

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen	2
2.	Introducción	3
3.	Planteamiento del problema	4
4.	Estado del arte.	5
5.	Justificación	7
6.	Objetivos	9
	6.1. Objetivo General	
	6.2. Objetivos Específicos	
7.	Marco Teórico	10
8.	Metodología	20
9.	Cronograma	21
10.	Presupuesto y fuentes de financiación	22
11.	Bibliografía	23

1. RESUMEN

El proyecto busca proponer una solución de ampliación a la producción y rentabilidad de mano de obra para la empresa INCOLTAPAS S.A, con el diseño de un troquel doble coaxial que cubriría la creciente y actual demanda del producto tapa metálica de betún empleada para la presentación comercial del envase para betún de 30g y 36g respectivamente.

La metodología para el desarrollo del proyecto está enmarcada dentro del proceso de ingeniería, siguiendo estrictos procedimientos de recolección de datos, identificación de la necesidad, definición del problema en etapas preliminares para posteriores memorias de cálculo detallado, evaluación y documentación.

La necesidad del diseño de un troquel doble coaxial para la empresa INCOLTAPAS S.A, parte del requerimiento de producir alrededor de 600.000 unidades de tapas para betún mensuales en tiempos estrechos de producción; Con la apertura de un mercado en Brasil proyectado para los próximos meses la demanda crece alrededor de 80% comparada con la actual, situación que ha llevado a los directivos de la empresa INCOLTAPAS S.A en a gestionar la adquisición de un troquel más eficiente que el actual, el cual es funcional en las prensas alemanas (Alfons Haar P15) con las que se cuentan en la planta de producción en la actualidad .

2. INTRODUCCIÓN

El troquelado se ha posicionado en la industria como un proceso de manufactura práctico y de gran uso cuando los productos o piezas se requieren en cantidades significativamente grandes; así como el progreso en los procesos de fabricación tiende hacia los sistemas cada vez más automatizados, el troquelado también ha tenido avances importantes en dispositivos, prensas y materiales; logrando la fabricación de piezas cada vez más complejas en menor tiempo, el conformado de lámina en general, y en particular el troquelado, suele asociarse con un proceso mecánico relativamente simple de reducida aportación tecnológica y escasa complejidad. Sin embargo, la realidad es muy diferente ya que este trabajo, al igual que otros procesos de tipo mecánico, abarca una serie de técnicas llenas de virtuosismo y maestría.

En la industria Colombiana se hace necesario la calidad en la producción en línea, pues el sector de los envases metálicos es cada vez competitivo y se debe añadir un valor agregado a los servicios, con algo más de ingeniería en su desarrollo, usando estándares internacionales, conocimiento y experiencia. Aunque las grandes compañías, especialmente en el sector automotriz, tienen departamentos internos para la fabricación de sus propias matrices, el negocio de troquelado se apoya sobre la subcontratación y el outsourcing; Muchas empresas fabrican partes para todo tipo de industrias, así como la construcción de dispositivos o en el caso en particular empresas dedicadas exclusivamente a la fabricación de troqueles como tal dependiendo el requerimiento del cliente, sustentado en una cadena productiva de la que hacen parte, importadores de aceros, diseñadores y 'ajustadores'.

La troquelaría es una industria en la que pocos se atreven a incursionar, el mercado de matrices y troqueles en los últimos dos años tuvo un resultado excelente, gracias al crecimiento de la demanda de productos y nuevos diseños de electrodomésticos, autopartes y piezas eléctricas en Colombia esto abre puertas al negocio en muchas ramas a su vez hace que los 'ajustadores' nacionales cuenten con gran prestigio en la industria internacional.

La unión de un esfuerzo industrial, donde converge la experiencia de empresas, el talento de profesionales en el diseño de troqueles a través de programas especializados de diseño y la tecnología de máquinas C.N.C para la obtención de partes así la iniciativa de los importadores y proveedores de aceros especiales y piezas para troquelaría, hacen que este tipo de proyectos se puedan llevar a cabo con niveles de calidad bastante altos, cumpliendo con los requerimientos de una industria en continuo desarrollo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace 15 años y a la actualidad en la empresa INCOLTAPAS S.A, cubre la demanda del producto denominado envase metálico 30g y 36g de forma semi automática utilizando una prensa alemana, en donde se pueden realizar el montaje de troqueles que operan automáticamente para la obtención del producto.

Clientes de marcas como Cherry, nugget, beisbol, bowy, bufalo, son potenciales consumidores de este envase para el empaque de betún en pasta, Dicha demanda se ve cuantificada a Diciembre de 2014 en aproximadamente (7.200.000) unidades. Por año

El producto es realizado en la planta principal de la empresa, a partir de una hojalata de calibre específico con una serie de tratamientos y disposición de tintas y barnices, que luego es transformada por proceso de troquelado, embutido y rebordado, para finalmente obtener la tapa metálica como tal. Todo esto por medio de un troquel sencillo destinado a una producción que se programa según los pedidos, turnos, disponibilidad de personal, y stock de material.

Uno de los clientes más fuertes en el mercado como lo es Reckitt benckiser propietario de marcas de betunes como (cherry, nugget y cobra) incrementó sus pedidos de este envase desde septiembre de 2014 y tiene proyecciones de cubrir la demanda del producto de betunes 30g y 36g para Brasil en el presente año con un estimado cercano al 70% del que actualmente produce.

Por esta razón se ve la necesidad de cubrir esta demanda con más unidades producidas mensualmente, siendo una solución viable el diseño de un troquel coaxial doble, con mejoras en eficiencia de producción, mano de obra reducida al 50% de la actual, y tiempos de entrega más cotos al cliente.

Para lograr el objetivo principal del proyecto, se debe estructurar el proceso de diseño, analizando los procedimientos y los recursos actuales para así optimizarlos e incorporar un segundo conjunto de herramientas en un mismo troquel.

4. ESTADO DEL ARTE

El Ing. Adolfo Ávila Rodríguez, como tesis curricular para el título de ingeniero mecánico del Instituto Politécnico Nacional en México,¹ desarrolló y diseñó un troquel para placas de un apagador. Inició por el desarrollo de los agujeros punzonados y muescas para la guía de la primera estación. Desarrolló la pieza para las operaciones de embutido y conformado por el libre movimiento del metal. Siguió con la distribución de las áreas punzonadas sobre varias estaciones, por si están juntas o cerca del borde de la abertura de la matriz. Analizó la forma de las áreas de la pieza inicial en la tira para dividir las en formas simples, de manera que los punzones de contornos sencillos cortaran parcialmente un área en una estación y las áreas restantes en estaciones posteriores.

El ing. empleó estaciones intermedias para reforzar los bloques, matrices, placas extractoras y porta punzones y facilitar así el movimiento de la tira. Determinó si la dirección del grano de la tira afectó en forma adversa o facilitó la operación. Planeó las operaciones de conformado y embutido tanto en una dirección ascendente como descendente, para asegurar un mejor diseño del troquel y movimiento de la tira. Diseñó las lengüetas transportadoras. Verificó el diseño de la tira para un desperdicio mínimo. Colocó las áreas de corte y de conformación para proporcionar una carga uniforme sobre el ariete de la prensa. Diseñó la tira para que el desperdicio y la parte puedan ser expulsados sin interferencia. Finalmente un estudio económico, y un análisis final de factores a tomar en cuenta concluyendo que la mejor forma fue el diseño de un troquel progresivo y su realización gracias a todos los conocimientos adquiridos durante la carrera.

El ing. Luis Silverio Álvarez, de la Universidad Autónoma de Occidente de Cali, optó como trabajo de grado para título de Ingeniero Mecánico; la realización de una metodología para el diseño de troqueles de corte de chapa metálica,² para la empresa Inorca Ltda para el corte de la platina de enganche ET L-90 como necesidad de producir en serie este producto. En el diseño detallado el estudiante realiza los cálculos de la fuerza de corte, la fuerza de expulsión y centro de presión. En esta etapa se diseñan los componentes por SolidWorks, mediante modelado, ensamble.

Como objetivos principales, Luis Álvarez realiza los documentos del diseño preliminar, haciendo un dimensionamiento y selección de factores como material y

¹ “Diseño y fabricación de un troquel para placas de apagador”, Tesis curricular para el grado de Ingeniero Mecánico; Estud. Adolfo Ávila Rodríguez, Instituto politécnico nacional, México. 2009.

² “Metodología para el diseño de troqueles de corte de chapa metálica”, Proyecto de grado para grado de Ingeniero Mecánico; Estud. Luis Silverio Álvares, Universidad Autónoma de Occidente de Cali, 2009.

tolerancias, tratamientos térmicos, mecanizados, etc. Concluyó que con el uso de elementos estandarizados se minimizan los tiempos de diseño y fabricación de los herramientas. Con el fin de mantener actualizada la información propuso un comité de actualización de datos para validar la información que se toma por referencia del diseño. Además danto total importancia al proceso de diseño como factor inicial en el aumento de la calidad de productos, y reducción del tiempo de desarrollo de un proyecto con resultados eficaces.

En la revista, el artículo “Troqueles y troquelado para la producción de piezas en serie” del periodista Camilo Marín Villar³, hace referencia al gran reconocimiento a nivel mundial que ja recibido la industria matricera colombiana. En este artículo de la revista Metal Actual, Sección procesos; realiza una explicación breve y completa del proceso de troquelado, las prensas, componentes, y una sección para mercados y retos donde analiza la implementación de los troqueles en el país gracias a la fabricación de electrodomésticos, autopartes y piezas eléctricas.

Anteriormente, los importadores de acero, los diseñadores, y los ajustadores no hacían parte de un todo; actualmente ya existen compañías colombianas que realizan el todo. Jaime Monroy director de MVM Manufacturas⁴, explicó que, aunque el efecto de la industria nacional de troqueles cuenta con reconocimiento internacional, este no es suficiente para enfrentar los grandes retos que se avecinan. Puesto que la tendencia de la matricería es la convergencia tecnológica, en la que el nuevo avance en software, neumático, mecánico y automatización debe aplicarse al proceso para su mejora constante.

El Ing. José Enrique Cerón para la obtención del título de doctor por la Universidad de Cantabria, España; propone “El desarrollo de aspectos metodológicos en el diseño de matrices progresivas”⁵, mediante el diseño del troquel basado en el diseño de la banda centrándose en el anidamiento y obtención de secuencia de operaciones, mediante aplicación de algoritmos y optimización. Presenta además una nueva metodología para obtener la secuencia de operaciones mediante diagramas relacionales con avances y mejoras en los avances.

³ “Troqueles y troquelado, para la producción de grandes series de piezas”, artículo sección 16, Procesos, revista Metal Actual. Por Camilo Marín Villar. Consulta 19/05/15

⁴ Empresa colombiana fundada en 1986 dedicada a la fabricación de bujes para eje de levas y maquinaria para la rectificación de motores.

⁵ “Desarrollo de aspectos metodológicos en el diseño de matrices progresivas”, Tesis Doctoral, Ing. Industrial José Enrique Cerón, Santander 2013.

5. JUSTIFICACIÓN

La implementación y diseño de un troquel coaxial doble para la fabricación de la tapa metálica de betún referencia 30g-36g desarrollado para la empresa INCOLTAPAS S.A, además de ser un aporte significativo al desarrollo de elementos tecnológicos a la industria Colombiana, genera de manera proactiva la necesidad al ingeniero Mecánico de profundizar en el estudio de este tipo de máquinas y dispositivos , generando competencias encaminadas al diseño, selección de materiales, y criterios formales en la elección de ajustes entre otros.

La colectividad de personas que buscan productos en el mercado de buena calidad, se ve reflejada principalmente en su empaque y presentación, un producto de consumo masivo como lo es el betún en pasta puede ser atractivo a simple vista; lograr este efecto en el consumidor final, genera sobre costos en publicidad y presentaciones llamativas, sin dejar de lado la funcionalidad del empaque; la implementación de este tipo de troqueles en la industria Colombiana hace que la obtención del producto cumpla con este objetivo y se pueda lograr a un bajo precio, teniendo así una reducción de montos económicos que finalmente son pagados por los consumidores.

La justificación principal del proyecto, es la búsqueda en la reducción del costo de manufactura del producto denominado (tapa betún 30g-36g) y el incremento en la producción del mismo en la empresa INCOLTAPAS S.A. Ligado a esto se contempla que los costos de diseño y fabricación del troquel con estas características, a nivel nacional son significativamente más reducidos en comparación con una fabricación europea del mismo, (*ver anexo N° 1*), el estudio de viabilidad y desarrollo del troquel fabricado en Colombia determinaría un lapso de tiempo no mayor al propuesto en el cronograma del presente documento.

Las empresas y multinacionales se toman su tiempo para decidir y contratar, analizan sus estados financieros, la evolución del mercado y las expectativas a mediano y largo plazo dependiendo de las demandas de un producto; es así como las características en la fabricación de un troquel, hacen que este tipo de proyectos se planeen a mediano plazo, incluso, se invierten varios meses de estudios, cotizaciones y proyecciones para firmar la construcción del mismo; Sin embargo el interés expresado por las directivas de la empresa INCOLTAPAS S.A hace que este proyecto sea prioritario y coexista una necesidad a corto plazo que se viene gestionando desde finales del año 2014; a raíz del incremento en ventas de este producto en el mes de Septiembre de 2014, y la proyección positiva de ventas para el 2015 cercanas al 70%, con nuevos mercados en Brasil.

Una visita previa a la planta y el estudio de los catálogos de las prensas utilizadas actualmente en la empresa INCOLTAPAS S.A para este fin, concluye que estas cuentan con la capacidad, recursos y conjunto de dispositivos necesarios para poder operar troqueles de este tipo, a su vez se evidencia que estas prensas están siendo utilizadas casi al 40% de su capacidad de producción. Con la puesta en marcha del proyecto se buscará utilizarlas a un 80% o 90% de su capacidad de producción; estudios que se cuantificarán en el transcurso del estudio y desarrollo del proyecto.

6. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un troquel coaxial doble para la producción de la pieza **metálica** tapa betún 30g-36g y uso exclusivo en la prensa (Alfons Haar p15), en la empresa INCOLTAPAS S.A.

6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los requerimientos de diseño del proyecto de acuerdo al estudio de viabilidad, costos, demanda del producto y necesidades de la empresa.
- Realizar los cálculos técnicos para la determinación de las dimensiones de cada una de las piezas que componen el troquel, materiales, tratamientos térmicos, tolerancias y ajustes.
- Planificar del proceso de fabricación de cada una de las piezas del troquel y su ensamble general.
- Seleccionar de forma detallada los elementos normalizados necesarios para el ensamble del troquel.
- Obtener simulaciones en un software de diseño, que permitan avalar la funcionalidad del troquel.

7. MARCO TEÓRICO

Se define como troquelado o estampado al conjunto de operaciones con las cuales sin producir viruta, sometemos una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia. Este trabajo se realiza con troqueles en máquinas llamadas prensas (generalmente de movimiento rectilíneo alternativo).

- Los **troqueles de corte** se utilizan para estampar una forma determinada en una lámina de metal para operaciones posteriores.
- Los **troqueles de flexión y doblado** están diseñados para efectuar pliegues simples o compuestos en la pieza en bruto.
- Los **troqueles de embutir** se emplean para crear formas huecas. Para lograr una sección reducida en una parte hueca, como el cuello de un cartucho de fusil, se utilizan troqueles reductores especiales. Cuando la pieza terminada debe tener una protuberancia en la parte inferior o central suelen emplearse troqueles hidráulicos. En éstos el cuño se sustituye por un pistón que introduce en la pieza agua o aceite a presión, lo que obliga al metal a doblarse hacia fuera contra la matriz.
- Los **troqueles de rebordeado** forman un reborde curvo en piezas huecas. Un tipo especial de troquel de rebordeado, llamado *troquel de costura con alambre*, enrolla firmemente los bordes externos del metal alrededor de un alambre que se inserta para dar resistencia a la pieza.
- Los **troqueles combinados** están diseñados para realizar varias de las operaciones descritas en un único recorrido de la prensa; los troqueles progresivos permiten realizar diversas operaciones sucesivas de modelado con el mismo troquel.



Fig. Piezas troqueladas

Los parámetros que se tienen en cuenta en un troquelado son la forma y los materiales del punzón y la matriz, la velocidad y la fuerza de punzonado. La lubricación, el espesor del material y la holgura o luz entre el punzón y la matriz. La determinación de la luz influirá en la forma y la calidad del borde cortado. Entre mayor luz exista, el borde cortado será más burdo y provocará una zona más grande de deformación en la que el endurecimiento será mayor.

La altura de las rebabas se incrementa al aumentar la luz. Los bordes de las herramientas desafiladas contribuyen también a la formación de rebabas que disminuyen si se aumenta la velocidad del punzón. En algunas operaciones de troquelado, la lámina perforada suele acumularse entre la porción recta de la matriz, ejerciendo una fuerza de empaquetamiento que se opone a la fuerza de troquelado. Por esta razón, la fuerza de troquelado debe ir aumentando conforme se realicen más operaciones.

DESGASTE DE MATRIZ

El esfuerzo de corte afecta los filos luego de producir una gran cantidad de piezas, como consecuencia tenemos piezas con rebabas y contorno indefinido y por ende se necesita rehabilitar la matriz, perdiendo en el proceso hasta 1 mm, siendo la cota de afilado máximo de 6 mm, a razón promedio de 0,15 mm por cada rectificado, resultando posible rectificar unas 40 veces, produciendo por lo tanto 1.000.000 en total.

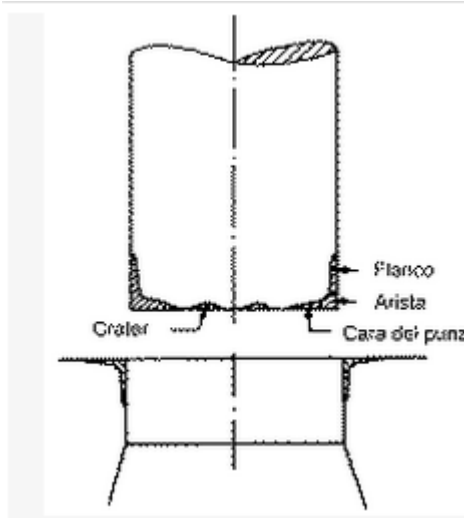


Fig.2 Desgaste de la matriz

El juego entre punzón y matriz depende del grueso de la chapa.

El juego es aplicable para una chapa de gran espesor y será mayor para acero duro que para acero dulce o aluminio, etc.

El valor del juego es entre el 5 a 13% dependiendo del espesor de la chapa.

Determinado el juego correcto se aumenta la duración de la herramienta.

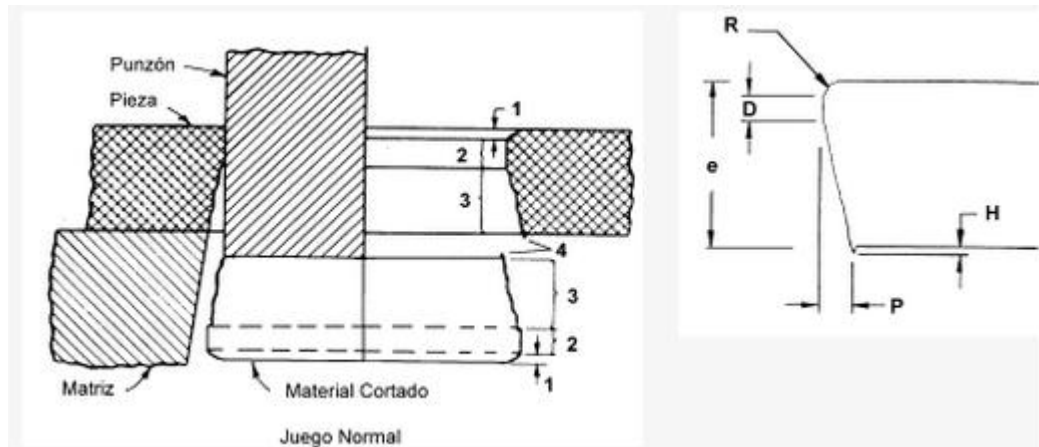


Fig. 3 Juego entre el punzón y la matriz

DISPOSICIÓN DE LA FIGURA

La mejor disposición de la figura a cortar asegura una pérdida de material mínima.

La separación mínima de figuras a cortar nunca debe ser menor al espesor de la chapa.

CORTE CON PUNZÓN DE GOMA

El punzón de goma es apto para aleaciones ligeras. Se corta en una sola operación sobre una plancha de acero de unos 6 mm y una almohadilla de goma, no experimentando desgaste apreciable luego de una gran cantidad de piezas.

El uso de este procedimiento es limitado a finas chapas, hasta 0,25 mm.

ESFUERZO DE CORTE

En el contacto con la chapa, el punzón comprime y luego corta. La dilatación del material produce contra las paredes de la matriz rozamiento durante el corte, y por ende necesitando un mayor esfuerzo.

Un buen centrado garantiza un menor desgaste de guías laterales y evita resquebrajamientos de aristas del punzón y la matriz.

PARTES DE UN TROQUEL SENCILLO PARA PUNZONAR

Punzón - que con su sección define el contorno a cortar B) Matriz C) Guía - para la carrera del punzón D) Guía - para la cinta de lámina a trabajar.

NOTA: El filo de corte lo constituye el perímetro exterior del punzón y el perímetro interior de la matriz.

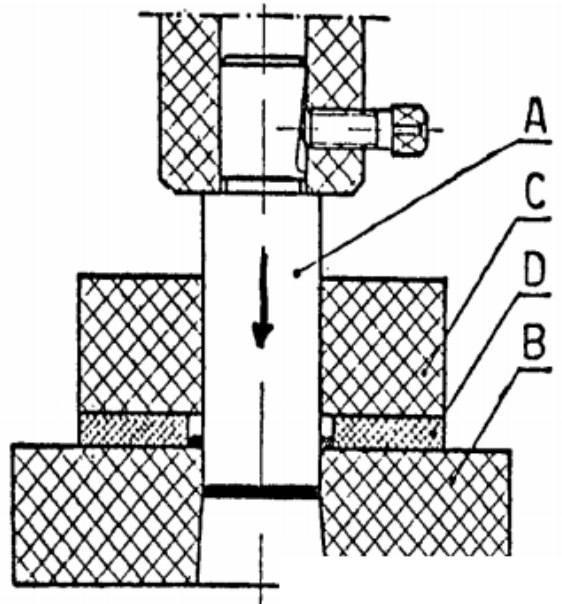
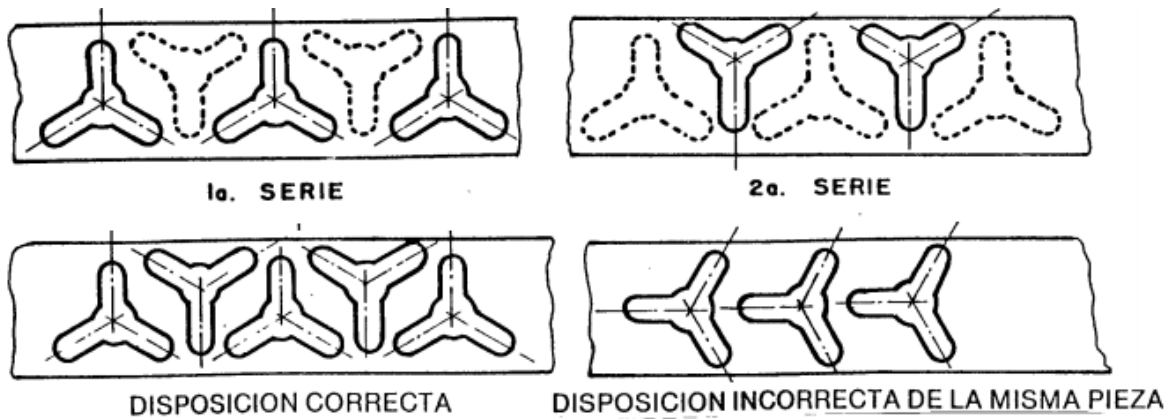
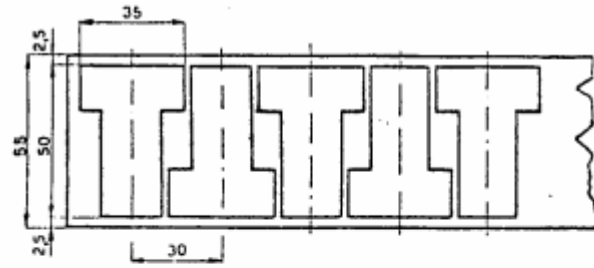


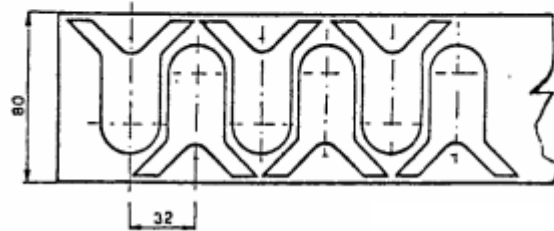
Fig. 4 Partes de un troquel sencillo

DISPOSICIÓN CORRECTA E INCORRECTA DEL CORTE





- Disposición más conveniente de los elementos a obtener de una tira de chapa mediante el corte.



- Las figuras, según esta disposición, ocupan el mínimo espacio.

Fig. 5 Disposición elementos en la lámina a troquelar

VALORES MÍNIMOS DEL MATERIAL QUE DEBE QUEDAR ALREDEDOR DEL RECORTE EN LÁMINAS DE ACERO (MM)

No. Calibre	Valor mínimo (mm)
30	1.2
28	1.1
26	1
24	1
22	1.2
20	1.3
18	1.6
16	1.8
14	2.3
12	2.8

Tab. 1 Valores mínimos del material en recorte de lámina de acero

NORMAS PARA EL TRAZADO

En el trazado con el empleo de plantillas es conveniente operar de modo que se desprece la menor cantidad posible de material.

A) Ejemplo de trazado con derroche excesivo de material

B) Ejemplo de trazado con menor derroche de material

C) Es indispensable que el sentido de las fibras en el material trazado sea el correcto, para favorecer la elaboración del mismo sin disminuir la resistencia. Por lo general, las láminas tienen forma rectangular. Las fibras van dispuestas según la dimensión mayor y, así, es fácil establecer su sentido.

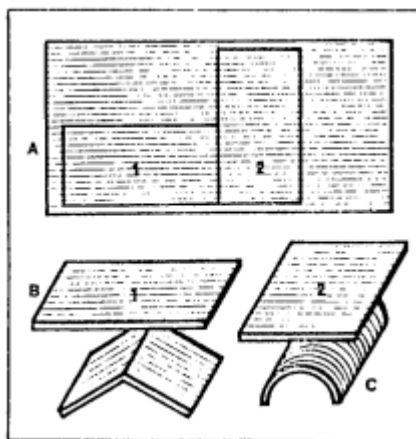


Fig. 6 A) Trazado de piezas 1 y 2, las cuales deben trabajarse según el sentido de las fibras. B y C) Disposición de las fibras de acuerdo con el sentido correcto para el trabajo.

D) Para conseguir perfiles exactos y limpios, habrá que observar, además, las dos reglas siguientes:

1.- Para el corte de perfiles exteriores, la medida de la matriz, será la medida de la pieza (Ejemplo: D)

2.- Para el corte de perfiles interiores, la medida del punzón, será la medida del agujero (Ejemplo: d)

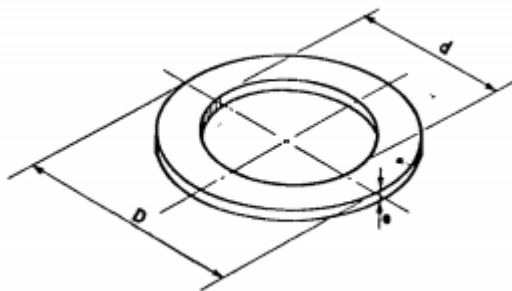


Fig. 7 Pieza con cortes exteriores e interiores

E. ÁNGULOS DE ESCAPE EN LA MATRIZ

El ángulo de escape depende fundamentalmente del material, espesor a cortar y del número de cortes.

1. El ángulo que comienza en la arista de corte se usa para metales blandos, como son: plomo, cobre, aluminio, latón y bronce. Este tipo de ángulo no es recomendable debido a la imposibilidad de afilar la matriz
2. El ángulo que comienza después de una parte recta igual a 2 o 3 veces el espesor de la placa que se quiere cortar, se utiliza para metales duros como el hierro y el acero; los perfiles obtenidos con este ángulo son exactos.
3. A partir de la arista de corte de la matriz y hasta una profundidad de 2 o 3 veces el espesor del material a cortar existe una ligera conicidad, desde lo profundo la conicidad aumenta. Este ángulo es aplicable para corte de metales muy duros, cuyas piezas no requieren contornos precisos.

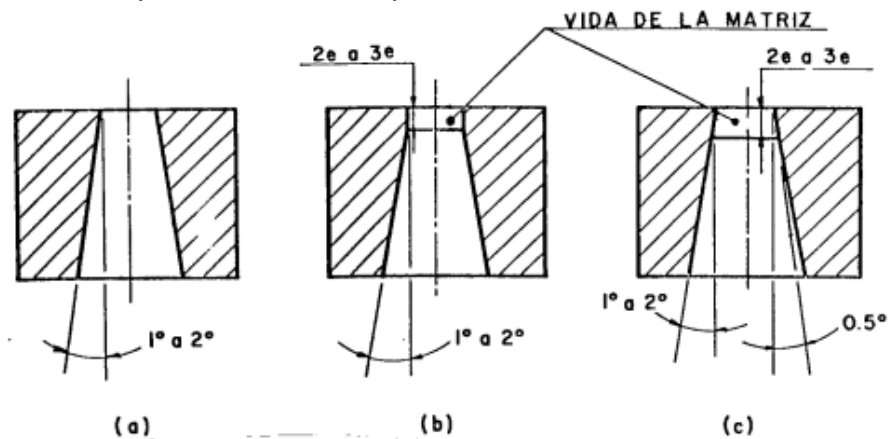


Fig.8 Ángulos de escape en la matriz

TIPOS DE TROQUELES

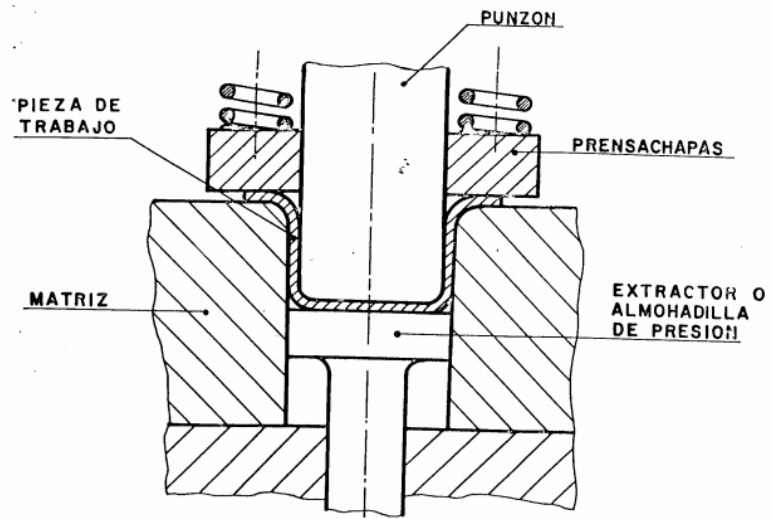


Fig. 8 Troquel de doble acción para embutido

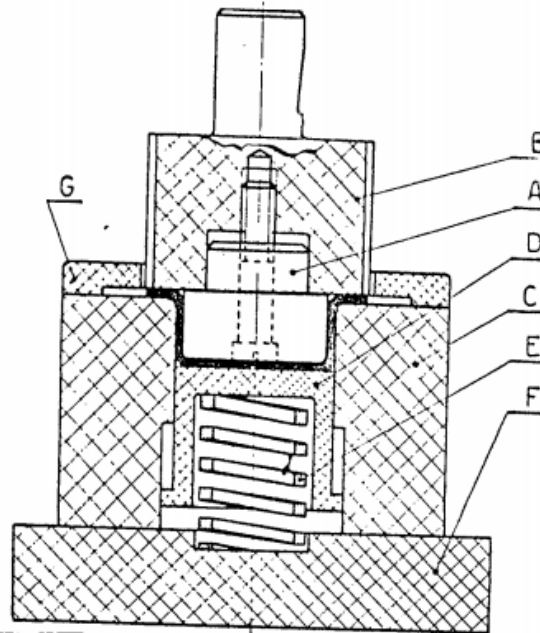
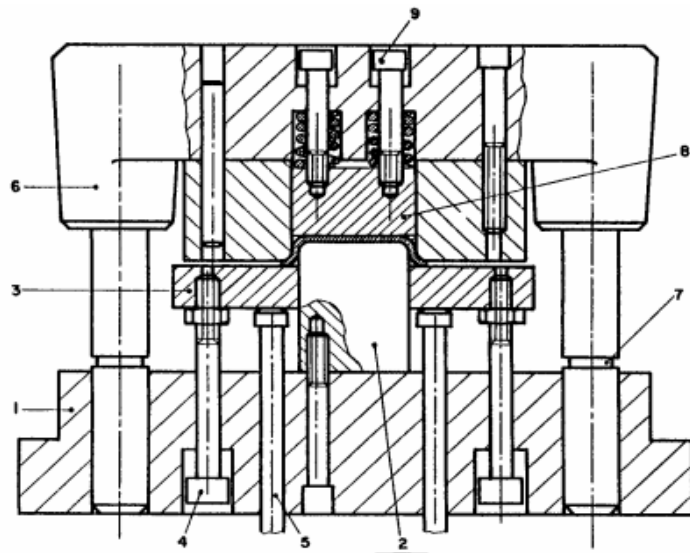


Fig. 9 Esquema de un troquel sencillo de embutir



- 1.—ZAPATA INFERIOR
- 2.—PUNZON
- 3.—PLACA PRENSACHAPAS
- 4.—TORNILLO PARA LIMITAR LA CARRERA
- 5.—PERNO ACCIONADO POR COJIN NEUMATICO
- 6.—ZAPATA SUPERIOR
- 7.—COLUMNA GUIA
- 8.—PRENSACHAPAS Y EXTRACTOR
- 9.—TORNILLO PARA LIMITAR LA CARRERA DEL PRENSACHAPAS

Fig. 10 Troquel de doble acción invertido

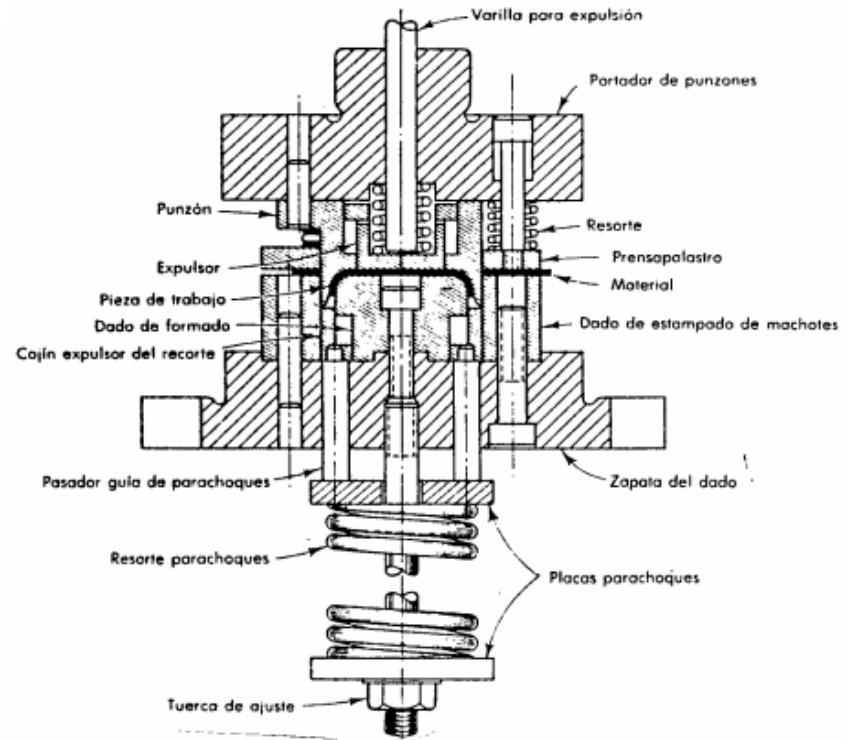


Fig. 11 Troquel de combinación

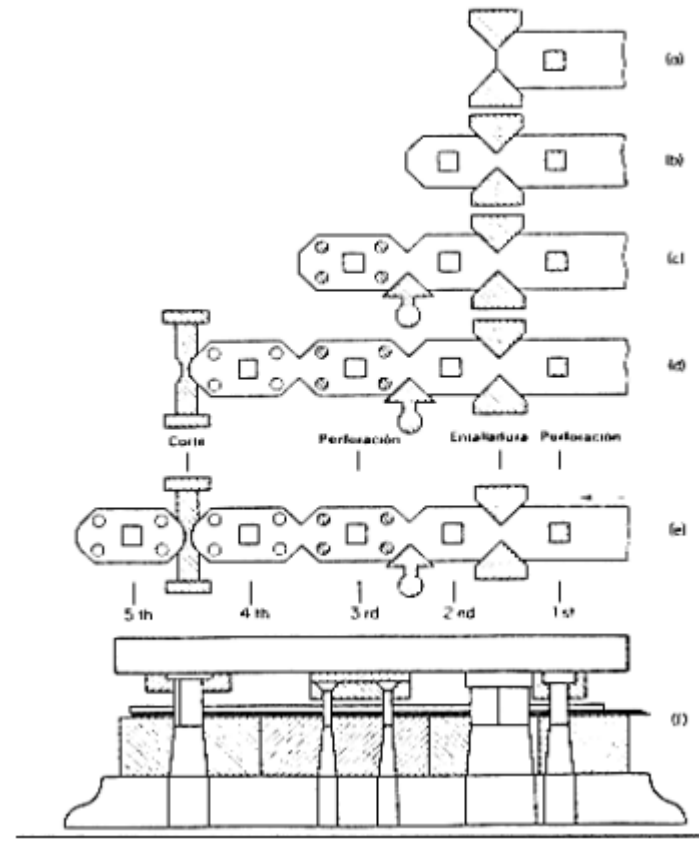


Fig. 12 Troquel Progresivo

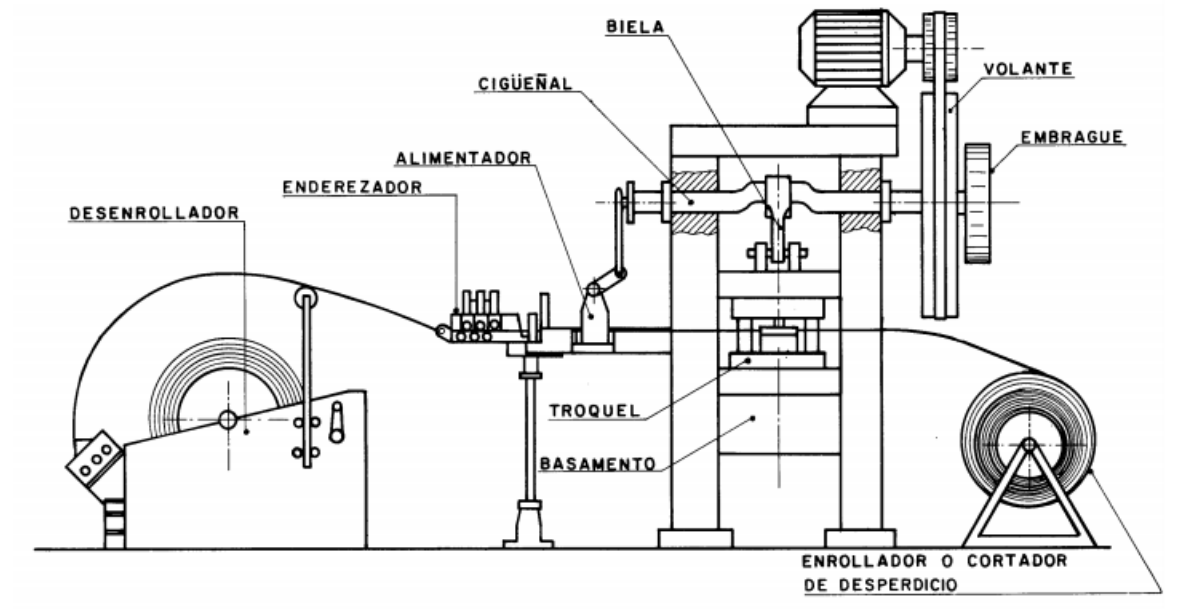


Fig. 13 Troqueladora

8. METODOLOGÍA

Como parte inicial en la formulación del proyecto, se materializara la oferta y demanda actual que tiene la empresa INCOLTAPAS S.A del producto a desarrollar. Se estudiará el entorno para así evaluar la necesidad y crear estrategias para el avance del mismo; los análisis costo-beneficio, criterios de calidad, relación de normas aplicables al producto, características de la materia prima que se utiliza para la fabricación de la tapa, la disposición y capacidad de las prensas disponibles, así como el plano dimensional de la pieza a troquelar serán algunos de los puntos a evaluar y discutir para decidir sobre el **inicio** del proyecto.

Al ser un producto posicionado en el mercado, desde hace aproximadamente 20 años en Colombia, la producción y obtención de este se ha ido tecnificando en la empresa INCOLTAPAS S.A, a través de los años, pasando por prensas antiguas mecánicas y manejo manual del proceso de troquelado. En el año 2000 la empresa adquirió tres prensas Alemanas automatizadas con control numérico (Alfons Haar p15), las cuales requieren de unos troqueles de geometrías específicas y adaptaciones propias para poder ser operados en dichas prensas , Desde el año 2000 el producto se ha troquelado en estas prensas C.N.C de una forma más eficiente y automatizada con un troquel sencillo el cual por su disposición de utillaje o herramental permite tan solo troquelar una tapa por golpe o ciclo.

Para la correcta adaptación de las herramientas del nuevo troquel coaxial doble, se realizará el despiece del troquel sencillo existente, así como la ingeniería inversa, respetando dimensiones tales como el área, las distancias y recorridos que la prensa requiere para operar de forma correcta,

Los conocimientos adquiridos durante la carrera, cálculos sustentados en memorias escritas así como la comprensión total del funcionamiento del troquel, permitirán determinar de forma idónea y profesional el desarrollo del diseño del proyecto.

Finalmente se realizarán los planos técnicos y diseños preliminares en un software de diseño CAD, para observar claramente su geometría, correcciones generadas en el transcurso de los croquis iniciales y sus futuras optimizaciones, además de simulaciones que permitan avalar de manera digital el correcto funcionamiento de los componentes diseñados.

9. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA 2015																				
ACTIVIDAD	TRABAJO POR SEMANAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Documentación y recolección de antecedentes	■	■																		
Estudios y determinaciones preliminares.			■	■	■															
Realización de diseños, planos.						■	■	■	■	■										
Cálculo de componentes y materiales.											■	■	■	■						
Simulación CAE															■	■	■			
Establecer posibles modificaciones.																	■	■		
Diseño Final y entrega de documento.																		■	■	■

10. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

ITEM	UNIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FINANCIACIÓN
INVESTIGACIÓN PROYECTO.	HORA	200	\$15.000	\$3.000.000	Recursos personales
DISEÑOS PRELIMINARES, PLANOS	HORA	300	\$15.000	\$4.500.000	Empresa Incoltapas
COMPUTADOR		1	\$1.500.000	\$1.500.000	Recursos personales
SOFTWARE SOLIDEDGE LICENCIA INDUSTRIAL		1	\$6.000.000	\$6.000.000	Empresa Incoltapas
SOFTWARE SIEMENS NX CAE LICENCIA EDUCATIVA POR UN MES		1	\$0	\$0	--
ASESORÍAS	HORA	32	\$25.000	\$800.000	
BIBLIOTECA LUIS ANGEL ARANGO	INSCRIPCION ANUAL	1	\$24.000	\$24.000	Recursos personales

TOTAL PRESUPUESTO
\$15.824.000

11. BIBLIOGRAFÍA

- “Diseño y fabricación de un troquel para placas de apagador”, Tesis curricular para el grado de Ingeniero Mecánico; Estud. Adolfo Ávila Rodríguez, Instituto politécnico nacional, México. 2009.
- “Troqueles y troquelado, para la producción de grandes series de piezas”, artículo sección 16, Procesos, revista Metal Actual. Por Camilo Marín Villar. Consulta 19/05/15.
- “Desarrollo de aspectos metodológicos en el diseño de matrices progresivas”, Tesis Doctoral, Ing. Industrial José Enrique Cerón, Santander 2013.
- “Metodología para el diseño de troqueles de corte de chapa metálica”, Proyecto de grado para grado de Ingeniero Mecánico; Estud. Luis Silverio Álvares, Universidad Autónoma de Occidente de Cali, 2009.
- Materiales y procesos de fabricación. Paul DeGarmo, J. Temple Black, Ronald A. Kohser segunda Edición, Publicado por Reverté 1988.
- Manufactura, ingeniería y tecnología. Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Schmid Steven. Traducido por Sánchez García Ulises, revisión técnica Figueroa López Ulises y Sandoval Palafox Francisco Javier. Edición: 4. publicado por Pearson Educación, 2002.
- Estampado y Prensado a Maquina: Manual Sobre Conformado en Frío y en Caliente de Aceros. Feldmann Heinz D. coaut, José Pinós Calvet. Translated by José Pinós Calvet. Edición: Publicado por Reverté, 1979.