ajustes de la máquina entre otros factores que no se pueden garantizar. Los parámetros utilizados en el proceso de maquinado del troquel están tomados de tablas del manual de maquinaria, ajustados a tipo de herramienta y material utilizado.

Debido a que no se realiza una producción, el tiempo de maquinado no es de gran importancia, por lo tanto, se redujeron los valores recomendados en las tablas, de esta manera se cuidó la vida de la herramienta y el acabado superficial obtenido.

Tabla 4

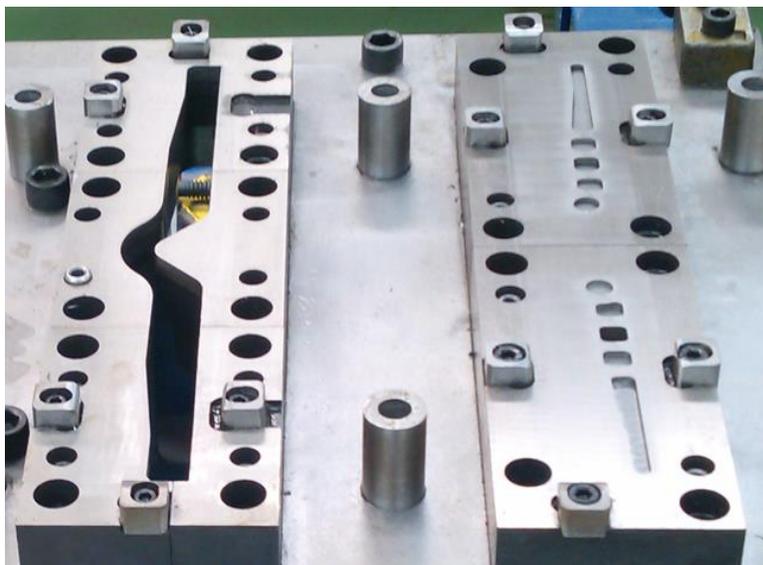
Parámetros de corte			
Herramienta Diámetro (mm)	Profundidad de corte (mm)	Avance (mm/min)	Velocidad de corte (rpm)
Cortador carburo de tungsteno de 12.7	1.5	70	1800
Cortador carburo de tungsteno de 6.35	1	25	1800
Cortador carburo de tungsteno de 3.175	0.75	17	1800
Broca carburo de tungsteno de 6.35	-	80	1000

MAQUINADO DE MATRIZ

Se realizó el diseño con el ayuda del software NX cuidando cualquier detalle que pudiera provocar una falla en la manufactura, se analizó el tipo de herramienta necesaria y se generó el código de control numérico.

A partir de una placa con las dimensiones aproximadas, para obtener las dimensiones de diseño se hizo uso de una fresadora vertical. La placa se sujetó en una prensa y se prosiguió a carear cada una de las superficies, con la finalidad de escuadrar, eliminar imperfecciones y dar las dimensiones apropiadas.

Figura 22. Maquinado de matriz final

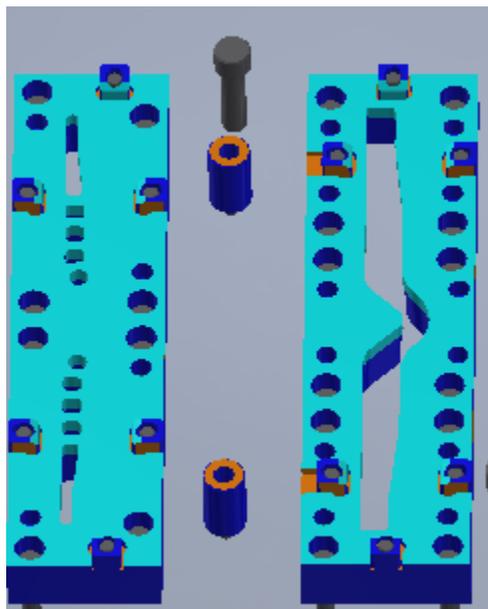


Fuente. Autor

Posteriormente en el centro de maquinado de control numérico, para este caso una máquina BAOJI VMC 1060B que se encuentra en las instalaciones, a la cual se le transmitió el código generado previamente.

Se sujetó la pieza con la prensa y se prosiguió a correr el programa para obtener el espesor de la vida útil de la matriz con la geometría especificada como se ve en la figura 4.1, utilizando una secuencia de cortadores de carburo de tungsteno de 1/2", 1/4" y 1/8", así mismo se realizó la cavidad para alojar la matriz de punzonado.

Figura 22. Matriz de corte.



Fuente. Autor

En seguida se volteó la placa para maquinar la parte inferior, cavidad que sirve para expulsar la pieza troquelada, la cual se muestra en la figura 4.2.

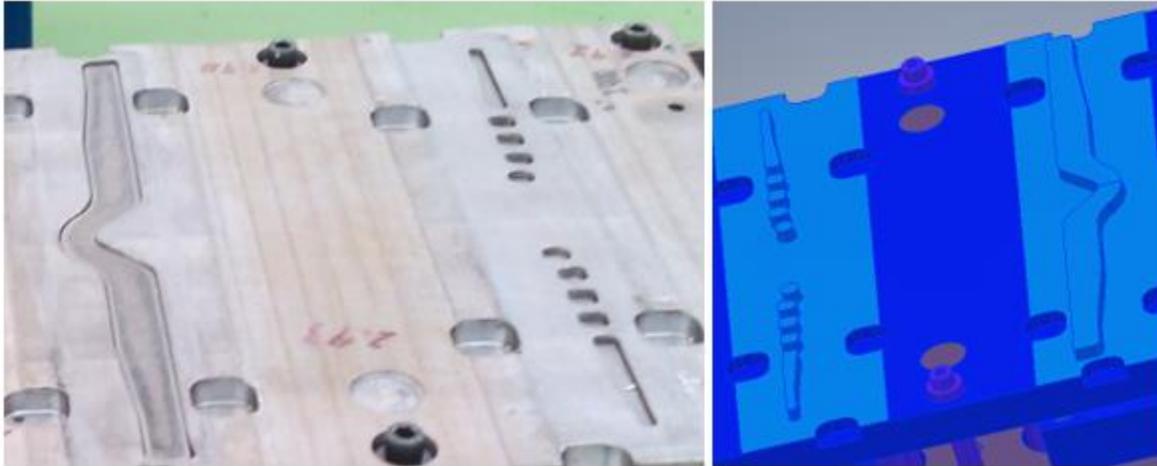
Después se retiró la pieza de la máquina y se utilizó una fresadora manual, donde se realizaron barrenos de precisión con una broca de 15/64" para poder introducir una rima de 1/4", estos barrenos sirven para colocar los pernos de registro que nos posicionan la matriz. Se realizan las cajas para alojar las cabezas de los tornillos.

Finalmente se rectificaron ambas caras de la matriz, con el objetivo de eliminar las rebabas y marcas de maquinado y así poder realizar un mejor ajuste. Ver figura 22.

MAQUINADO DE PUNZONES

A partir de este material, se diseñó el punzón en NX adaptándose a las medidas, se realizaron los ajustes necesarios evitando interferencias y se simuló el uso correcto de los pasos de manufactura.

Figura 22. Punzones.



Fuente. Autor

Se procede a maquinar los punzones con cortadores de buena calidad para que estos queden bien afilados. Se requirió el uso de tres distintos cortadores, 1/2, 1/4, 1/8 pulgada de diámetro para completar la geometría.

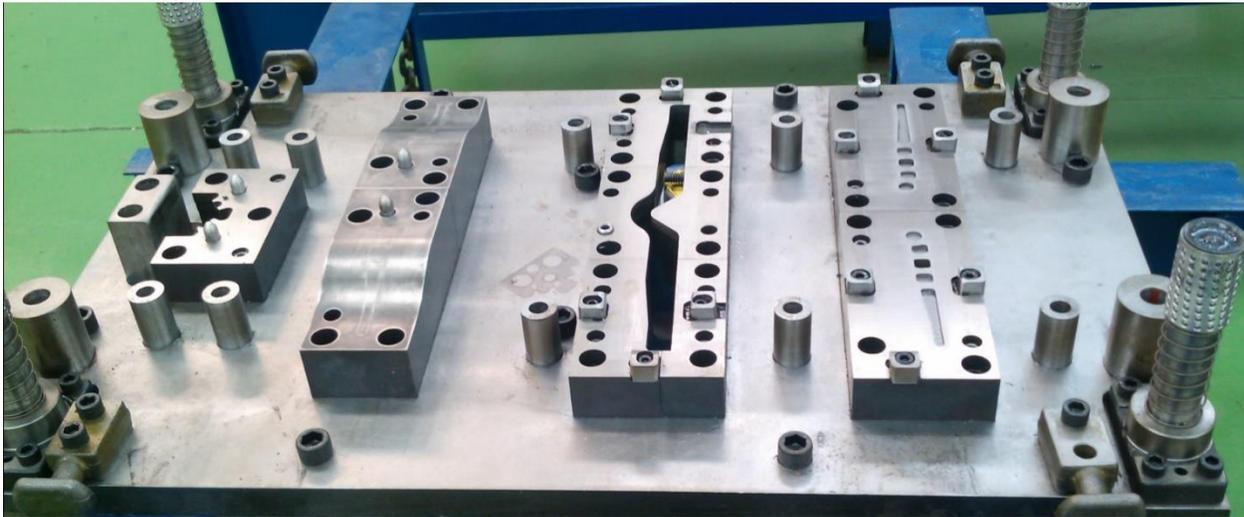
Al finalizar el maquinado se realizó el rectificando de ambas caras, el siguiente paso se llevó a cabo en conjunto con el porta troquel, se hicieron 3 perforaciones de 13/64" para los tornillos de sujeción, perforaciones de 15/64" para los pernos de registro y una perforación de 5/16" para un tornillo central.

Después de realizar esta operación en conjunto con el porta troquel, se removió el punzón y se trabajó por separado. En las perforaciones de 13/64" se realizó un machueleado para tornillos de 1/4", en el barreno central se hizo un machueleado para un tornillo de 3/8" y en los barrenos de registro se introdujo una rima de 1/4".

PORTA TROQUEL INFERIOR

Por medio de la máquina de control numérico, se realizaron barrenos $13/64''$ para la sujeción de la matriz, con un cortador de carburo de tungsteno de $1/2''$ se maquinó la cavidad para liberar la pieza punzonada y que esta no se quede dentro de la matriz. En la figura 23 se observa el maquinado de la cavidad. Se les realizo cuerda a los barrenos con un machuelo de $1/4''$.

Figura 23. Porta troquel inferior.



Fuente. Autor

PORTA TROQUEL SUPERIOR

Este es uno de los puntos más críticos, ya que de este proceso depende la alineación adecuada entre punzón y matriz. Se atornilla la matriz al porta troquel inferior, se introduce el punzón en la matriz, pero se colocan lanas entre el punzón y la matriz con la medida del claro calculado, de esta manera se asegura conseguir la misma distribución de espacio a lo largo del perfil de la figura. Se posiciona el porta troquel superior en los postes guías y que toque de manera uniforme al punzón. Se realizan los barrenos en el porta troquel ya mencionados en el maquinado del punzón.

Figura 23. Porta troquel superior.



Fuente. Autor

En la posición actual se realiza una prueba de corte con una lámina de menor espesor y de mayor deformación, en la pieza obtenida se puede observar si el claro se mantiene uniforme a lo largo de la geometría.

En esta misma posición se realizan dos barrenos de precisión a la matriz, para insertar los pernos de posicionamiento y así asegurar la alineación.

Posteriormente se retira el punzón y matriz, para realizar tratamiento térmico, en este caso se hizo un temple al vacío para conseguir una dureza 58-60 HRc.

PISADOR

Se realizó el diseño de tal manera que no exista interferencia con otros elementos, ya que es en el pisador donde van ubicados los resortes y deben estar libres de roces con elementos en los costados. La cavidad se dibujó a partir de la geometría original, usando una holgura para ensamble mecánico de 0.3 mm por lado. El pisador se manufacturó en un acero, primeramente, se le realizan dos caras planas a los costados para poder sujetarlo en la prensa, posteriormente se hace un barreno en el centro para usarlo como referencia de posicionamiento.

Se sujetó el disco en la prensa de la máquina de control numérico y se prosiguió a realizar la geometría deseada, en este caso solo se utilizó un cortador de 1/2" y de 1/8", posteriormente se realizan los barrenos correspondientes para cada tornillo guía donde se colocan los resortes y uno para que el punzón de perforado pase a través del pisador sin ningún problema. En el proceso seguido se maquina una cavidad circular de 3" para que el punzón no interfiera con el pisador. La geometría a final del pisador se muestra en la figura 24.

Figura 24. Pisador



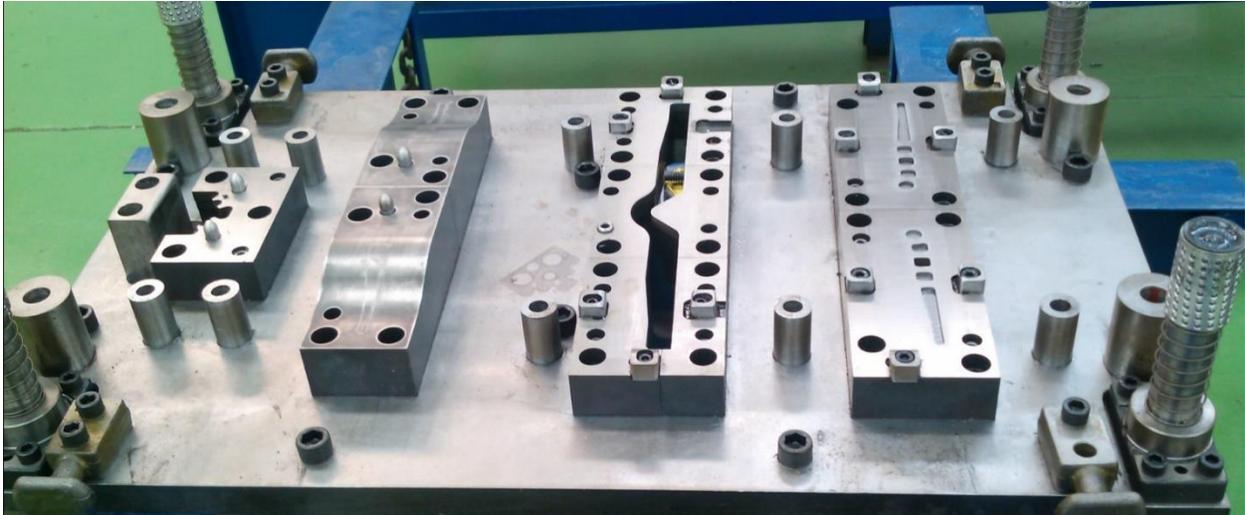
Fuente. Autor

6.7 Ensamble.

Es un procedimiento secuencial para ensamblar las diferentes piezas que conformarán el troquel. Además, todas las piezas son desmontables, de tal manera se facilita el montaje y cuando se necesite dar mantenimiento presentará un fácil desmontaje.

1) Colocar la matriz en el porta troquel inferior con tornillos Allen de 1/4" y pernos de registro para posicionarla en su lugar como se muestra en la figura 25. Insertar la matriz de perforación en la cavidad correspondiente y sujetarla con un tornillo prisionero.

Figura 25. Ensamble en porta matriz.



Fuente. Autor

2) Ubicar el punzón en el troquel superior, sujetarla con 3 tornillos Allen de $\frac{1}{4}$ " y los 2 pernos de registro como se ve en figura 26.

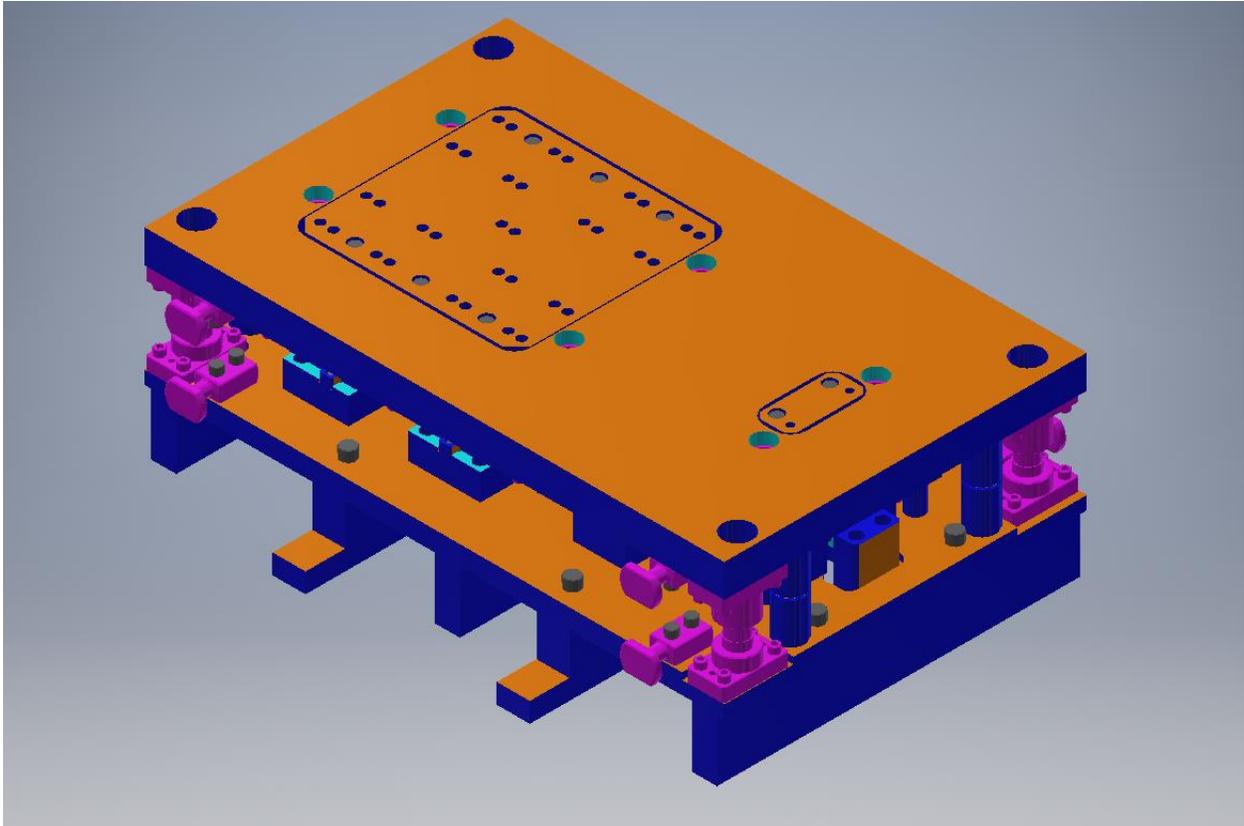
Figura 26. Ensamble en porta matriz.



Fuente. Autor

3) Insertar el porta troquel superior en las columnas guía para completar el ensamblaje como en la figura 27.

Figura 27. Montaje de ambas partes



Fuente. Autor

7. CAPITULO IV. Resultados.

7.1 Pruebas y resultados.

Las pruebas se las realiza con el fin de garantizar que el troquel funcione de forma adecuada, brindando seguridad al operario y obteniéndose el producto por el cual fue diseñado.

La primera prueba es verificar las dimensiones de alto, ancho, largo, base superior, base inferior, distancia entre punzones, ranura para el guiado, distancia para la sujeción con la bancada y separación entre bases sin carga, sean las correctas.

Plan de pruebas.

Prueba N°1, verificar las dimensiones del troquel.

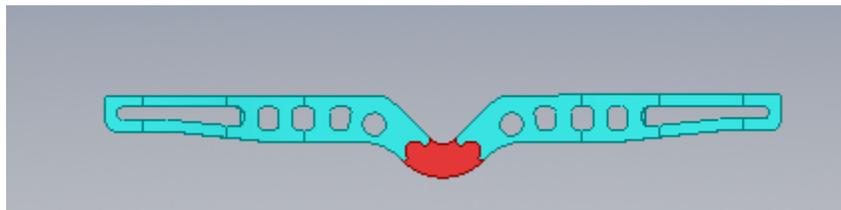
Prueba N°2, verificación del adecuado funcionamiento de los sistemas del troquel.

Prueba N°3, evaluación del comportamiento del troquel trabajando en vacío.

Prueba N°4, evaluación del comportamiento del troquel trabajando a carga.

Al tener ensamblado el troquel se prosiguió a realizar una prueba en un menor calibre de lámina para verificar que el corte fuera uniforme a lo largo de la geometría. La muestra obtenida se observa en la figura 4.13. En el corte se nota un poco de rebaba debido a que se utilizó un menor calibre de lámina, pero es uniforme a lo largo del perfil, demostrando que se consiguió cortar con una correcta alineación, lo que indica un adecuado proceso en la manufactura y así mismo un buen posicionamiento de todos los elementos que conforman el troquel.

Figura 28. Prueba.



Fuente. Autor

7.2 Manual de funcionamiento.

El funcionamiento de la troqueladora parte de la puesta en marcha, que es el proceso de arranque y regulación de los diferentes componentes de la misma. Por tal motivo es imprescindible seguir los siguientes pasos:

Paso 1. La máquina debe estar libre de cualquier objeto que sea ajeno a la misma.

Paso 2. Controlar y verificar que las partes del equipo estén bien ajustadas.

Paso 3. Verificar que el botón de encendido esté en la posición de apagado.

Paso 4. Comprobar que el suministro de voltaje a la máquina esté conectado a una fuente de 220 voltios y 60 Hz.

Paso 5. Colocar el troquel en la mesa de la troqueladora y ajustar a la misma por medio de los pernos de anclaje.

Paso 6. Controlar y verificar que las partes del troquel estén bien alineadas y ajustadas.

Paso 7. Regular la mesa de la troqueladora hasta la altura de trabajo para el troquel (parte más elevada del tornillo de potencia).

Paso 8. Encender la máquina por medio del botón ON.

Paso 9. Seleccionar la forma de trabajo en el selector (manual ó automático).

Si la forma de trabajar es automática debe resetear el tiempo de trabajo en el temporizador.

Paso 12. Ingresar el fleje en la ranura para el guiado de la misma, hasta que el tope.

Paso 13. Accionar la máquina para empezar a trabajar por medio de las palancas (manual) o en el botón de encendido (automático).

El operador de la máquina deberá llevar un registro de los parámetros de funcionamiento, donde se registre el comportamiento y tareas de mantenimiento realizadas ó por realizar.

7.2 Valoración de riesgo.

- Probabilidad de que se produzca un daño.
- La mayor gravedad previsible resultante de este daño.
- Atrapamiento en el troquel.
- Contacto fortuito con piezas en movimiento o con herramientas.

□ Aplastamiento o corte.

□ Impacto por caída de piezas

La probabilidad de que existan daños está relacionada directamente con la frecuencia que el operador esté en zonas de peligro.

Figura 28. riesgos



8. CAPITULO V. Conclusiones.

8.1 Conclusiones.

Diseñar es un proceso que puede llevar tiempo entender, no es cosa sencilla ya que siempre va de la mano con la manufactura y la selección apropiada de materiales, hay

que ver como el diseño se puede realizar con los elementos disponibles y que concebir el producto no sea una tarea complicada o imposible de realizar.

Consultar una guía de diseño de troqueles puede llevar de la mano, paso a paso en los parámetros requeridos, pero en la literatura solo se encuentran teorías básicas, como su nombre lo indica es algo muy sencillo que ejemplifica el camino a seguir, pero el diseño de troqueles va más allá de una simple guía, es un mundo complejo que requiere de experiencia, de ciertos conocimientos que marcan la diferencia, hay muchos detalles que se van aprendiendo con el paso del tiempo y que pocas veces alguien te lo dice, hasta que te enfrentas a ellos buscando la mejor solución posible.

Es necesario entender cómo funciona el proceso y todas las variables involucradas en él, ya que de esto depende un diseño óptimo para obtener buenos resultados.

La realización del troquel, permitió generar el diseño adecuado de una herramienta que servirá para futuras generaciones, demostrando que es posible realizar proyectos de este tipo sin ningún impedimento, además, permite obtener otros conocimientos necesarios que marcan el éxito del diseño.

El troquel manufacturado permitió el uso de herramientas de gran ayuda, que para una industria puede marcar la diferencia, la aplicación de un software CAD-CAM, en este caso el NX 8.5 que ayudó a disminuir los tiempos de diseño, observar las posibles interferencias entre elementos ensamblados, corregir dimensiones, apariencias y realizar planos de las piezas. Así mismo es de gran ayuda en la manufactura, ya que el programa genera los códigos de control numérico para las máquinas usadas para la fabricación del troquel.

Tener bien forjadas las bases de ingeniería es de alta relevancia en este y cualquier otro trabajo relacionado, esto permite saber lo que se hace y tomar las decisiones adecuadas, para este trabajo se hizo uso de dibujo, diseño, materiales, manufactura, máquinas-herramientas entre otros elementos que facilitan la aplicación de la teoría.

8.2 Recomendaciones.

Sin importar las limitantes y experiencias previas como diseñador, es posible lograr la fabricación de componentes que forman parte de un troquel, no se debe intentar sin una guía precisa y planos de ingeniería de cada una de las partes del diseño.

Todos los planos de ingeniería se deben entender claramente sin dar lugar a ambigüedades, para ello es necesario auxiliarse con normas de dibujo.

Es necesario tener conocimiento respecto a los procesos de manufactura que se emplearan en los componentes diseñados o auxiliarse de algún técnico con experiencia para evitar pérdidas de tiempo, desperdicio de material y accidentes.

Como resultado, las partes diseñadas están destinadas a una evaluación dimensional periódicamente o por cada cierto número de golpes (piezas fabricadas) aproximadamente del orden de 90,000 golpes.

Los factores de seguridad y origen de los productos defectuosos siempre deben ser considerados en las partes del diseño.

Siempre que sea posible, las partes deben ser diseñadas de acuerdo a especificaciones estandarizadas, sin que exista algún peligro cuando sean utilizadas más allá de las condiciones de diseño.

9. CAPITULO VI. Competencias desarrolladas.

- 1.- Capacidad de análisis y síntesis
- 2.-Capacidad de organizar y planificar
- 3.- Comunicación oral y escrita
- 4.- Conocimiento amplio de la carrera
- 5.- Desarrollo de solución a diversos problemas
- 6.- Toma de decisiones
- 7.- Habilidades de investigación
- 8.- Capacidad de aprendizaje
- 9.- Habilidad para trabajar de forma autónoma

9. CAPITULO VII. Fuentes de información.

Referencias

- corte, p. s. (3 de junio de 2015). *procesosdecorte*. Obtenido de <http://procesosdecorte.weebly.com/punzonado.html>
- Escalante , E. (2006). *Análisis y mejoramiento de la calidad* (Primera Edición ed.). México D.F. , México: Editorial Limusa. doi:9681865928
- industrialmaterials. (8 de marzo de 2015). *industrialmaterials*. Obtenido de <http://industrialmaterials20xx.blogspot.mx/2013/03/embutido.html>
- Long, S., & S. Dhillon , B. (2015). *Proceedings of the 15th International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering* . Beijing: Springer.
- mecanizadossinc. (13 de agosto de 2015). *mecanizadossinc*. Obtenido de <http://www.mecanizadossinc.com/proceso-plegado-doblado/>
- metalmecanica. (25 de 3 de 2014). *metalmecanica*. Obtenido de <http://www.metalmecanica.com/temas/El-acero-correcto-para-su-porta-troquel+97231>
- Moreno, E. G. (1999). *Automatización de procesos industriales*. Valencia, España: REPROVAL, S.L.
- Mott, R. L. (2006). *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS*. México., México: PEARSON EDUCACIÓN. doi:9702608120
- Peña, J. D., Gámiz , J., Grau, A., & Martínez, H. (2003). *Introducción a los autómatas programables*. UOC.
- Romero, O. (1998). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Barcelona: REVERTÉ, S.A.
- SIEMENS. (s.f.). *Totally Integrated Automation Portal*. Recuperado el 13 de Marzo de 2016, de Totally Integrated Automation Portal: <http://www.industry.siemens.com/topics/global/es/tia-portal/pages/default.aspx>
- Solé, A. C. (2011). *NAUMÁTICA E HIDRÁULICA*. Barcelona: MARCOMBO. doi:9788426716774
- Vazquez, M. (2001). *Avances en la Seguridad Alimentaria*. Santiago de Compostela, España: Ourense alta. doi:8460723402 / 9788460723400
- VIDEOJET. (3 de Marzo de 2016). *Soluciones de Codificación y Marcaje*. Obtenido de Soluciones de Codificación y Marcaje: http://pages.videojet.com/brand_videojet_test.html?utm_source=google&utm_term=videojet&matchtype=p&utm_medium=CPC&utm_campaign=Brand-BrandExact&gclid=CNy-7brS0ssCFQmqaQodbtEAfw
- wikipedia. (16 de abril de 2016). *wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Troquel>