

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE POSTIZO PARA LA OBTENCIÓN DE
DISPOSITIVO DE AMARRE PARA CORDONES DE ZAPATOS**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en DISEÑO Y
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN
MOLDES Y MATRICES

Alumno:

Scarlet Lisette Maureira Troncoso

Profesor Guía:

Ing. Ricardo Ciudad Cartagena

2017

RESUMEN

Keywords: MOLDE DE INYECCIÓN – DISPOSITIVO DE AMARRE – POLIPROPILENO (PP)

El presente trabajo pretende exponer el desarrollo teórico y práctico del diseño y fabricación de un molde de inyección de plástico; el cual consta de cuatro cavidades que al ser inyectadas con plástico, polipropileno (PP), se obtienen cuatro piezas que conforman dos pares de dispositivo, un par para utilizar en el zapato derecho y otro par para el zapato izquierdo.

La funcionalidad del dispositivo de amarre es sujetar los cordones de los zapatos con un solo encaje, siendo ventajoso, ya que el dispositivo se engancha y desgancha en el momento que se desee, dado que esta acción se realiza manualmente, por ende se certifica que la durabilidad del broche es perdurable sin importar el movimiento que se realice.

El diseño del producto es una clave fundamental, puesto que su figura y funcionalidad son las que lo introducen con éxito en el mercado. Es importante mencionar que para insertar el producto al mercado se realiza una hoja de cálculos con todos los antecedentes necesarios como costos de diseño, de materia prima, de maquinaria a utilizar, etc...para obtener una producción que genere ganancias.

La fabricación es un punto relevante, visto que aquí es donde se lleva a cabo la faena para la obtención del molde y conseguir el producto. La forma más adecuada de fabricar el molde es con un procedimiento de trabajo que permita desarrollar con eficiencia cada paso sin retraso, considerando que el tiempo de trabajo son 6 horas semanales.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y EL PRODUCTO

_Toc491379924

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. MÁQUINA INYECTORA

1.2. MOLDEO POR INYECCIÓN

1.3. TIPOS DE PLÁSTICOS

1.3.1. Polietileno de alta densidad (PEAD)

1.3.2. Polipropileno (PP)

1.3.3. Nylon

1.4. MOLDE DE INYECCIÓN

1.5. EL POSTIZO

1.6. CÁLCULOS DE LA FUERZA DE CIERRE DEL MOLDE

1.7. CÁLCULO DEL TIEMPO DE INYECCIÓN

1.8. CÁLCULOS DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA

1.9. CANAL DE REFRIGERACIÓN

1.10. EL PRODUCTO “DISPOSITIVO DE AMARRE”

1.11. PRODUCTO SIMILAR

1.12. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

1.12.1 Prototipo UNO

1.12.2 Prototipo DOS

1.12.3 Prototipo TRES

1.13. DIMENSIONES DEL PRODUCTO

1.14. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

1.14.1. Polímero a utilizar

1.14.2. Obtención del peso

1.15. PROGRAMAS DE DISEÑO

1.15.1. Software SolidWorks

1.15.2. Software Mastercam

1.15.3. Software AutoCad

CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL MOLDE

2. DISEÑO DEL MOLDE

2.2.1 Número de cavidades

2.1. FORMATO DEL POSTIZO

2.1.1. Disposición en el postizo lado móvil

2.1.2. Disposición en el postizo lado fijo

2.1.3. Dimensiones de distribución para los postizos de lado fijo y móvil

2.1.4. Cálculo de canal de alimentación

2.2. SISTEMA DE EXPULSIÓN DE LA PIEZA

2.2.1. Cálculo de botadores

2.2.2. Resistencia de los botadores a pandeo

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN Y COSTOS DEL MOLDE

3. FABRICACIÓN

3.1. PROCESOS DE MECANIZADO

3.1.1. Mecanizado de placas postizo cavidad

3.1.2. MECANIZADO CNC DE PLACAS POSTIZO CAVIDAD

3.1.2.1. Placa postizo lado fijo

3.1.2.1. Placa postizo lado móvil

3.1.3. Mecanizado sistema de extracción

3.1.3.1. Altura de los botadores

3.2. MONTAJE Y PRUEBA DEL MOLDE

3.3 RESULTADO DEL PRODUCTO

3.3. COSTOS

3.4. COSTOS TOTAL DEL MOLDE

3.4.1. Costos del Diseño

3.4.2. Costos de Materiales

3.4.3. Costos de mecanizado

3.5. COSTOS DE PRODUCCIÓN (CP)

3.5.1. Costo Unitario de la pieza (CU)

3.5.2. Costo de la Materia Prima (CMP)

3.5.3. Costo de inyección

3.6. PRECIO DE LA PIEZA (PPR), PARA LA VENTA

3.7. PUNTO DE EQUILIBRIO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

_Toc491379988

ANEXO A: TABLA POLIPROPILENO (PP)

_Toc491379990

ANEXO B: PROGRAMAS DE MECANIZADO

ANEXO C: PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- 1. Máquina inyectora intertech, int 60

Figura 1- 2. Ciclo típico de una máquina inyectora

15Figura 1- 3. Estructura pead

Figura 1- 4. Estructura pp

Figura 1- 5. Molde de inyección

Figura 1- 6. Molde de inyección

Figura 1- 7. Postizo, lado móvil

Figura 1- 8. Postizo, lado fijo

Figura 1- 9. Mazarota

Figura 1- 10. Cono

Figura 1- 11. Memoria molde prototipo para mezclador de temperaturas

Figura 1- 12. Modelado, zubits y dispositivo de amarre

Figura 1- 13. Dispositivo de amarre de internet
Figura 1- 14. Dispositivo de amarre de internet
Figura 1- 15. Modelado, prototipo 1
Figura 1- 16. Modelado, prototipo 2
Figura 1- 17. Modelado, prototipo 3
Figura 1- 18. Vista superior, dimensiones del dispositivo
Figura 1- 19. Vista frontal, dimensiones del dispositivo
Figura 1- 20. Vista inferior, dimensiones de la pieza
Figura 1- 21. Vista isométrica
Figura 1- 22. Especificaciones de la pieza, material pp
Figura 1- 23. 3d. Explosión del molde
Figura 1- 24. Simulación mecanizado placa postizo fija
Figura 1- 25. Simulación, mecanizado placa postizo móvil.

Figura 2- 1. Explosión Del Molde
Figura 2- 2. Cuatro Cavidades En El Postizo
Figura 2- 3. Modelado De Inyección Con Mazarota
Figura 2- 4. Modelado Postizo Lado Móvil, Espesor De Cavidad 5 Mm
Figura 2- 5. Modelado Postizo Lado Móvil
Figura 2- 6. Modelado Postizo Lado Móvil, Espeso Cavidad 1mm
Figura 2- 7. Modelado Postizo Lado Fijo
Figura 2- 8. Vista Superior, Dimensiones De Separación De La Pieza
Figura 2- 9. Vista Superior, Dimensiones Canal De Alimentación
Figura 2- 10. Vista Explosionada Conjunto De Extracción
Figura 2- 11. Estudio De Botadores, Área Superficie
Figura 2- 12. Estudio De Botadores, Ficha Propiedades De Sección, Área Superficie
Figura 2- 13. Disposición De Los Botadores
Figura 2- 14. Vista Explosionada Del Sistema De Extracción

Figura 3- 1. Plano Placas Postizo
Figura 3- 2. Refrentado De Placas Cavidad En Torno
Figura 3- 3. Perforado De Placas Cavidad
Figura 3- 4. Cilindrado De Las Placas Cavidad En Torno
Figura 3- 5. Mecanizado De Cara Plana En Placas Cavidad
Figura 3- 6. Mecanizado De Placa Postizo Lado Fijo
Figura 3- 7. Mecanizado De Placa Postizo Lado Fijo Con 4 Cavidades
Figura 3- 8. Mecanizado De Placa Postizo Lado Móvil
Figura 3- 9. Mecanizado De Placa Postizo Lado Móvil

- Figura 3- 10. Mecanizado De Placa Postizo Lado Móvil
- Figura 3- 11. Elaboración Del Canal De Llenado
- Figura 3- 12. Plano Placas Sistema Extracción
- Figura 3- 13. Cilindrado De Placa, Sistema Extracción
- Figura 3- 14. Sistema De Extracción, Placas
- Figura 3- 15. Placa Botadora Con Botadores Puestos
- Figura 3- 16. Distinción De Botadores
- Figura 3- 17. Altura De Botadores
- Figura 3- 18. Montaje Del Molde En Maquina Inyectora
- Figura 3- 19. Prueba Del Sistema De Botación
- Figura 3- 20. Primer Plano, Obtención De La Primera Inyección
- Figura 3- 21. Primer Plano Del Dispositivo De Amarre
- Figura 3- 22. Primer Plano Del Dispositivo De Amarre, En Una Zapatilla
- Figura 3- 23. Render Del Dispositivo De Amarre
- Figura 3- 24. Gráfico Punto De Equilibrio

ÍNDICE DE FORMULAS

- Fórmula 1- 1. Fuerza De Cierre
- Fórmula 1- 2. Tiempo De Inyección
- Fórmula 1- 3. Volumen De Un Cono
- Fórmula 1- 4. Tiempo De Inyección
- Fórmula 1- 5. Tiempo De Enfriamiento
- Fórmula 1- 6. Peso De La Pieza
-
- Fórmula 2- 1. Número De Cavidades
- Fórmula 2- 2. Canal De Alimentación
- Fórmula 2- 3. Pandeo De Botadores
-
- Fórmula 3- 1. Valor Unitario De La Pieza
- Fórmula 3- 2. Número De Piezas Por Hora
- Fórmula 3- 3. Valor Hora Máquina
- Fórmula 3- 4. Valor Por Pieza
- Fórmula 3- 5. Precio Venta Pieza
- Fórmula 3- 6. Punto De Equilibrio

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1- 1. Ficha Técnica De La Máquina Inyectora Intertech, Int-60

Tabla 1- 2. Ventajas Y Desventajas Del Pead

17

Tabla 1- 3. Ventajas Y Desventajas Del Pp

Tabla 1- 4. Ventajas Y Desventajas Del Nylon

Tabla 3- 1. Costos De Diseño

Tabla 3- 2. Costos De Acero

Tabla 3- 3. Costos De Mecanizado

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

CAD	: Computer Aided Desing (Dibujo Asistido por Computador)
CAM	: Computer Aided Machining (Mecanizado asistido por Computador)
DIN	: Deutsches Institutfür Normung (Instituto Alemán de Normalización)
Etc.	: Etcétera
N°	: Número
n	: Número de piezas
PP	: Polipropileno
Pp	: Peso de la pieza
Ti	: Tiempo de inyección
Ts	: Tiempo mínimo de enfriamiento
T°	: Temperatura de moldeo
SAE	: Society Automotive Enginiers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)
USM	: Universidad Santa María
UTFSM	: Universidad Técnica Federico Santa María
v	: Volumen
www	: World Wide Web (Red Informática Mundial)
.	: Multiplicación
.cl	: Dominio de nivel superior geográfico para Chile
.com	: Dominio de nivel superior geográfico para empresas comerciales
Ø	: Diámetro
%	: Porcentaje
\$: Unidad monetaria chilena
μ	: Viscosidad

B. SIMBOLOGÍA

A1	: Formato de papel, DIN 476 (594 x 841 mm)
A2	: Formato de papel, DIN 476 (420 x 594 mm)

A3	: Formato de papel, DIN 476 (297 x 420 mm)
A4	: Formato de papel, DIN 476 (210 x 297 mm)
° C	: Grados Celsius
cm	: Centímetro
cm ²	: Centímetro al cuadrado
cm ² /s	: Centímetro al cuadrado dividido por segundo
cm ³	: Centímetro cúbico
cm ³ /s	: Centímetro cúbico dividido por segundo
g	: Gramo
g/cm ³	: Gramo dividido por centímetro cúbico
g/s	: Gramo dividido por segundo
h	: Hora
kg	: Kilogramo
kg/cm ²	: Kilogramo dividido por centímetro cuadrado
kg/cm ³	: Kilogramo dividido por centímetro cúbico
kg/dm ³	: Kilogramo dividido por decímetro cúbico
kg x m	: Kilogramo por metro
kg/m	: Kilogramo dividido por metro
kg/mm ²	: Kilogramo dividido por milímetro cuadrado
kg/mm ³	: Kilogramo dividido por milímetro cúbico
kgf	: Kilogramo fuerza
kgf/mm ²	: Kilogramo fuerza dividido por milímetro cuadrado
m	: Metro
mm	: Milímetro
mm ²	: Milímetro cuadrado
mm ³	: Milímetro cúbico
s	: Segundo
π	: Constante pi
° C	: Grado Celsius

INTRODUCCIÓN

La obtención del dispositivo de amarre es el tema el cual versara el escrito.

Para ello inicialmente se realiza una investigación para otorgar una solución a los deportistas frente a la necesidad de mantener constantemente atados los cordones de los zapatos por el tiempo que amerite la actividad a realizar. A su vez puede ser utilizado diariamente, sin importar la acción que se realice.

Principalmente está orientado para personas desde los 10 años

Para abordar lo anterior de una manera concreta, en primer lugar se abarca el tema del diseño el cual permite modelar la idea de una forma virtual, para asegurar que el objeto cumpla con el mecanismo de broche procurando que ambas piezas se mantenga unidas.

En el ámbito de la fabricación se construye la idea físicamente. Operando la maquinaria óptima para eventualmente obtener el producto en menor tiempo posible.

Finalmente se lleva a cabo la hoja de cálculos que permite obtener el precio de venta del producto.

Abarcando los puntos anteriores se puede presentar formalmente una propuesta de mejora del dispositivo de amarre más económica, puesto que este se encuentra en el mercado bajo el nombre de Zubits con la cualidad de tener insertos de imanes en la unión de las dos piezas, siendo un producto poco accesible por su elevado precio.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir postizo para la obtención de dispositivo de amarre para cordones de zapatos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el producto (con todos sus ejes fijos) y postizos correspondientes;
- Fabricar postizos con sus cavidades correspondientes y su sistema de extracción y
- Obtener el producto mediante el proceso de inyección de plástico y generar hoja de cálculos de costos para su futura comercialización.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y EL PRODUCTO

1. ANTECEDENTES GENERALES

En este punto se explican los conceptos básicos y esenciales que permite tener un mejor alcance del tema a desarrollar más adelante.

Principalmente se profundiza en la utilización de la maquinaria, el tipo de material a utilizar y los software de diseño.

1.1. MÁQUINA INYECTORA

La máquina a utilizar para la obtención de la pieza física, será la máquina inyectora que proporciona la universidad, esta consta con las características necesarias para proceder a la inyección del molde.

La Intertech-60 se caracteriza por tener un gramaje máximo de tope que son los 60g, en base a este se puede adecuar la cantidad de cavidades que se puede realizar en molde.



Fuente: Taller de Matricería, SVM-USM

Figura 1- 1. Máquina Inyectora Intertech, INT 60

En la figura 1-1 se observa la máquina inyectora, destacando con un punto rojo la zona en donde se ubica el molde, tema que se desarrolla a continuación.

Tabla 1- 1. Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, INT-60

DESCRIPCIÓN		VALOR
UNIDAD DE INYECCIÓN		
Peso máximo de inyección	(g)	60
Volumen teórico de inyección	(cm ³)	59
Presión máxima de inyección	(kg/cm ²)	2.720
Velocidad de inyección	(cm ³ /s)	55
Capacidad de plastificación teórica	(g/s)	5,2
Tiempo de inyección	(s)	1,07
UNIDAD DE CIERRE		
Carrera máxima de apertura	(mm)	240
Fuerza de cierre del molde	(t)	60
Altura del molde (mín. – máx.)	(mm)	100 x 320
Espacio libre entre columnas (H x V)	(mm)	310 x 310
Tamaño del plato (H x V)	(mm)	480 x 480
(H x V) = Horizontal x Vertical		

Fuente: Catálogo de máquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60, Taller de Matricería.

En la Tabla 1-1, se presenta la ficha técnica de la máquina inyectora, en donde se aprecian todos los parámetros necesarios para la elaboración de la pieza con un gramaje correspondiente. En este caso se debe cumplir con un tope máximo correspondiente a 60gr, por lo tanto a través de la tabla se indican cuantos productos de x gramaje se pueden fabricar.

1.2 MOLDEO POR INYECCIÓN

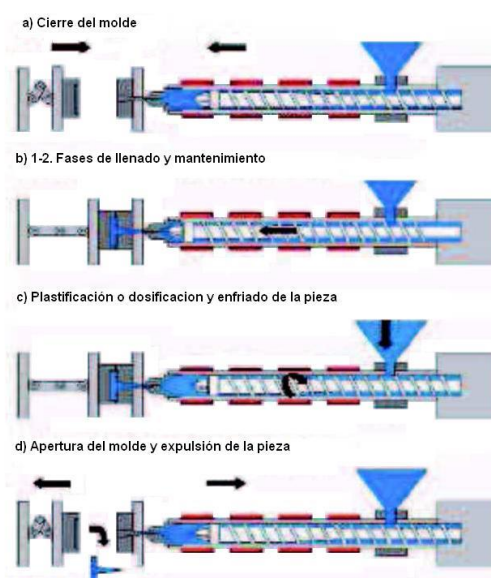
Es el procedimiento por el cual la máquina inyectora inyecta el polímero al molde.

Es una de las técnicas más comunes utilizadas en el procesamiento del plástico, por lo cual de manera cotidiana se observan artículos producidos con esta técnica.

El moldeo por inyección requiere temperatura y presión más elevadas que cualquier otra técnica de transformación, ya que proporciona piezas y objetos de bastante precisión, con superficies limpias y lisas. Además de proveer un magnífico aprovechamiento del material, con un ritmo de producción elevado. Sin embargo en ocasiones las piezas deben ser refinadas o acabadas posteriormente para eliminar rebabas.

Consiste principalmente en inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío, en donde se solidifica para formar el producto. La pieza moldeada es extraída cuando el molde es abierto.

La máquina se divide en dos secciones importantes, un lado correspondiente al de inyección y el otro a la unidad de cierre o expulsores.



Fuente: http://sergiosanchez13.blogspot.cl/2013_11_17_archive.html

Figura 1- 2. Ciclo típico de una máquina inyectora

En Figura 1-2, se observa de una manera sencilla el ciclo de inyección

(a) El molde se cierra, y el tornillo (sin girar) se mueve hacia delante a lo largo del cilindro actuando como un émbolo o pistón e inyecta el polímero fundido en el molde. La válvula se ha abierto y el tornillo fuerza el paso del material fundido por la boquilla hacia el molde. El tornillo permanece adelantado, manteniendo la presión, hasta que el polímero fundido que ha estado entrando en el molde. Esta etapa se denomina de “retención”, donde se mantiene la presión mientras el material se enfría para evitar la contracción. En un determinado momento (idealmente cuando el material del orificio para inyección se ha solidificado) puede eliminarse la presión y el tornillo comienza nuevamente a girar, con la válvula cerrada, cogiendo nuevo material de la tolva de alimentación, que se calienta a lo largo de la máquina hasta fundir cuando alcanza la parte de adelante del tornillo. Como consecuencia de este nuevo volumen de material que estamos llevando hacia adelante se originan unas fuerzas de presión (el polímero fundido no puede salir) contrarias al sentido de avance del tornillo cuando éste estaba funcionando como émbolo. El resultado de estas fuerzas de presión es el empuje del tornillo hacia atrás hasta que se alcanza un límite. (b) Cuando que se alcanza el volumen necesario de polímero fundido para llenar el molde y todas las cavidades de entrada, el tornillo deja de girar. Durante el período de retroceso del tornillo el polímero que estaba en el molde ha tenido tiempo de solidificar convenientemente, por lo que el molde se abre y el plástico solidificado expulsado, y se repite el ciclo nuevamente.

1.3. TIPOS DE PLÁSTICOS

Se presentan tres posibles tipos de materias primas para fabricar el dispositivo de amarre.

Las características que deben cumplir con las siguientes:

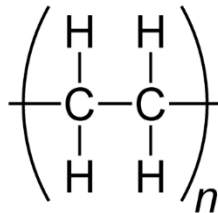
- Material económico
- Resistente al desgaste y
- Ligero

1.3.1. Polietileno de alta densidad (PEAD)

Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno, sus principales características son, la capacidad de soportar fuerzas, tiene alta resistencia al impacto, es incoloro, no tóxico y se obtiene a baja presión.

La rigidez, dureza y resistencia a la tensión del PEAD se incrementa con la densidad, ya que si esta aumenta indica que el material es más cristalino, por lo tanto será más resistente ante la misma magnitud de fuerza aplicada que un espécimen de menor densidad.

En la Tabla 1-2 se presentan las ventajas y desventajas del material, cumpliendo con dos de las características que se mencionaron anteriormente.



Fuente: <http://www.uniuso.com/sites/default/files/u119/627px-polyethylene-repeat-2d-flat.png>

Figura 1- 3. Estructura PEAD

Tabla 1- 2. Ventajas y desventajas del PEAD

Ventajas PEAD	Desventajas
Alta resistencia al impacto.	Potencial de Fisura
Es muy ligero.	Alto grado de expansión térmica
Elasticidad	Escases propiedades de esfuerzo multiaxial
No se deforma permanentemente	
Es flexible	
Tiene una vida útil bastante larga	
Económico	

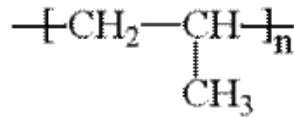
Fuente: <https://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-aplicaciones-del-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-2577371.htm>

1.3.2. Polipropileno (PP)

Es un termoplástico que reúne una serie de propiedades, difícil de encontrar en otro material como, su alta estabilidad térmica que le permite trabajar durante mucho tiempo a

una temperatura de 100° C en el aire.

También es resistente al agua hervida, pudiendo esterilizarse a temperaturas de hasta 140°C sin temor a la deformación.



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/polipropileno.html>

Figura 1- 4. Estructura PP

En la tabla 1-3. Aparece un compendio de propiedades del PP, agrupadas en función de sus características:

Tabla 1- 3. Ventajas y desventajas del PP

Ventajas	Desventajas
Ligero	Frágil a bajas temperaturas
Alta resistencia a la tensión y a la compresión	Sensible a los rayos UV
Excelentes propiedades dieléctricas	
Resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis	
Bajo coeficiente de absorción de humedad	
Material Económica	

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/polipropileno.html>

Se cumple con 3 de las características mencionas anteriormente, este material es factible de utilizar para la producción del dispositivo.

1.3.3. Nylon

El nylon es un polímero artificial también llamado nylon 66, es resistente, translúcido blanco, semicristalino, un material de alto punto de fusión (255 °C).

Tabla 1- 4. Ventajas y Desventajas del Nylon

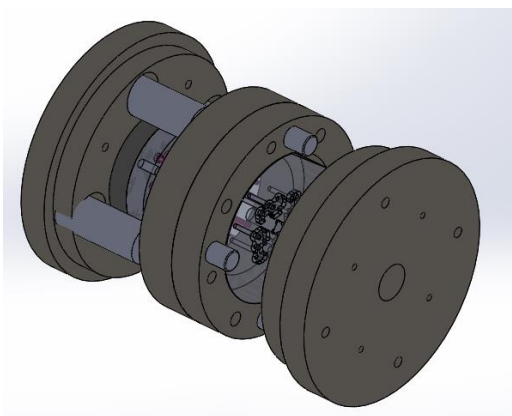
Ventajas	Desventaja
Resistencia al desgaste	Alto costo del material
Altamente deslizante	
Resistente a químicos	
Poco envejecimiento	
Bajo coeficiente de absorción de humedad	

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/nylon.html>

En la Tabla 1-4 se observan las ventajas y desventajas del Nylon. Analizando los datos se aprecia que dentro de sus desventajas considera ser un material de alto costo, lo cual a pesar de cumplir con otras características mencionadas y al ser una materia prima cara, eleva el costo del producto.

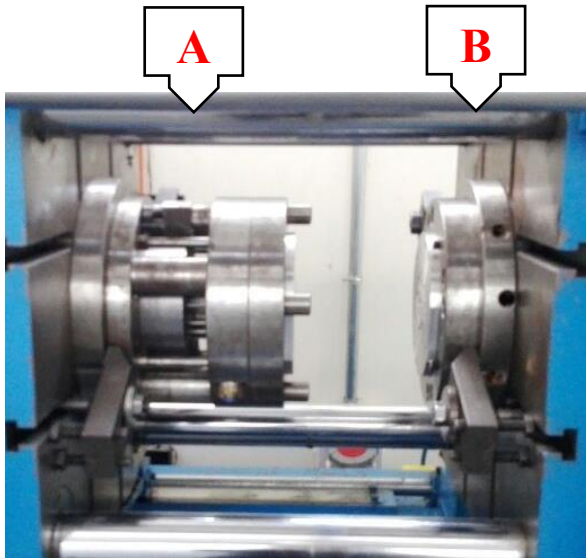
1.4 MOLDE DE INYECCIÓN

Es un conjunto de placas de diferentes diámetros que ensambladas conforman una estructura llamada PORTA MOLDES, se denomina así, porque aloja dos cavidades de un diámetro de 144 mm que permite introducir los postizos que el siguiente punto se menciona con más detalles, observar figura 1-5.



Fuente: elaboración propia mediante el software SolidWorks

Figura 1- 5. Molde de inyección



Fuente: elaboración propia, montaje del molde

Figura 1- 6. Molde de Inyección

En la Figura 1-6 se observa el montaje del molde en la maquina inyectora, se destaca con la letra “A” el lado del molde móvil, donde se encuentra el sistema de votación de la pieza y la letra “B” para el lado fijo del molde, en el cual se inyecta el polímero.

1.5. EL POSTIZO

Se define en simples palabras como agregar o remplazar un área, en este caso se llama postizo a las placas cilíndricas de 144 mm de diámetro por 33 mm de espesor, en las cuales se trabajara para alojarlas en el porta moldes.



Fuente: elaboración propia, postizo

Figura 1- 7. Postizo, lado móvil



Fuente: elaboración propia, postizo montado en el porta moldes

Figura 1- 8. Postizo, lado fijo

1.6. CÁLCULOS DE LA FUERZA DE CIERRE DEL MOLDE

Lo primero que se debe hacer a la hora de fabricar una pieza de plástico es conocer qué tipo de máquina se empleará. Anteriormente es mencionado el tipo de

máquina, con esto ya se conocen sus datos por la Tabla 1. Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, INT-60.

Para un volumen como el del dispositivo de amarre de $2376,5 \text{ mm}^3$ es factible elaborar un molde de multicavidades, ya que no requerirá una máquina con volumen máximo de inyección muy elevado, se modelara en postizos con 4 cavidades.

Para conocer la fuerza de cierre necesaria hay que calcular la fuerza expansiva que produce en el molde, la cual se le denomina al resultado de la multiplicación de la presión en el interior del molde por la proyección del área de la pieza en la dirección de la apertura de la máquina, ver Fórmula 1.

$$F = P \cdot A$$

Fuente: MENGIS “inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 1- 1. Fuerza de cierre

Donde:

P = Presión de inyección

A = Área proyectada (Figura 2-1. Estudio de botadores)

Remplazando en la Fórmula 1-1, se obtiene:

$$A = 4 (46,221 \text{ cm}^2) = 184,884 \text{ cm}^2$$

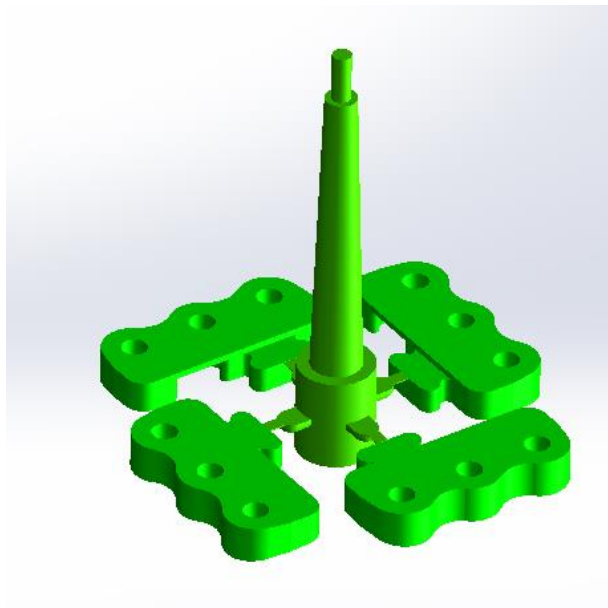
$$F = 184,884 \text{ cm}^2 \cdot 50 \text{ kg/cm}^2 = 9.244,2 \text{ kg}$$

Se establece que la presión de inyección es de $9.244,2 \text{ kg}$ para un material termoplástico como el polipropileno (PP), lo cual es menor a las 60 t que resiste la máquina.

Si la máquina se sobrecarga con la fuerza empleada, el molde tendera a abrirse.

1.7 CÁLCULO DEL TIEMPO DE INYECCIÓN

El tiempo de llenado es un dato crucial para diseñar correctamente el ciclo de inyección. Dado que la pieza se fabrica en grandes cantidades a un tiempo de bajo llenado, permite aumentar la productividad y el molde sea competitivo en el mercado.



Fuente: elaboración propia, mediante el software solidworks

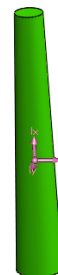
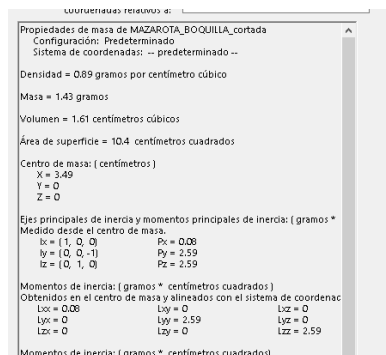
Figura 1- 9. Mazarota

$$T_i = \frac{P_p}{[(V \text{ piezas} + V \text{ mazarota}) \cdot D \cdot \mu \cdot T^\circ]}$$

Fuente: Memoria Diseño y Construcción de Moldes de Inyección para una pieza de Ensamblaje

Fórmula 1- 2. Tiempo de inyección

Para obtener las incógnitas del volumen se debe conseguir el volumen del manguito bebedero, aplicando la fórmula de volumen de un cono:



Fuente: elaboración propia, mediante el software SolidWorks

Figura 1- 10. Cono

$$V = \frac{[\pi\{D^2 + d^2 + (D \cdot d)\}]}{12}$$

Fuente: Memoria Diseño y Construcción de Moldes de Inyección para una pieza de Ensamblaje

Fórmula 1- 3. Volumen de un cono

Donde:

- v = Volumen (cm³)
- D = Diámetro mayor (0,77 cm)
- d = Diámetro menos (0,5 cm)

Remplazando en la Fórmula 1-3 (cono):

$$v = \frac{[\pi\{D^2 + d^2 + (D \cdot d)\}]}{12} = \frac{[\pi\{0,77^2 + 0,5^2 + (0,77 \cdot 0,5)\}]}{12}$$

$$v = 0,32\text{cm}^3 + \text{volumen canales de llenado (0,003 cm}^3)$$

$$v = 0,323 \text{ cm}^3$$

Luego:

$$Ti = \frac{Pp}{[(V \text{ piezas} + V \text{ mazarota}) \cdot D \cdot \mu \cdot T^\circ]}$$

Fuente: Memoria Diseño y Construcción de Moldes de Inyección para una pieza de Ensamblaje

Fórmula 1- 4. Tiempo de Inyección

Donde:

Pp = Peso de la pieza (1,9 g, según software SolidWorks 2015)

V Pieza = Volumen de la pieza (2,14 cm³, según software SolidWorks 2015)

V Mazarota = Volumen mazarota (0,332 cm³según fórmula 1-4)

D = Densidad (0,89 g/cm³, material PP)

μ = Viscosidad PP Copoliero (10.000, según tabla, anexo A)

T° = Temperatura de moldeo (PP Copolimero, 200°C)

Remplazando en el la Fórmula 1-4:

$$T_i = \frac{P_p}{[(V \text{ piezas} + V \text{ mazarota}) \cdot D \cdot \mu \cdot T^\circ]}$$

$$T_i = \frac{1,9 \text{ g}}{\left[(2,14 \text{ cm}^3 + 0,332 \text{ cm}^3) \cdot \frac{0,89 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 10.000 \cdot 200 \right]}$$

$$T_i = 4,3 \text{ s}$$

1.8. CÁLCULOS DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA

Para determinar el tiempo de enfriamiento de la pieza se basará respecto a la Tabla..., la cual corresponde a los parámetros necesarios para calcular en base a la siguiente fórmula.

En la **tabla 14** se presentan datos de estas variables para determinar el tiempo mínimo de enfriamiento en algunos materiales.

Tabla 14. Datos requeridos para determinar el tiempo de enfriamiento de algunos polímeros

Material	T _c (°C)	T _m (°C)	T _x (HDT) (°C)	Difusividad (cm ² s ⁻¹)
ABS	240	60	95	1,7 x 10 ⁻³
CA	210	50	98	1,04 x 10 ⁻³
PA 6	260	90	180	0,98 x 10 ⁻³
PA 66	285	90	180	1,01 x 10 ⁻³
PC	300	90	130	1,47 x 10 ⁻³
HDPE	240	20	92	0,74 x 10 ⁻³
LDPE	220	20	45	1,15 x 10 ⁻³
PMMA	240	50	102	1,09 x 10 ⁻³
PP	240	40	107	0,85 x 10 ⁻³
PS	220	20	85	1,6 x 10 ⁻³
HIPS	220	20	85	1,6 x 10 ⁻³
PVC Plást.	180	20	60	1,16 x 10 ⁻³

La difusividad térmica mide la rapidez con la que el calor se transmite de un punto a otro en un cuerpo. Es decir, que materiales con

Fuente: Apuntes de refrigeración de los moldes

$$T_s = \left[\frac{-(e \text{ máx})^2}{2\pi\phi} \right] \ln \left\{ \frac{\pi (T_x - T_m)}{4(T_c - T_m)} \right\}$$

Fórmula 1- 5. Tiempo de Enfriamiento

Figura 1- 11. Memoria Molde Prototipo para Mezclador de Temperaturas

Donde:

T_s = Tiempo mínimo de enfriamiento (s)

e máx= Espesor máximo de la pieza (0,6 cm)

- \emptyset = Difusividad térmica del material (PP 0,00085 cm²/s, según Tabla ...)
 Ln = Logaritmo natural
 Π = Constante de pi (3,1416)
 Tx = Temperatura media de desmolde (107°C, según Tabla...)
 Tm = Temperatura del molde (40° C, según Tabla...)
 Tc = Temperatura del material fundido (240° C, según Tabla...)

Remplazando en la fórmula 1-5:

$$T_s = \left[\left\{ \frac{-(0,6 \text{ cm})^2}{2 \cdot 3,1416 \cdot 0,00085 \text{ cm}^2/\text{s}} \right\} \text{Ln} \left\{ \frac{3,1416 (107 - 40)}{4(240 - 40)} \right\} \right]$$

$$T_s = \{[-67,4]\text{Ln}\{0,2631\}\}$$

$$T_s = \{[-67,4]\text{Ln}\{0,2631\}\}$$

$$T_s \approx 90 \text{ s}$$

Por lo tanto se obtiene que el tiempo de enfriamiento para las piezas dentro del molde es de 90 segundos, lo cual sumado al tiempo de inyección de la pieza se consigue un resultado de 94,3 segundos.

El tiempo calculado en relación al tiempo ejecutado varia, debido a que no se está utilizando el sistema de refrigeración al momento de inyectar, es por esto que se debe mantener un tiempo la pieza en el molde para que el cambio de temperatura no se tan brusco y la pieza no se deforme al momento de la expulsión.

1.9. CANAL DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración se ubica en el porta moldes, específicamente en la placa cavidad del lado móvil, permite ahorrar tiempo de fabricación, ya que con el mecanismo de que las placas cavidades sean postizos, permite solo fabricar los postizos y el sistema de refrigeración se mantendrá en el porta moldes.

1.10. EL PRODUCTO “DISPOSITIVO DE AMARRE”

Lo que afecta y provoca el desarrollo de esta idea, se relaciona con evitar la interrupción de actividades, (por atarse los cordones), provocando la desconcentración del individuo en sus rutinas diarias o actividades deportivas.

El segundo punto es considerado para deportistas con el propósito de que se desenvuelvan sin interrupciones en sus entrenamientos o competencias.

Este producto es un rediseño de la marca canadiense Zubits, su diferencia principal es la siguiente:

- Zubits: Tipo de cierre es en base a la atracción de imanes.
- Dispositivo de Amarre: Tipo de cierre es en base a un encaje de piezas.

En la siguiente figura 2-1 se puede observar las dos diferencias mencionadas anteriormente.



Fuente: <https://zubits.com/> , Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 12. Modelado, Zubits y Dispositivo de amarre

Zubits ofrece 3 tipos de tamaño en el mercado, en este caso se optó por una medida estándar para jóvenes y adultos.

La finalidad del dispositivo de amarre es la prolongación del atado de los zapatos, permitiendo realizar esta acción solo las veces que se necesite sacar o poner el calzado; además es liviana y por su forma proporciona un ajuste en la zona anterior metatarsiana del pie, donde habitualmente atamos los cordones de los zapatos. Se destaca por su tipo de fijación, ya que se juega con un encaje que permite fijar las fuerzas más relevantes en los movimientos de los pies, ya sea realizando tareas cotidianas o deporte.

Se optó por rediseñar este producto para que todos los jóvenes y adultos de diferentes clases sociales puedan acceder a la obtención de este objeto, ya que sus costos de elaboración podrían disminuir por el hecho de no tener insertos de imanes, siendo así más asequible y económico.

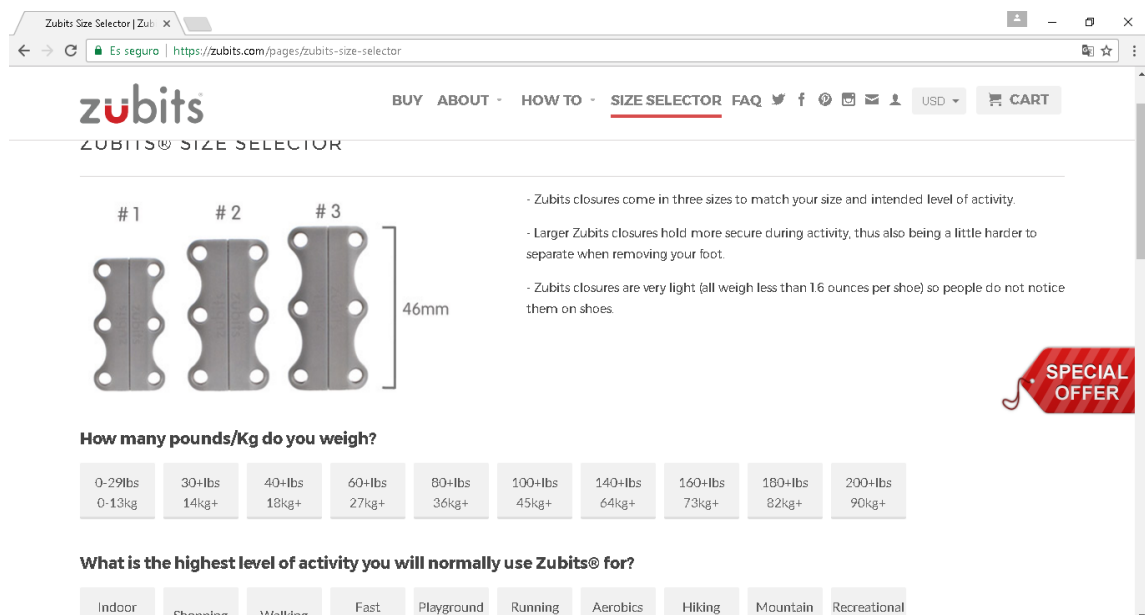
Principales características presentes en el rediseño del producto:

- Económico: Pensado para que todas las personas puedan acceder a la obtención del producto, con un material, con el menor desgaste posible, para asegurar su durabilidad en el uso.
- Diseño Renovador: Para llegar a todas las edades, con un diseño sencillo y llamativo para las personas, se puede jugar con los colores del producto.
- Calce/ fijación: Se juega con un ajuste importante que permite la fijación correcta de los cordones, sin que exista algún tipo de movimiento.

1.11. PRODUCTO SIMILAR

El internet es un medio el cual se desarrollan muchas plataformas de comercio. Se encontró un sitio web llamado Zubits.com, es la única marca registrada que vende sus productos online.

Zubits.com tiene tres tamaños de productos a la venta, observar figura 1-13, con cierre en baste atracción de imanes, su valor comercial borde los \$11 US (\$7.098.- pesos Chilenos.), considerando a \$645,29 valor del dólar. (Fecha 19-08-2017)

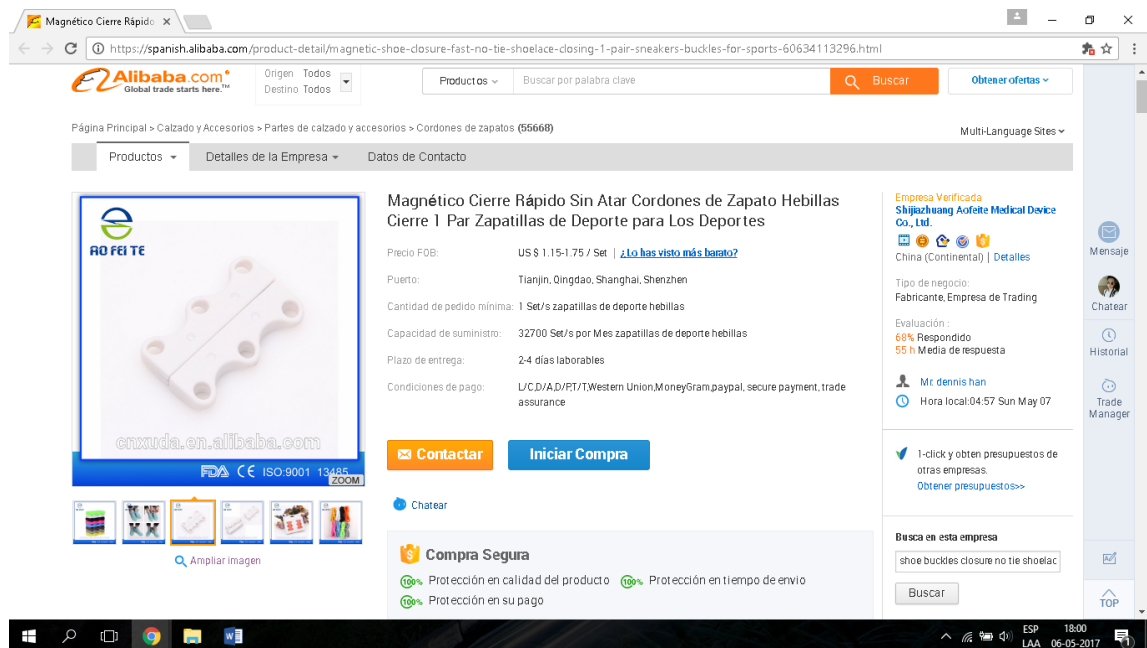


Fuente: <https://zubits.com/pages/zubits-size-selector>

Figura 1- 13. Dispositivo de amarre de internet

En la Figura 1-14 se observa la página Alibaba.com un sitio web de ventas de diferentes tipos de artículos, en este caso su proveedor tiene a la venta un dispositivo de

amarre fabricado por sistema de impresión, de material ABS y con un valor comercial de \$1.75 US (\$1.175 pesos Chilenos), ya por ser un producto impreso, sus propiedades son más débiles, lo que hace que este objeto sea desechable en un tiempo corto y determinado.



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/magnetic-shoe-closure-fast-no-tie-shoelace-closing-1-pair-sneakers-buckles-for-sports-60634113296.html>

Figura 1- 14. Dispositivo de amarre de internet

1.12. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

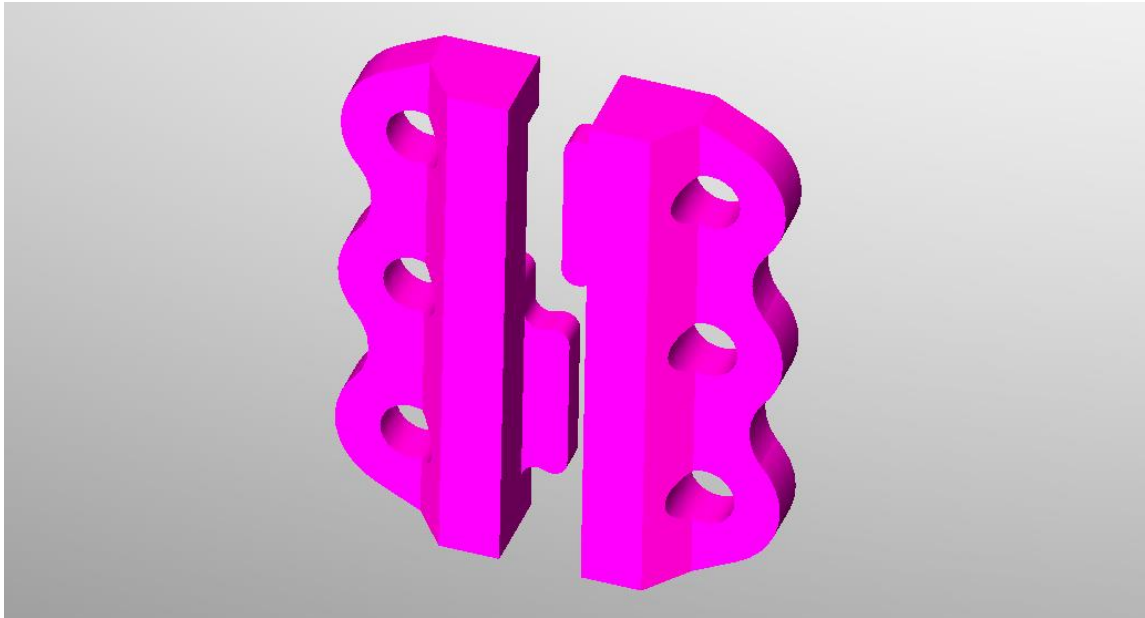
En esta sección se darán a conocer los distintos diseños que se llevaron a cabo en el periodo de estudio, obteniendo la mejor alternativa de diseño, que luego pasa al proceso de fabricación y debe cumplir con ciertos requisitos para facilitar este proceso y no tener inconvenientes en el camino, más adelante se explicara con detalles.

1.12.1 Prototipo UNO

En la Figura 1-15 presenta el primer prototipo realizado, se pensó en base a obtener una pieza atractiva visualmente, siempre considerando que el tipo de ajuste que tendrá será el calce.

Este prototipo se rechaza debido a que las aletas de encaje tienen un espesor de tres mm los cuales llegan hasta la mitad del espesor, y posiblemente cuando el dispositivo

este en marcha las fuerzas que ejerce el empeine al caminar este se abra, provocando un mal funcionamiento del producto, otro error es el ángulo que se aprecia en su estética, es imposible de realizar debido a que no se cuenta con una máquina que pueda ejecutar esa terminación, es por eso que se desistirá por este modelo.



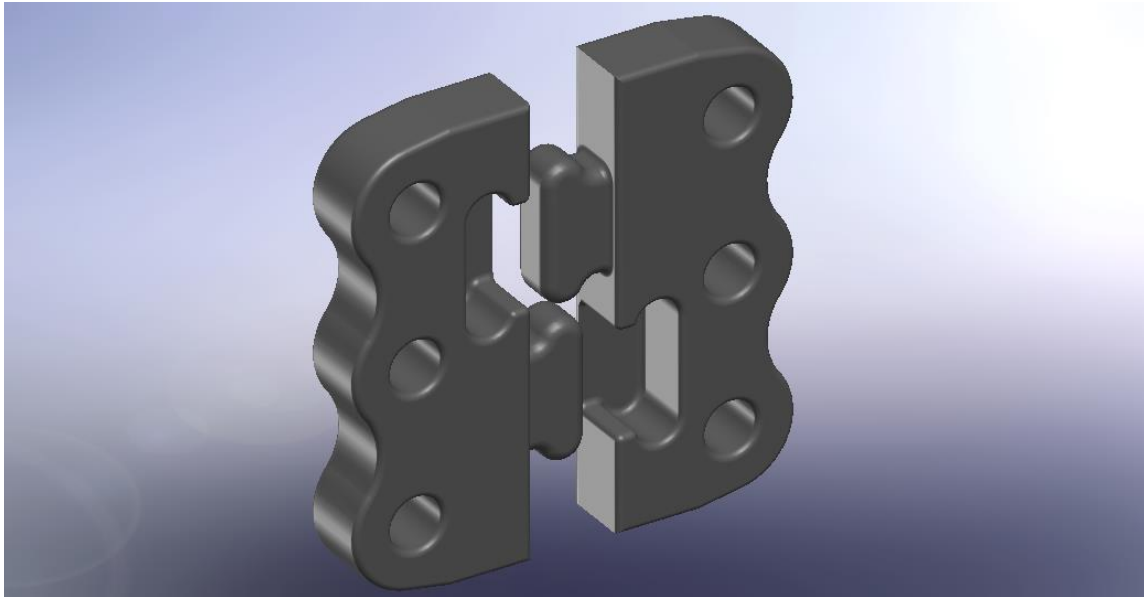
Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 15. Modelado, Prototipo 1

1.12.2 Prototipo DOS

Solucionando los problemas presentes en el modelo anterior, se rediseño el producto y en la Figura 1-16, se aprecia las modificaciones, tales como el espesor de las pestañas de calce se aumentaron a 5 mm sobrepasan la línea de partición lo que le da más resistencia y evita que se habrá el calce, cuando las fuerzas actúen en el, en la parte delantera se omitió el ángulo estético y se optó por dejar la cara superior lisa, también se extendieron los calces para que por ningún motivo cedan en el sentido de la fuerza que ejercen los cordones.

El error presente en este modelo es que visualmente no se aprecia la comodidad del producto, es por eso que se debe mejorar por lo menos la cara que tiene contacto con el calzado, para que visualmente se pueda asemejar la comodidad y sencillez del producto.



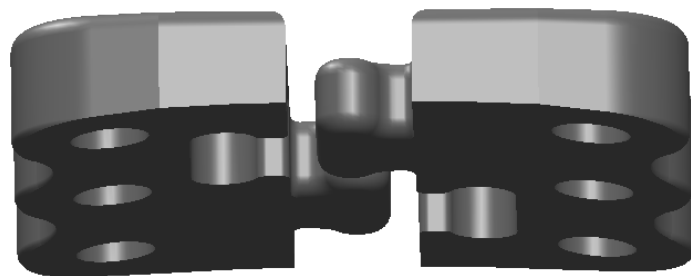
Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 16. Modelado, Prototipo 2

1.12.3 Prototipo TRES

En la Figura 1-17 se aprecia la última modificación, que consiste en reformar la cara inferior, realizando un corte de arco de un mm de alto que pretende brindar una mayor comodidad y a la vez disminuir la cantidad de esfuerzo en la pieza, visualmente esta modificación es muy acertada, ya que las personas ven la comodidad en las formas más se asemejan al cuerpo.

Se eliminaron los redondeos para facilitar el mecanizado, ya que la pieza es muy pequeña.



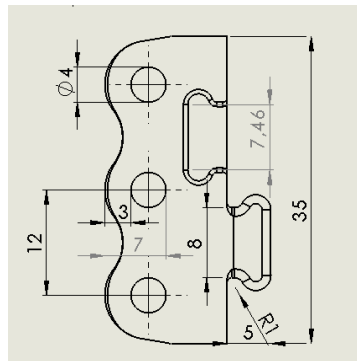
Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 17. Modelado, Prototipo 3

1.13. DIMENSIONES DEL PRODUCTO

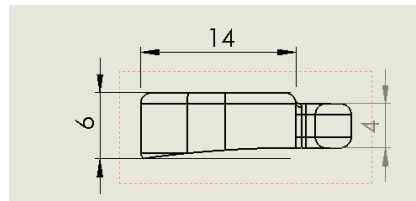
En el punto 2.2 “Productos Similares”, complementa la búsqueda de las dimensiones adecuadas para el Dispositivo de amarre.

En el sitio online Zubits.com se analizó las medidas que ellos comercializan y se obtuvo un tamaño promedio para todas las edades.



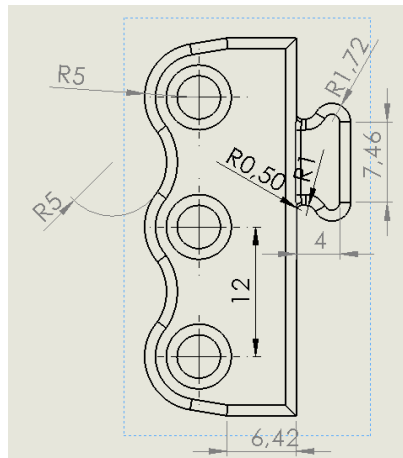
Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 18. Vista superior, dimensiones del dispositivo



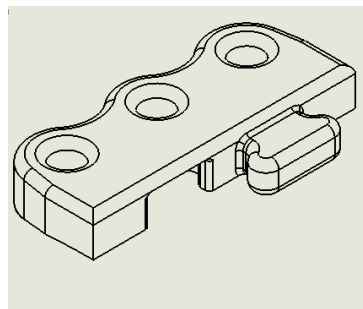
Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 19. Vista frontal, dimensiones del dispositivo



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 20. Vista inferior, dimensiones de la pieza



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 21. Vista isométrica

1.14. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

1.14.1. Polímero a utilizar

La elección de la materia prima es un factor muy importante, ya que debe cumplir con los estándares adecuados para el buen funcionamiento de la pieza;

El producto está sometido diariamente a abrochar, desabrochar y a los constantes movimientos, caminar, correr, jugar, etc..., por esto se debe escoger un material que tenga buena resistencia al impacto, para garantizar la durabilidad.

El PP (Polipropileno), es el material más adecuado para la producción del producto.

Dado que:

- Es económico

- Ligero
- Alta estabilidad térmica
- Esterilizar con agua hirviendo
- Resistente a la tensión y compresión

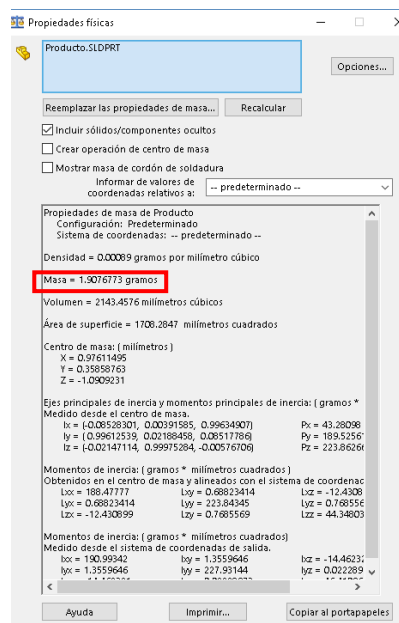
1.14.2. Obtención del peso

Para obtener el peso de la pieza, es necesario tener el peso específico del material, en este caso se analizó el polipropileno (PP), los datos se obtuvieron de la ficha técnica que facilita el software SolidWorks 2015, con el modelamiento de la pieza.

$$\text{Volumen} \times \text{Densidad (Peso específico de la pieza)} = \text{Peso de la pieza}$$

Fuente: Material de apoyo universidad

Fórmula 1- 6. Peso de la pieza



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks.

Figura 1- 22. Especificaciones de la pieza, Material PP

Remplazando en la Fórmula 1-6, se obtienen

$$\text{PP: } 2143,45 \text{ cm}^3 \times 0,00089 \text{ g/cm}^3 = 1,90 \text{ g}$$

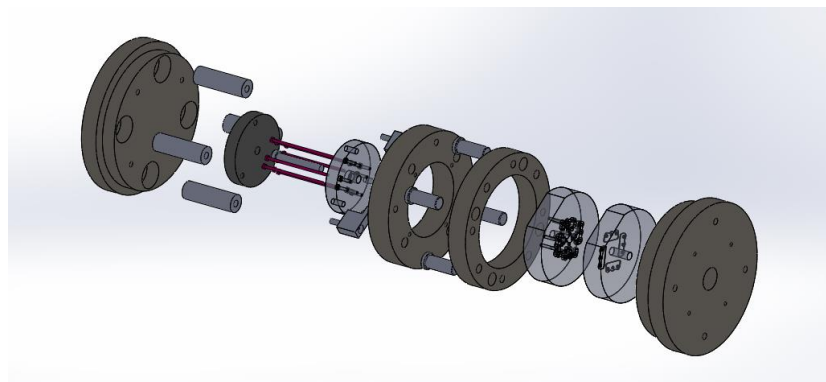
1.15. PROGRAMAS DE DISEÑO

1.15.1. Software SolidWorks

Para iniciar el proceso de creación se utilizó el software SolidWorks, en donde se fabricaron los prototipos, los postizos y el sistema de extracción.

Este programa permite realizar las piezas en formato 2D y 3D este último con una visualización real, como el tipo de material, el peso de la pieza, entre otras cosas que incluye una ficha técnica. Estos datos permite tener una mayor información acerca del producto sin la necesidad de poseer el producto, por ende es una excelente herramienta de diseño.

En la Figura 1-23, se observa las partes del molde en formato 3D, utilizando el Software SolidWorks para su creación virtual.



Fuente: Elaboración propia, mediante software SolidWorks.

Figura 1- 23. 3D. Explosión del molde

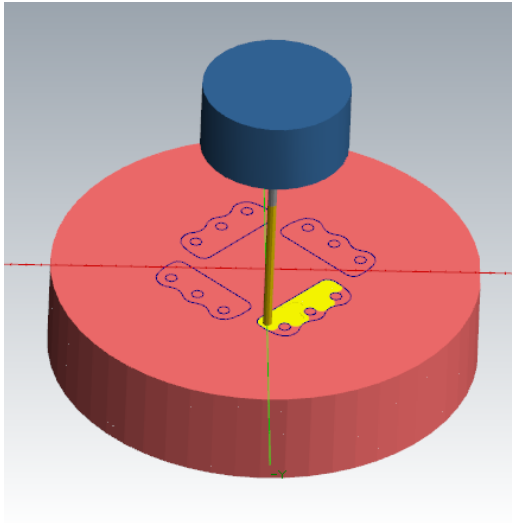
1.15.2. Software Mastercam

Este programa complementa al anterior, ya que SolidWorks es amigable para diseñar, entonces se exportan los dibujos en formato IGS. Y se abren en Mastercam para realizar la segunda parte, correspondiente a la simulación.

La simulación consiste en obtener los parámetros más cercanos a la realidad del mecanizado de las placas, ya que el sistema arroja el tiempo que tardara en realizar la cavidad, si el tipo de herramienta es la adecuada y cómo será la calidad de la cavidad, entre otras cosas.

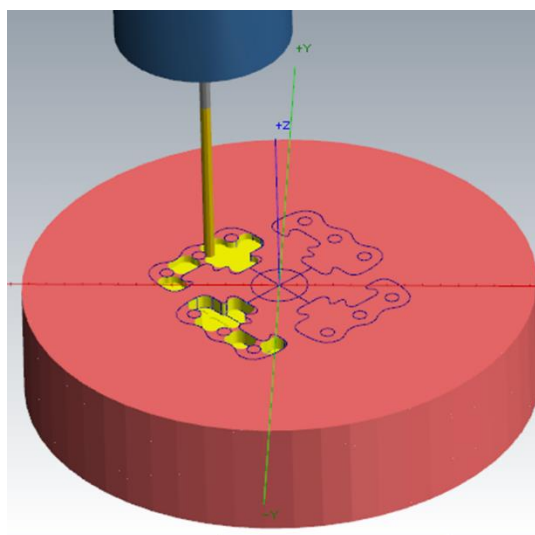
Con este software se obtienen los códigos que se envían a la máquina CNC para que genere lo que en la simulación realizó. (Ver Anexo B, códigos)

En las Figuras 1-24, 1-25 se observa la simulación de las cavidades en las placas postizas Fija y Móvil, cabe mencionar que la simulación es bastante completa, se realizan cambios de herramientas automáticamente.



Fuente: Elaboración propia, mediante software Mastercam

Figura 1- 24. Simulación mecanizado Placa Postizo Fija



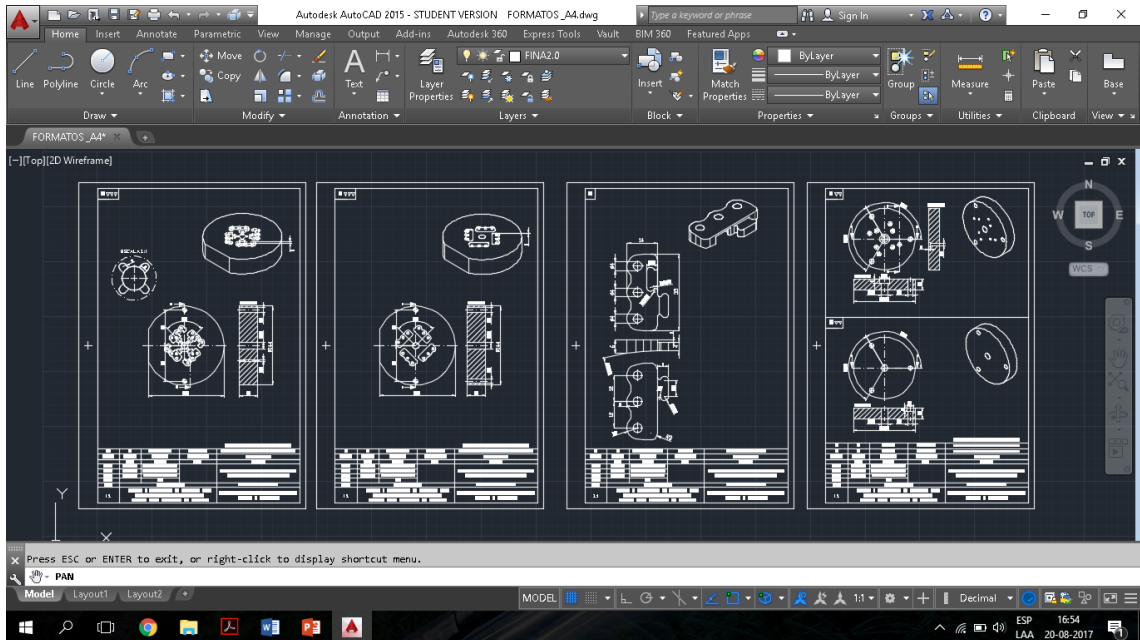
Fuente: Elaboración propia, mediante software Mastercam

Figura 1- 25. Simulación, mecanizado Placa Postizo Móvil.

1.15.3. Software AutoCad

En el punto 1.15.2 se menciona el Software SolidWorks en el cual se puede obtener directamente de la pieza 3D el plano 2D con sus respectivas cotas.

AutoCad se utiliza para mejoras estos planos, ya que se puede trabajar con más detalles, ver Figura 1-26.



Fuente: Elaboración propia, mediante software AutoCad

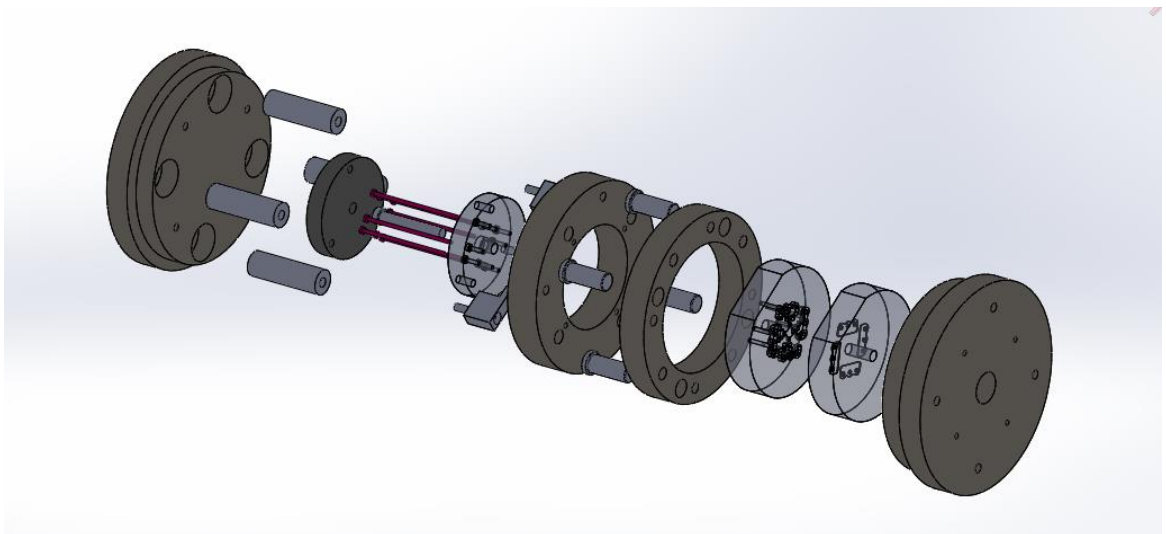
Figura 1 - 26. Imagen Planos ,Software AutoCad

CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL MOLDE

2. DISEÑO DEL MOLDE

Como la realización es en base a una estructura ya realizada, es importante considerar que hay que adecuarse a las medidas establecidas, más bien adecuar el producto que se quiere realizar, ya esto es una limitante para el diseñador.

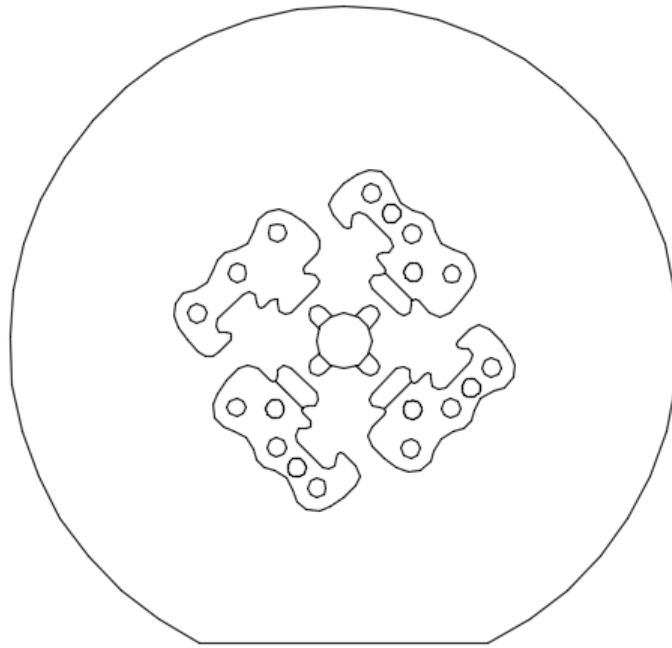
Hay ciertas consideraciones que se deben tomar en el diseño de las cavidades de las piezas, como el ángulo de salida del producto, ya que a pesar que tendrá un sistema de extracción es necesario incorporar el ángulo para facilitar el mecanismo, siempre y cuando la pieza lo amerite, ya que en este caso no se le realizó un ángulo de salida porque el espesor de la pieza solo será de seis milímetros, no afectará a la extracción en el proceso de inyección.



Fuente: Elaboración propia, mediante software SolidWorks.

Figura 2- 1. Explosión del molde

En la figura 2-1. Se aprecia la expansión del molde estándar, con los postizos identificados como placas cavidades de dimensiones diámetro 144 mm por 33 mm espesor, en donde se realiza la distribución de las cavidades mencionadas anteriormente en el ítem 2.1 “Formato del Postizo”.



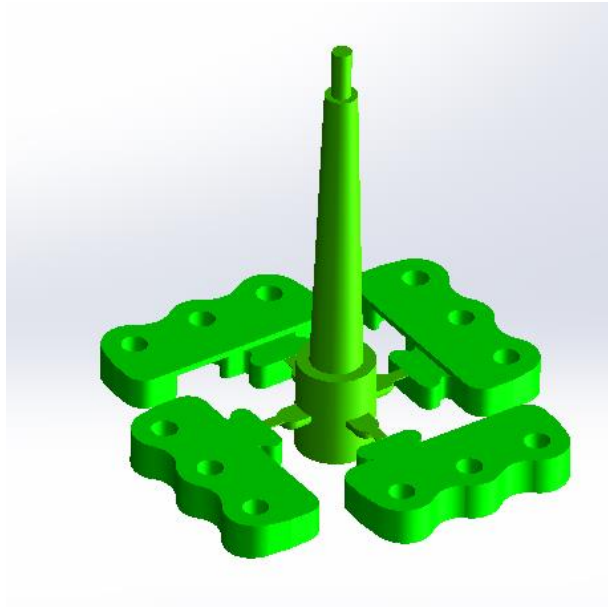
Fuente: Elaboración propia, mediante el Software Solidworks

Figura 2- 2. Cuatro cavidades en el postizo

Obteniendo así en el siguiente punto la distribución de la pieza que se dispondrán dentro de la placa cavidad.

2.1. **FORMATO DEL POSTIZO**

Se ha diseñado circular para facilitar el encaje en el porta moldes, ya que sus medidas están proporcionadas por este.



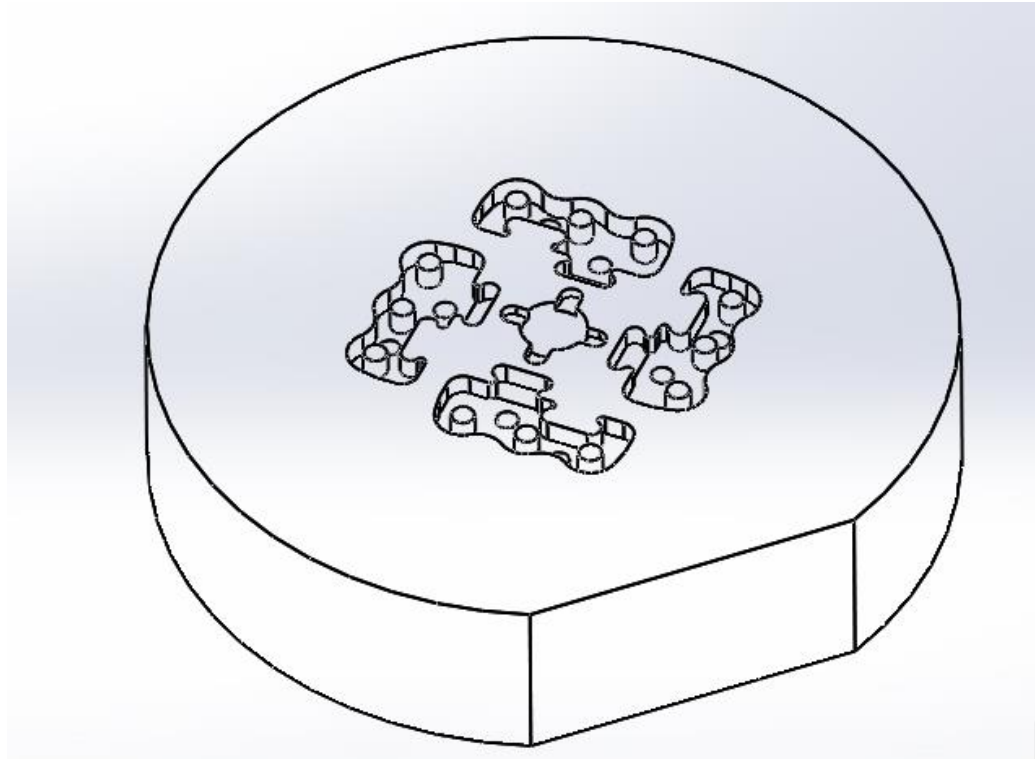
Fuente: elaboración propia, mediante el software solidworks

Figura 2- 3. Modelado de inyección con mazarota

Es importante mencionar que ambas placas deben empalmar correctamente para que se genere la Figura 2-3 y para que se concrete bien la pieza es necesario examinar la mejor alternativa de línea de partición, más que nada esta es la que define que parte va en cada placa Postizo. (Lado móvil o fija)

2.1.1. Disposición en el postizo lado móvil

En la placa móvil se alojara las cavidades de una parte del producto, su profundidad es de 5mm, por ende en este lado se debe incluir el canal de inyección, por el espesor que presenta.

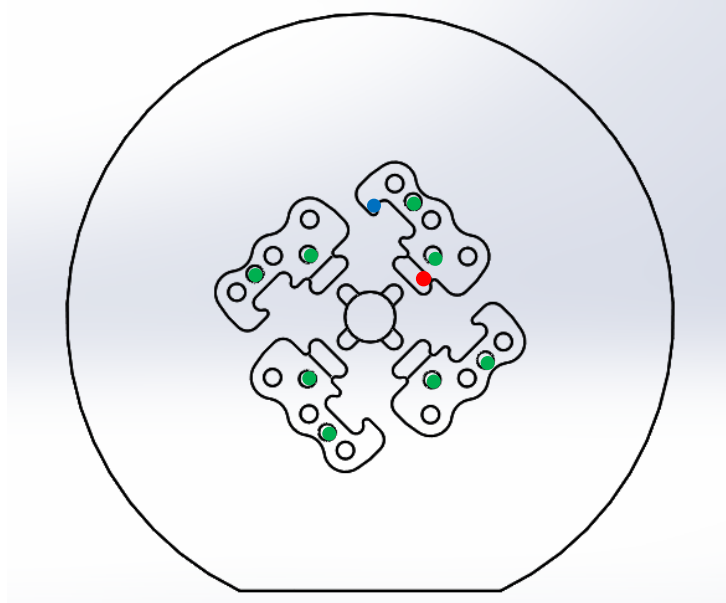


Fuente: elaboración propia, mediante el software SolidWorks

Figura 2- 4. Modelado postizo lado móvil, espesor de cavidad 5 mm

Se realiza la distribución considerando los siguientes puntos:

- La disposición permita un buen llenado de las cavidades, en el punto (●), señala el ingreso del material, en este caso se definió ese sector por la importancia del encaje.
- Que el plástico fluya con mayor facilidad, (●) en este punto se señala el lugar con más dificultad llegara el material, pero con los ajuste de la máquina, se lograra sin problemas.
- Que se produzca menos rechupe, en este caso lo más propenso a rechupe es en la ubicación de los botadores (●). (ver capítulo 1: Generalidades)

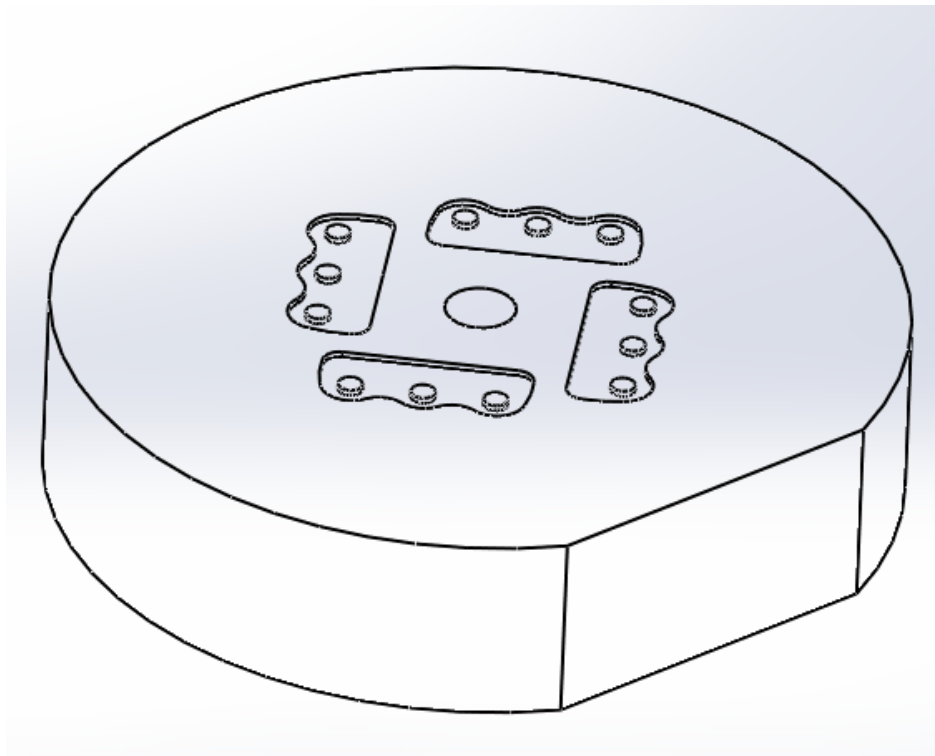


Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks

Figura 2- 5. Modelado postizo lado móvil

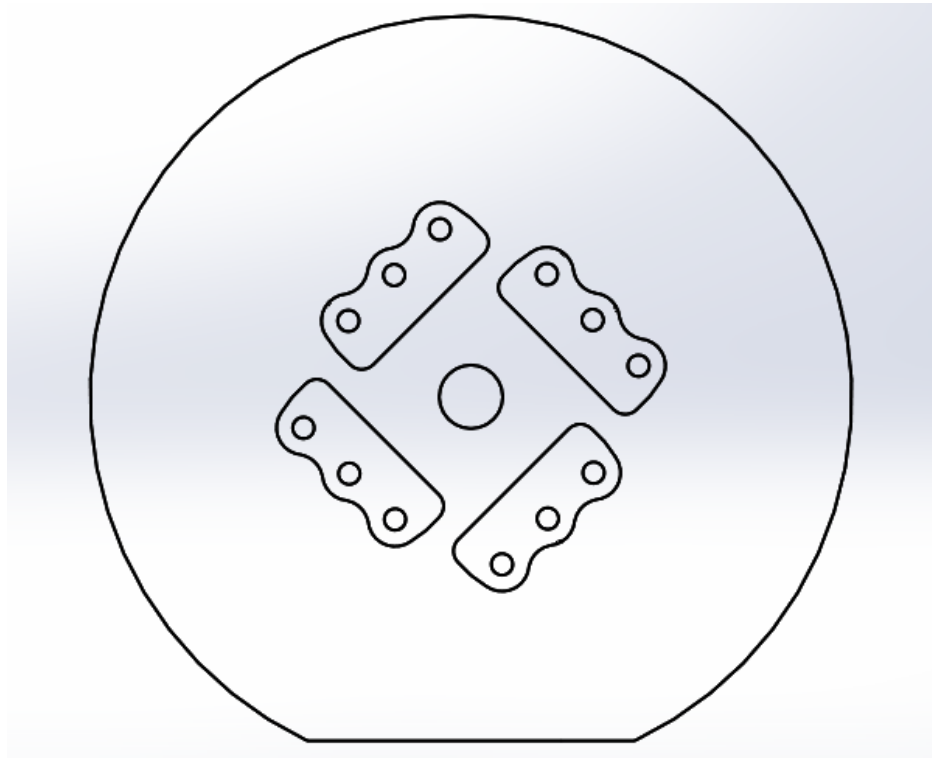
2.1.2. Disposición en el postizo lado fijo

En la placa fija se alojaran las cavidades de una parte del producto, su profundidad es de 1mm, no incluye canal de inyección, ya que se presenta en el postizo lado móvil.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks 2015

Figura 2- 6. Modelado Postizo lado móvil, espeso cavidad 1mm



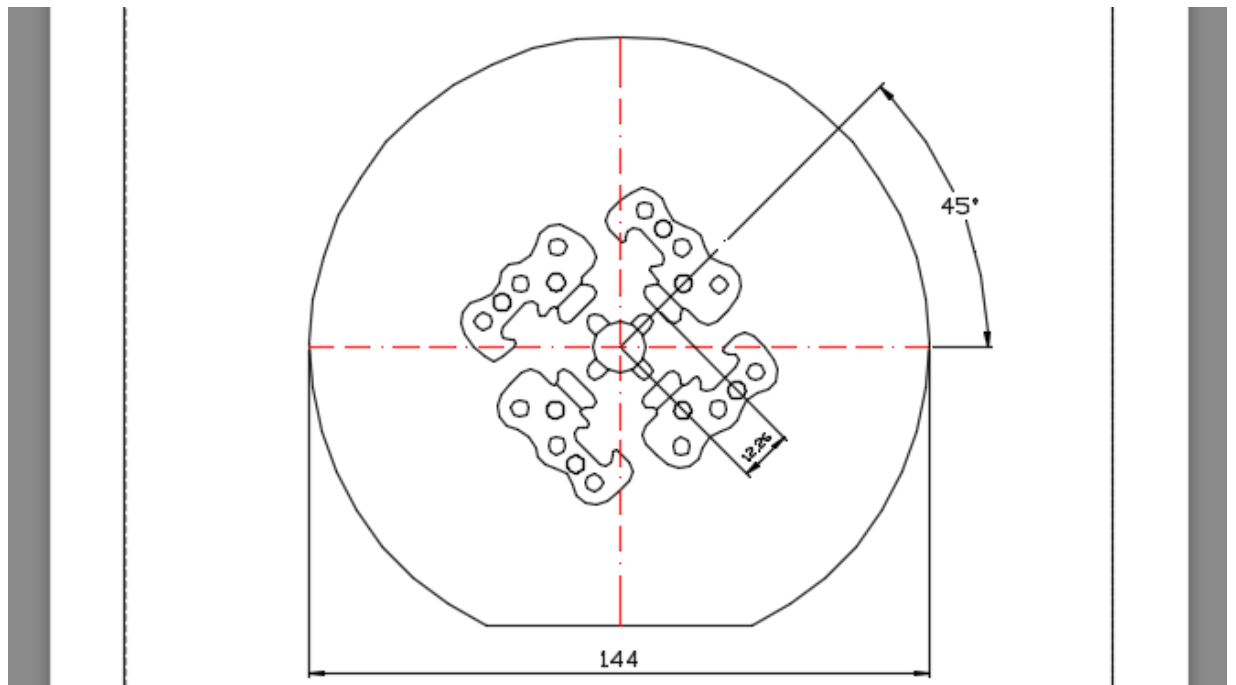
Fuente: Elaboración propia, mediante el software solidworks

Figura 2- 7. Modelado postizo lado fijo

2.1.3. Dimensiones de distribución para los postizos de lado fijo y móvil

Para ambos postizos se utiliza la misma distribución ya que deben empalmar o sea coincidir cuando se cierre el molde.

En la figura 2-8, se presenta con claridad las dimensiones en base al eje central del postizo.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software AutoCad 2015

Figura 2- 8. Vista superior, dimensiones de separación de la pieza

2.1.4. Cálculo de canal de alimentación

Este cálculo es de suma importancia, ya se sabrá con exactitud las medidas del canal de alimentación para el correcto llenado de las piezas a inyectar.

Existen varios tipos de canales de alimentación, la elección de ellos es fundamental, ya que influye directamente en la obtención de estos.

Existen varias opciones de canales:

- Circular
- Circular de media caña
- Trapezoidal de media caña
- Trapezoidal modificado de media caña
- Cuadrado

El canal de llenado a utilizar será un circular de media caña, se ha elegido por su fácil fabricación, mecanizado y expulsión.

$$d^2 = \frac{2D^2}{n}$$

Fuente: Manual del polipropileno

Fórmula 2- 2. Canal de alimentación

Donde:

N = Número de canales

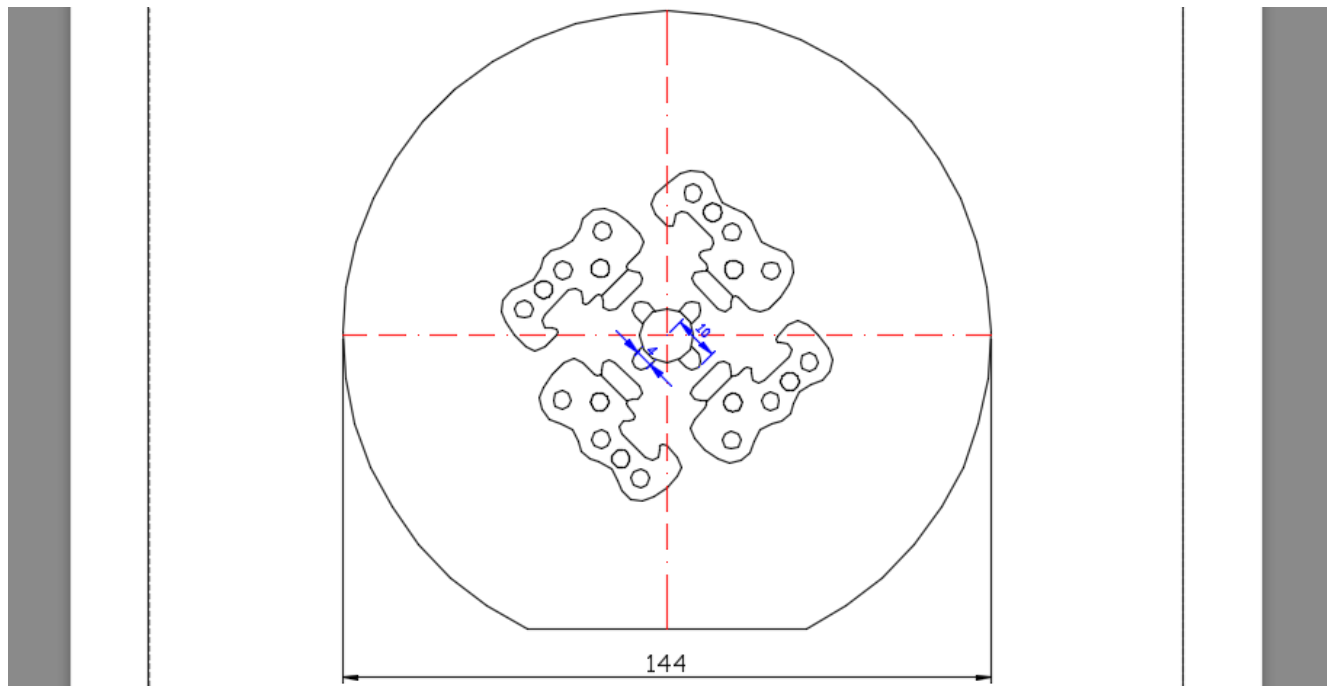
D = Diámetro de salida canal de bebedero

d = Diámetro de canal

Se remplace en la Fórmula 2-2. Canal de alimentación

$$d^2 = \frac{2D^2}{n} = \frac{2 * (6)^2}{4} = \frac{72}{4} \approx 4$$

Se obtiene que el canal de alimentación tiene un ancho de 4 mm, el cual se contemplara para los cuatro canales, en el siguiente punto se estudiara la segunda parte del tipo de inyección, entrada de media caña.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software AutoCad 2015

Figura 2- 9. Vista superior, dimensiones canal de alimentación

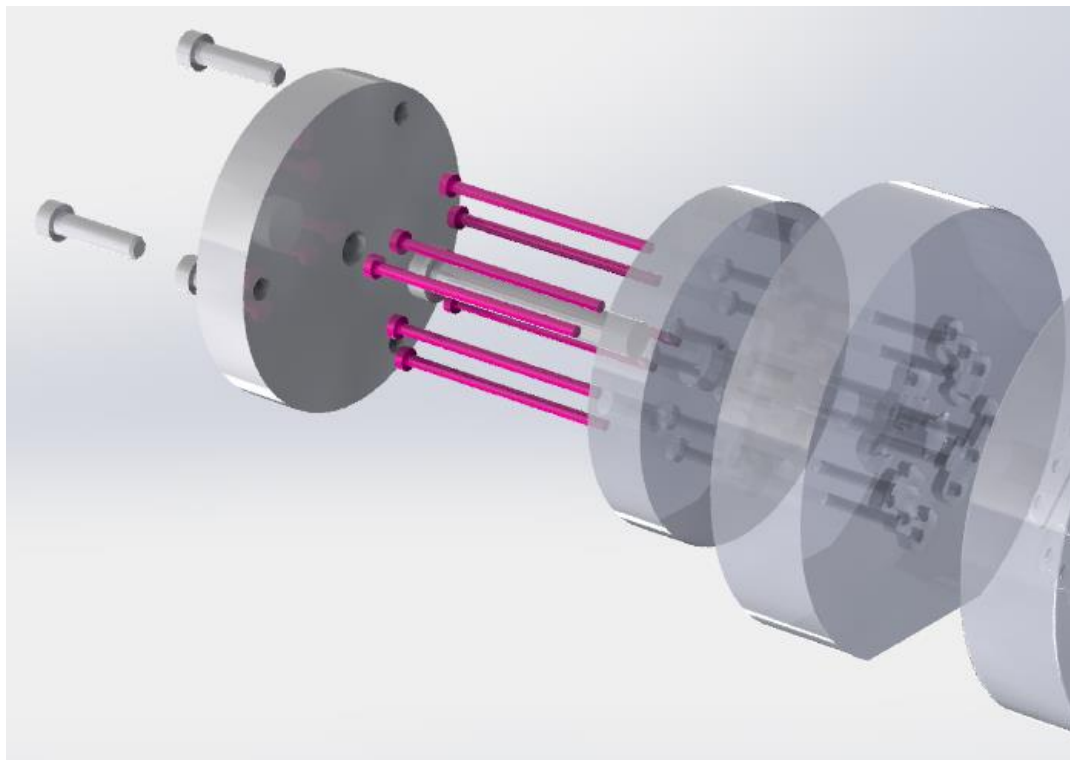
Al ser una canal sencilla de fabricar, manualmente se pueden realizar las entrada, desde el canal a la pieza, con limas matriceras.

2.2. SISTEMA DE EXPULSIÓN DE LA PIEZA

El sistema de expulsión se encarga de expulsar la pieza inyectada automáticamente, por ende es esencial en todo molde de inyección.

Este sistema abarca el trabajo con el postizo lado móvil, el cual como se mencionó anteriormente es el lado que tiene más profundidad, por ende debe tener el sistema de expulsión, para expulsar sin problemas la pieza.

En la Figura 2-10 se puede apreciar la vista explosionada del conjunto de extracción.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks2015

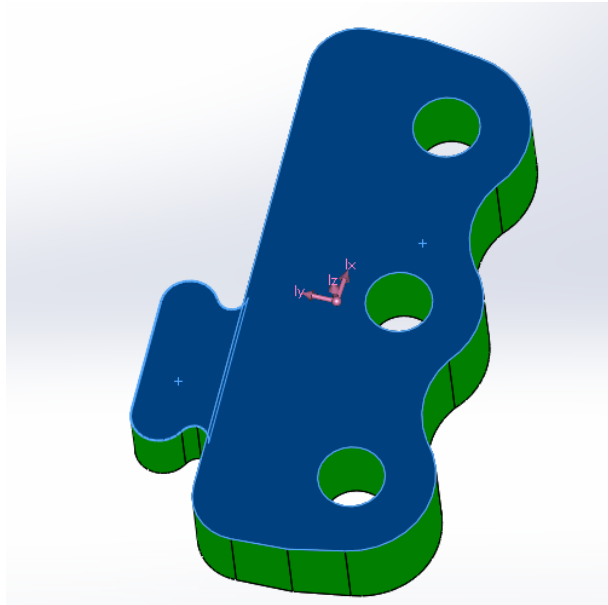
Figura 2- 10. Vista explosionada conjunto de extracción

2.2.1. Cálculo de botadores

En la Figura 2-10 se observa en color rosa los botadores a utilizar para la expulsión de las piezas, estos son de 3 mm de diámetro.

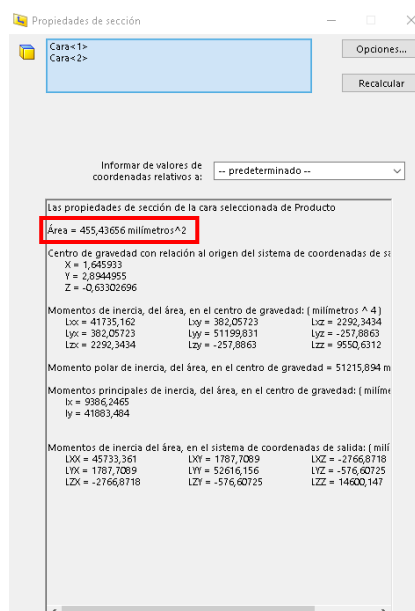
Para calcular la cantidad de botadores por pieza, es necesario proporcionar lo siguiente; el 1% del área de la superficie por el área de la pieza.

En la Figura 2-11 se observa los datos de la superficie del postizo de lado móvil, a la cual se le debe restar el área total, las tres circunferencias ya si obtener el valor de la superficie deseada.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SoliWorks

Figura 2- 11. Estudio de botadores, Área Superficie



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks

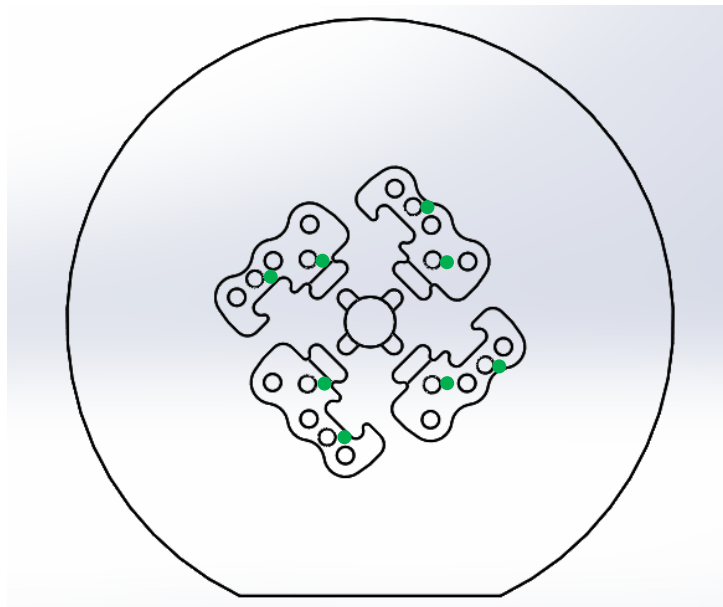
Figura 2- 12. Estudio de botadores, Ficha Propiedades de sección, Área Superficie

Dado lo anterior se obtiene lo siguiente:

- $455,4 \cdot 0,01 = 4,5 \approx 4$ botadores por pieza

En el postizo a realizar se han posicionado 2 de los 4 botadores que proporciona la formula anterior, por ende se utilizaran solo 8 botadores por cavidad, por temas de tiempo se optó por reducir la cantidad de botadores.

En la Figura 2-13 se dispone de la ubicación de los botadores en los sectores con mayor área, estos están representados con puntos de color verde.



Fuente: Elaboración propia, mediante el software SolidWorks2015

Figura 2- 13. Disposición de los botadores

2.2.2. Resistencia de los botadores a pando

Para calcular la carga critica de los expulsores a pando se puede emplear la ecuación de una viga empotrada en la base y articulada en la cima debido a la disposición de los expulsores:

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 2- 3. Pando de botadores

Donde:

E = Módulo de elasticidad del acero = $2,1 \cdot 10^6 \text{kg/cm}^2$

I = $\frac{\pi \cdot d^4}{32}$ momento de inercia del expulsor

L = Longitud del botador = 221,7 mm = 22,17 cm

d = Diámetro botador = 4 mm = 0,4 cm

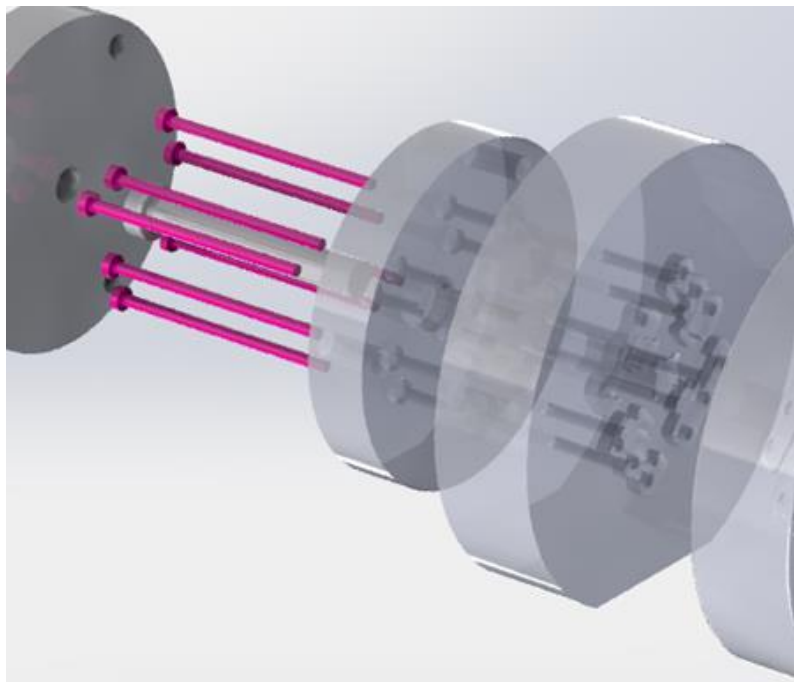
El momento de inercia es:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{3,14 \cdot 16}{32} = 1,57 \text{ mm}^4 = 0,157 \text{ cm}^4$$

La carga crítica por lo tanto será de (Fórmula 2-3):

$$P_{\text{crit}} = \frac{\pi^2 \cdot e \cdot I}{L^2} = \frac{6,28 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{kg/cm}^2 \cdot 0,157 \text{ cm}}{491,50 \text{ cm}} = 4.212,646 \text{ kg}$$

Los botadores tienen diferentes longitudes, pero para suprimir cálculos se ha optado por el expulsor más largo, en este caso las dimensiones varían en 0,5 mm.



Fuente: Elaboración propia, mediante el Software SolidWorks

Figura 2- 14. Vista explosionada del sistema de extracción

En el recorrido que realizan los botadores para la extracción de la pieza del molde, permite que estos se ven guiados y enderezados por las placas expuloras, lo que

favorece que las cargas críticas sean ligeramente superiores a las obtenidas anteriormente.

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN Y COSTOS DEL MOLDE

3. FABRICACIÓN

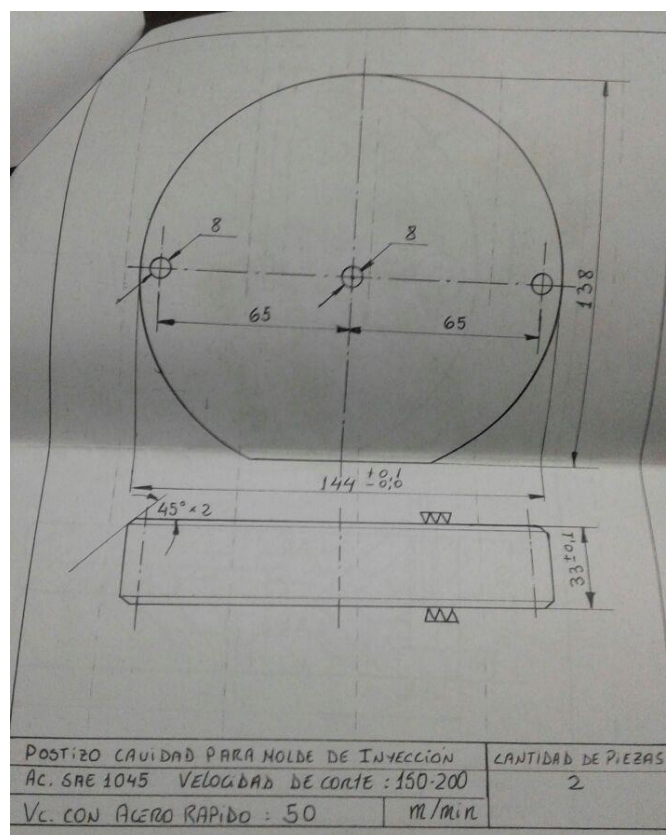
En este capítulo se dará a conocer los procesos paso a paso de cómo realizar las placas postizas, el sistema de extracción y finalmente obtener el producto.

Para lograr estos tres cosas, se realiza un proceso de mecanizado en donde se utilizan maquinas convencionales como el torno, fresa , taladro, etc...y máquinas de Control Numérico Computarizadas, conocida con su sigla CNC, la universidad facilita dos máquinas CNC, una de estas es la Mustang y TDC510.

3.1. PROCESOS DE MECANIZADO

3.1.1. Mecanizado de placas postizo cavidad

Se inicia con material en bruto, el cual se le deben hacer todas las modificaciones necesarias, para cumplir con las dimensiones apuntadas en el siguiente plano.



Fuente: Elaboración profesor, imagen plano guía

Figura 3- 1. Plano Placas postizo



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en torno

Figura 3- 2. Refrentado de placas cavidad en torno

En la Figura 3-2, se observa el mecanizado que se ejecuta a las dos placas, este procedimiento se le llama refrentado, con el cual se dejan las caras planas y con el espesor indicado el plano Figura 3-1.

Luego con broca centro se monta en el mandril del torno y se perfora para continuar con una broca de diametro 8 obteniendo así la posibilidad de centrar ambas placas y montarlas en la fresa.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en fresa

Figura 3- 3. Perforado de placas cavidad

En la Figura 3-3 se observan las placas cavidades centradas y montadas para ser perforadas, se le realizaran dos perforaciones alineadas al centro , las cuales corresponden a los pasadores que sujetaran el empale de ambas placas.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en torno

Figura 3- 4. Cilindrado de las placas cavidad en torno

En la Figura 3-3, se presentan las dos placas empalmadas, se realiza esta operación para que queden concéntricas ambas placas.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en fresa

Figura 3- 5. Mecanizado de cara plana en placas cavidad

En la Figura 3-5 se aprecia el mecanizado de una cara plana, la cual permite más adelante montaje en otra máquina y relajar dejando centrada la placa.

3.1.2. MECANIZADO CNC DE PLACAS POSTIZO CAVIDAD

3.1.2.1. Placa postizo lado fijo

Con las operaciones realizadas anteriormente ya se puede dar el siguiente paso y mecanizar las placas con el objeto a fabricar.

El procedimiento de mecanizado CNC consiste en simular con anterioridad en el software Mastercam y proceder a buscar la mejor alternativa que mecanice la pieza con un tiempo óptimo.

En la Figura 3-6 se observa la placa postizo de lado fijo, montada en la maquina CNC TDC 510, la cual está por realizar la cavidad dos de cuatro.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en CNC TDC 510

Figura 3- 6. Mecanizado de placa postizo lado fijo

En la Figura 3-7 se observa las cuatro cavidades realizadas por la maquina CNC TDC 510, tardo 8 hora, utilizando una herramienta de diámetro 3 mm para desbaste una de 2 mm para desbastar lados que no llega la de tres y para finalizar una herramienta de 1 mm que realizo las últimas terminaciones, su profundidad es de 1 mm.

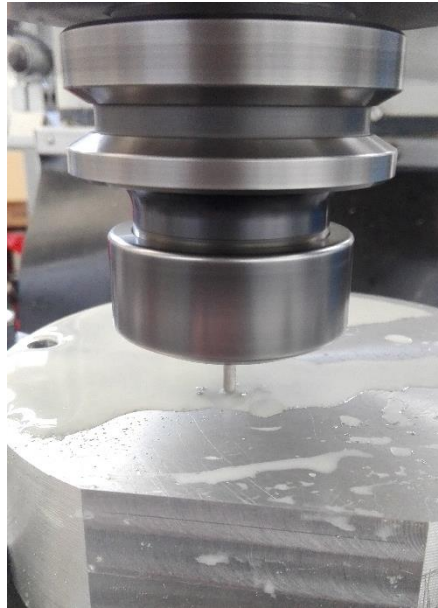


Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en CNC TDC 510

Figura 3- 7. Mecanizado de placa postizo lado fijo con 4 cavidades

3.1.2.1. Placa postizo lado móvil

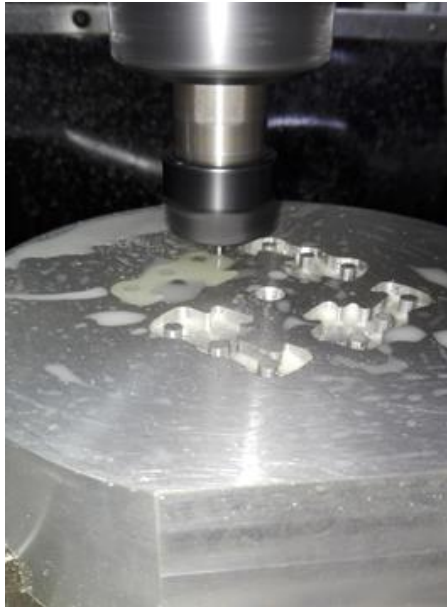
Se realiza el mecanizado en la maquina fresadora Mustang, el montaje que se realiza es el mismo con un plato de 3 garras, relojeado por la cara de la placa.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en Fresa Mustang

Figura 3- 8. Mecanizado de placa postizo lado móvil

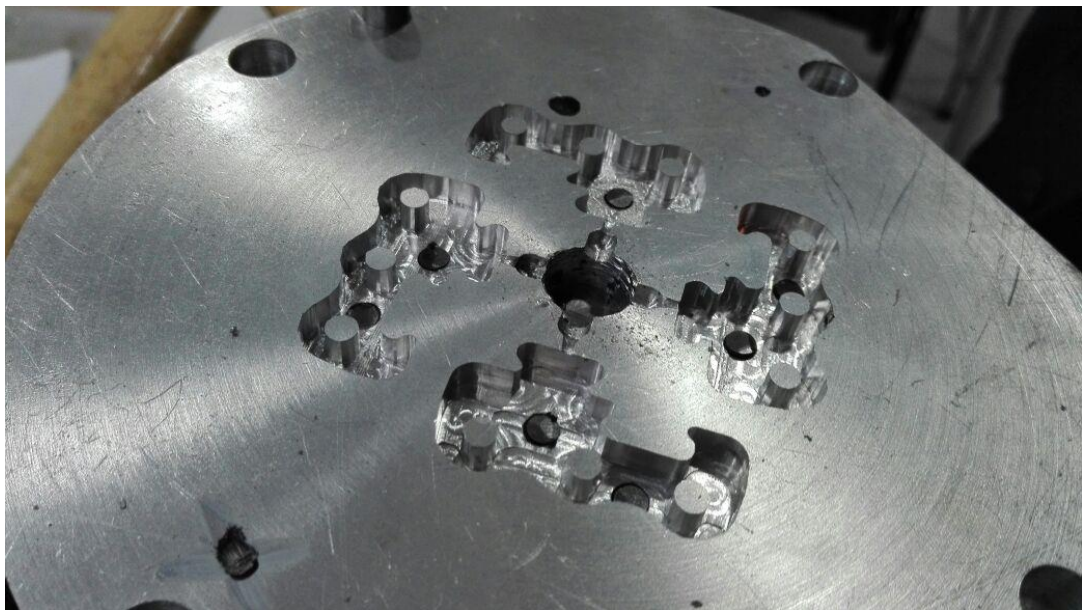
En la Figura 3-8 se observa el inicio del mecanizado de la placa postizo lado móvil.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en Fresa Mustang

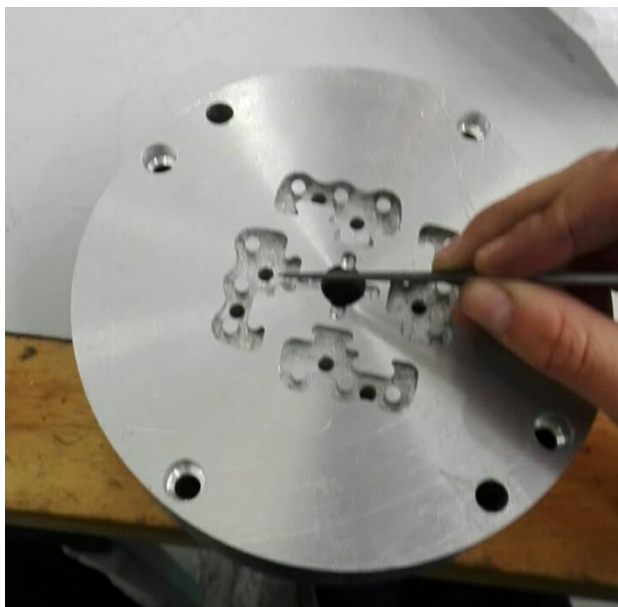
Figura 3- 9. Mecanizado de placa postizo lado móvil

En la Figura 3-9 se logra apreciar un avance del mecanizado de las cavidades, en este procedimiento la duración del mecanizado fue de 12 horas, ya que se utilizó una herramienta de mecanizado de diámetro 1.8 mm.



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en Fresa Mustang

Figura 3- 10. Mecanizado de placa postizo lado móvil



Fuente: Elaboración propia, imagen canal de llenado

Figura 3- 11. Elaboración del canal de llenado

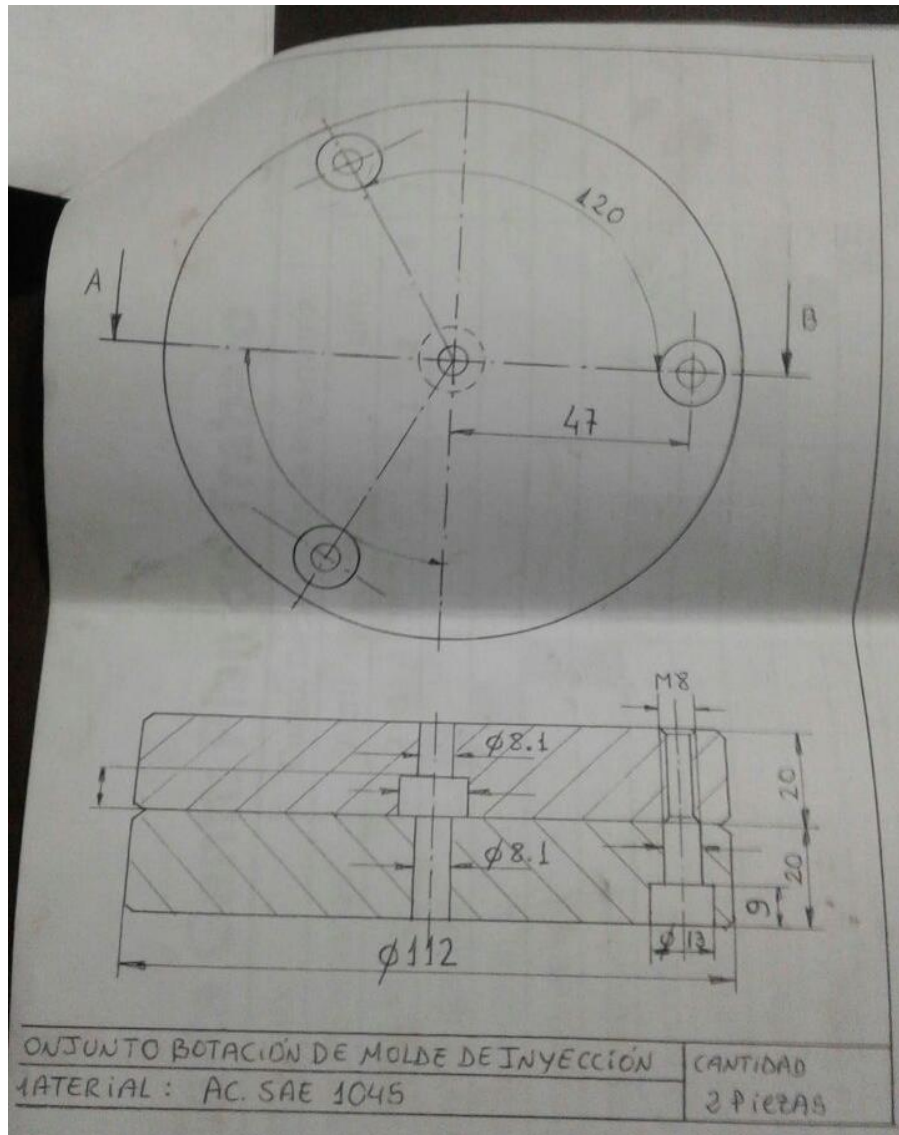
En la Figura 3-11, se aprecia la realización del punto de inyección, el cual se realiza manualmente con limas matriceras.

En la figura 3-10 se observa el mecanizado de la placa móvil terminado, la profundidad de esta cavidad es de 6 mm, aprovechando el montaje en la fresa Mustang, se realizó la perforación de los botadores con broca centro.

Luego se perforo en la fresa convencional con broca diámetro 4mm.

3.1.3. Mecanizado sistema de extracción

Se trabaja con acero 1045, el cual se le deben dar las medidas indicadas en el plano, ver Figura 3-12.



Fuente: Elaboración profesor, imagen plano guía

Figura 3- 12. Plano Placas sistema extracción



Fuente: Elaboración propia, imagen de mecanizado en torno

Figura 3- 13. Cilindrado de placa, sistema extracción

En la Figura 3-13, se observa el procedimiento de cilindrado, este proceso se le debe realizar a las dos placas y dejarlas a la medida que indica el plano, luego perforar en el centro con una broca de diámetro 8.

El siguiente paso es realizar las perforaciones de los pernos, el plano indica las medidas, el trabajo se realiza en la fresadora convencional.



Fuente: Elaboración propia, imagen del sistema de extracción

Figura 3- 14. Sistema de extracción, placas

En la Figura 3-14, se observa la placa extracción donde se ubican las cabezas de los pernos, en la Figura 3-15 se aprecia las perforaciones de los botadores que pasaran por la placa, para realizar estas perforaciones se utiliza la placa del punto 3.1.2.1.

El procedimiento consiste en traspasar las perforaciones simplemente se montan en la fresa, se centran ambas placas con la perforación central, y con una broca de diámetro 3mm, se centra en cada perforación de la placa postizo lado fijo y se perfora para dejar una guía y luego retirar la placa y perforar definitivamente con broca 4 mm.



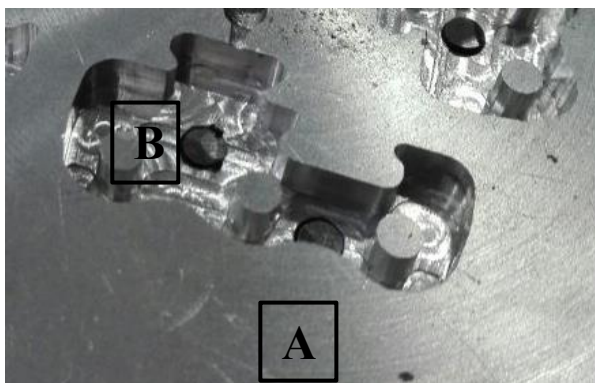
Fuente: Elaboración propia, imagen de placas con botadores

Figura 3- 15. Placa botadora con botadores puestos

3.1.3.1. Altura de los botadores

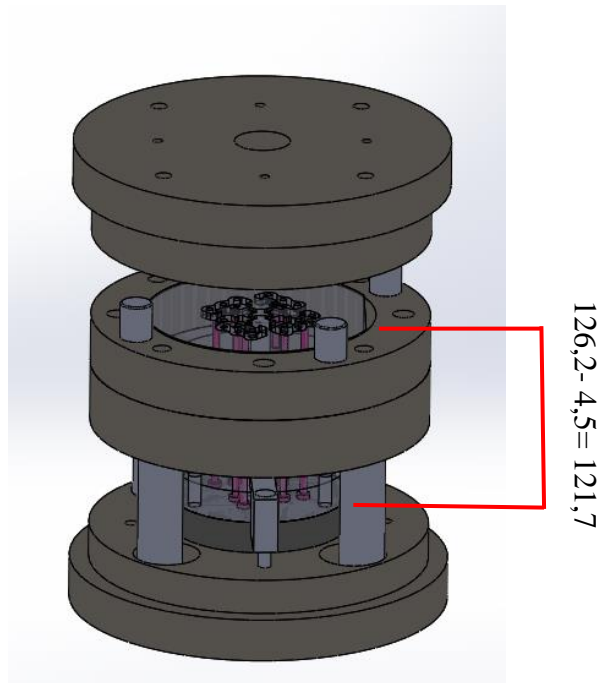
Se le asignó la altura a los botadores respecto a la medida que tiene el molde, la cual se obtuvo que son 85,7. Ver Figura 3-17.

Se realizó la siguiente operación para dar con la altura de los botadores. La placa postizo lado móvil tiene un espesor de 40mm a la cual se le resta una de las profundidades de la cavidad, obteniendo así 35,5 mm de altura, la cual se le suma 85,7 obteniendo 121,2 mm la altura del botador (A), realizando la misma operación con el Botador (B) se obtiene 121,7 mm.



Fuente: Elaboración propia, botadores

Figura 3- 16. Distinción de botadores

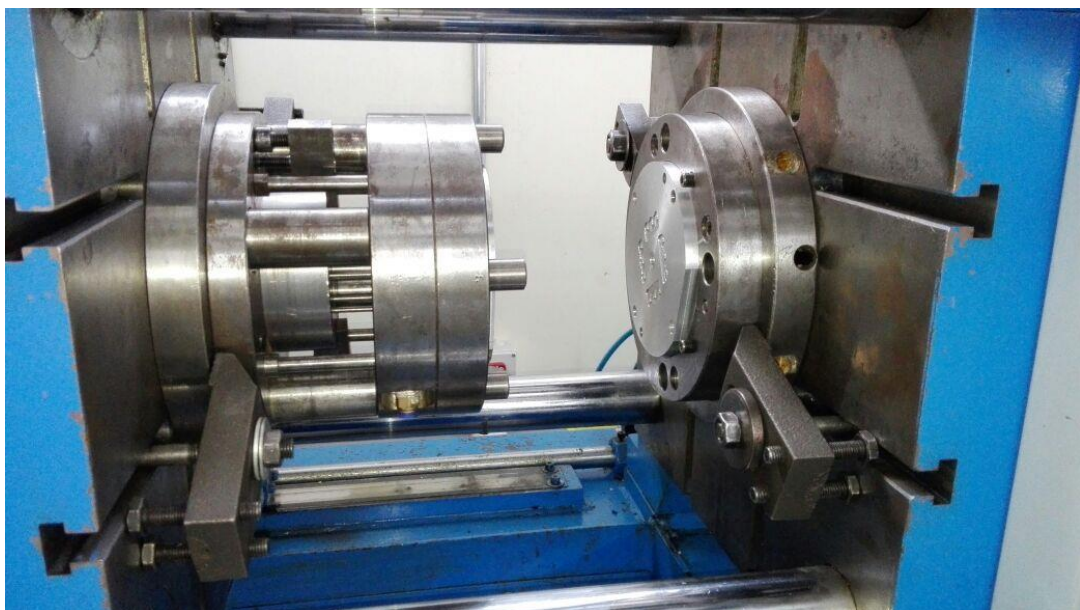


Fuente: Elaboración propia, mediante el Software SolidWorks

Figura 3- 17. Altura De botadores

3.2. MONTAJE Y PRUEBA DEL MOLDE

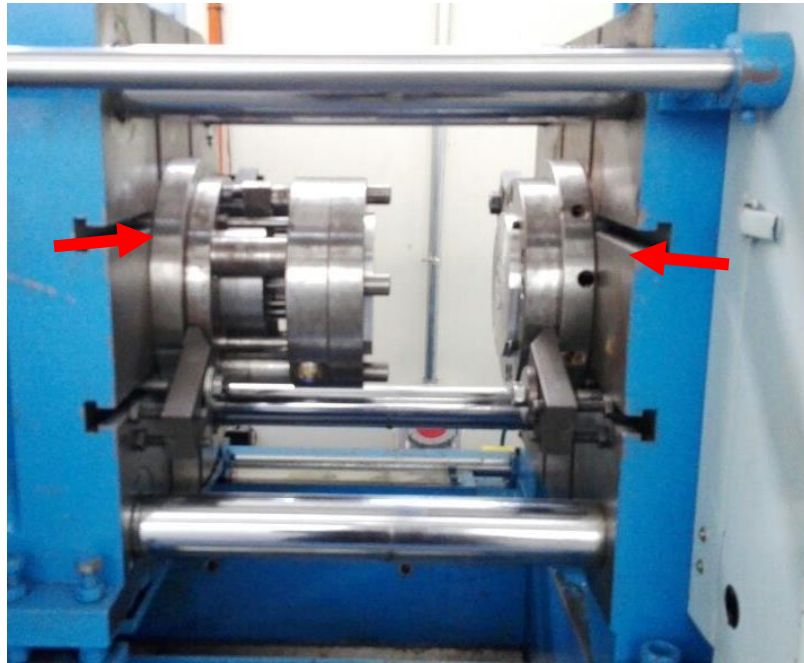
En esta punto se presentara el montaje del molde en la maquina inyectora y se mostrara los resultados obtenidos de la pieza.



Fuente: Elaboración propia, imagen de montaje del molde en la maquina inyectora

Figura 3- 18. Montaje del molde en maquina inyectora

En la Figura 3-18, se observa el montaje del molde en la maquina inyectora, se realiza el ajuste de cierre que consiste en juntar ambas caras que son más altas que el porta molde, se debe regular para obtener un cierre correcto.



Fuente: Elaboración propia, imagen de montaje del molde en la maquina inyectora

Figura 3- 19. Prueba del sistema de botación

3.3 RESULTADO DEL PRODUCTO

Con este punto se da fin al proceso de fabricación del molde, pasando al proceso de obtención del dispositivo de amarre.

En la Figura 3-20, se observa el resultado de la inyección, se puede apreciar claramente la rama por donde fluye el plástico en estado pastoso para llenar las cavidades, cabe mencionar que el sistema de inyección es de media caña por ende salen todos los productos unidos.

La mazarota es bastante grande ya que se utilizó una presente en el taller pero independientemente se puede realizar una más pequeña para perder menos material.



Fuente: Elaboración propia, imagen obtención del producto unido a la mazarota

Figura 3- 20. Primer plano, obtención de la primera inyección

En la Figura 3-21, se aprecia el dispositivo de amarre el cual ha sido inyectado exitosamente, cumpliendo con los objetivos.



Fuente: Elaboración propia, imagen obtención del producto

Figura 3- 21. Primer plano del dispositivo de amarre

En la Figura 3-22, se observa el dispositivo de amarre acoplado a la zapatilla.



Fuente: Elaboración propia, imagen utilización del producto

Figura 3- 22. Primer plano del dispositivo de amarre, en una zapatilla

3.3. COSTOS

3.4. COSTOS TOTAL DEL MOLDE

Los costos del molde, corresponden a todos aquellos gastos directos que influyen en el armado, considerando los siguientes factores:

- Costo de Diseño (CD)
- Costo de Materiales (CM)
- Costo de Materia Prima (CMP)
- Costo de Mecanizado (CME)

3.4.1. Costos del Diseño

Los costos del diseño corresponden a los tiempos utilizados en el desarrollo del proyecto, el que incluye el dispositivo de amarre y su respectivo molde de inyección. Los tiempos se distribuyen en dos áreas, en una se contempla el desarrollo del diseño del dispositivo, en el capítulo 1 se aprecian los prototipos.



Fuente: Elaboración propia, mediante Software SolidWorks

Figura 3- 23. Render del Dispositivo de amarre

La otra área es el tiempo utilizado en diseñar la porta moldes y sus partes.

Tabla 3- 1. Costos de Diseño

Ítem	Cantidad (h)	Valores (\$/h)	Total
Diseño del producto	15	10.000	150.000
Diseño postizos	6	10.000	60.000
Diseño sistema extractor	5	10.000	50.000
Diseño planos	7	10.000	70.000
Costo Ploteo A4	5	250	1.250
A2	4	250	2.200
A0	2	1.000	2.000
Total			335.450

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones comerciales

3.4.2 Costos de Materiales

Tabla 3- 2. Costos de Acero

Pieza	Material	Peso (kg)	Valor (\$/kg)	Cantidad	Valor (\$)
Placa cavidad	Duraluminio	10,6	18.000	2	36.000
Placas extractoras	SAE 1045	5,024	2.250	2	4.500
Botador Ø4	Normalizado	0,450	3.000	8	24.000
Botador Ø12	Normalizado	0,450	4.000	1	4.000
Perno hexagonal	Comercial	-----	25	3	75
Porta moldes					
Placa superior e inferior	SAE 1045	2,5	5.850	2	11.700
Placas porta cavidad	SAE 1045	2	5.850	2	11.700
Placa soporte	SAE 1045	2	5.850	1	11.700
Placa móvil	SAE 1045	2	5.850	1	11.700
Paralelas	SAE 1045				12000
Anillo centrador	Normalizado			1	15.000
Manguito de bebedero	Normalizado			1	15.000
Mano de obra y diseño de porta moldes y herramientas					
Total					157.375

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones comerciales

3.4.3. Costos de mecanizado

En este punto se dan a conocer los costos de mecanizado ya sea en máquina convencional como CNC.

Tabla 3- 3. Costos de Mecanizado

OPERACIÓN	CAND.	MECANIZADO	VALOR	TOTAL
		UNITARIO	HORA	
		(hr/unidad)	(\$/hr)	(\$)
TORNO				
Placa cavidad	2	10	5.000	50.000
Placa extractora	2	25	5.000	125.000
TORNO, TOTAL				155.000
FRESADORA				
Placa cavidad	2	3	6.500	19.500
Placa extractora	2	6	6.500	39.000
FRESADORA, TOTAL				68.250
FRESADORA CNC				
Placa cavidad	1	18	15.000	270.000
FRESADORA CNC, TOTAL				150.000
CENTRO DE MECANIZADO CNC TDC 510				
Placa cavidad	1	12	15.000	180.000
CENTRO DE MECANIZADO CNC, TOTAL				180.000
MECÁNICA DE BANCO				
Trazado	--	1	4.000	4.000
Escariado	--	1,5	4.000	6.000
Roscado	--	1,5	4.000	6.000
Pulido de postizo	--	6	4.000	24.000
Puesta a punto	--	2	4.000	8.000
MECÁNICA DE BANCO, TOTAL				48.000
TOTAL				866.772

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones comerciales

$$CTM = (CD + CM + CMP + CME) \rightarrow [\$335.450 + 157.375 + 34.950 + 866.772]$$

El costo total del molde corresponde a \$1.394.547.-

3.5. COSTOS DE PRODUCCIÓN (CP)

Corresponde al valor mínimo que tiene la pieza, sumando los siguientes costos:

- Costo Unitario de la pieza (CU)
- Costo de Materia Prima (CMP)
- Costos de inyección (CI)

3.5.1. Costo Unitario de la pieza (CU)

Corresponde a la recuperación de los gastos que se determinaron en la fabricación del molde, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Costo total del molde}}{\text{Piezas a producir}} = \text{CU}$$

Fuente: Nassir Sapag "Evaluación de proyectos"

Fórmula 3- 1. Valor unitario de la pieza

Valores obtuvieron en las tablas anteriores:

- Costos total del molde (CTM) = \$1.394.547
- Número de Piezas a producir (NP) = 10.000 unidades para 2.500 conjuntos.

Remplazando en la Fórmula 3-1.

$$\text{CU} = \frac{\$ 1.394.547}{10.000}$$

CU= \$139,45.-

3.5.2. Costo de la Materia Prima (CMP)

Para el cálculo de la materia prima, se necesita el gramaje total de la inyección con la mazarota, la cual corresponde a 10.7 gr, para obtener 4 unidades en un ciclo.

El saco de polipropileno contiene 25 kg de los cuales equivalen a 25.000g con un valor de \$32.725.

Por ende:

$$\frac{25.000\text{g}}{10.7\text{g}} = \text{Cantidad de inyección (C IK)}$$

CIK= 2.336 inyecciones / 25 kg PP

Se obtiene 2.336 inyecciones por saco de material, se sabe que el molde contiene 4 cavidades, se obtienen 9.344 piezas que corresponden a 2336 conjuntos, en un saco de PP.

Se desea obtener una producción de 10.000 piezas, para saber cuánta materia prima es necesaria, se realiza la siguiente regla de tres:

$$\frac{9.344 \text{ piezas} \cdot 25 \text{ kg}}{10.000 \text{ piezas} \cdot X \text{ kg}} = \text{Cantidad de Material por Pieza (CMP)}$$

$$\text{CMP} = 26,7 \text{ kg}$$

El kilo de PP cuesta \$1.309, se puede calcular cuánto saldrá el costo del material para producir 10.000 piezas.

$$26,7 \text{ kg} \cdot 1.309 \frac{\$}{\text{kg}} = \text{Costo total del material (CMT)}$$

$$\text{CMT} = \$34.950$$

Para obtener el valor unitario de la pieza el cual incluye la mazarota, se realiza la siguiente operación:

$$\frac{34.950 \text{ pesos}}{10.000 \text{ piezas}} = \text{Valor del Material por cada pieza (VMP)}$$

$$\text{VMP} = \$ 3,495 \text{ pieza}$$

3.5.3. Costo de inyección

Para calcular el costo de producción de la pieza, es necesario conocer el costo de la utilización de la máquina inyectora por hora, el valor es de 20.000 \$/hr.

Es importante considerar la relación de inyección por minuto, para saber cuántas piezas se obtienen por hora, para determinar la cantidad se desarrolla la siguiente fórmula:

$$\text{Ciclos por minuto} \cdot 60 \text{ min} \cdot \text{N}^\circ \text{ de cavidades} = \text{N}^\circ \text{ de piezas por hora}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 3- 2. Número de piezas por hora

Remplazando en la Fórmula 3-2.

$$2 \cdot 60 \text{ min} \cdot 4 = 480 \text{ piezas por hora}$$

Con la cantidad de piezas a producir en una hora se puede obtener la cantidad de tiempo que será necesario para producir las 10.000 piezas, con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{piezas totales}}{\text{piezas/h}} \cdot 1.1 = \text{horas total}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 3- 3. Valor hora Máquina

Remplazando en la Fórmula 3-3.

$$\frac{10.000 \text{ piezas}}{480 \text{ piezas/h}} \cdot 1.1 = 22,91 \text{ horas}$$

Para obtener el costo total del arriendo de la maquina inyectora se multiplica la cantidad de horas que son necesarias para inyectar la cantidad de piezas requeridas por el valor de arriendo por hora, resultando lo siguiente:

$$20.000 \$/h \cdot 22,91 h = \$ 458.200$$

Corresponde amortizar el costo de la maquina inyectora, dividiendo el costo de utilización dela máquina por la cantidad de piezas a producir, resultando lo siguiente:

$$\frac{\text{valor total}}{\text{piezas totales}} = \text{valor por pieza}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 3- 4. Valor por pieza

Remplazando en la Fórmula 3-4.

$$\frac{\$458.200}{10.000 \text{ piezas}} = 45,82 \$/\text{pieza}$$

CI= \$45,82.-

3.6. PRECIO DE LA PIEZA (PPR), PARA LA VENTA

El precio neto de la venta de la pieza se determina de la siguiente manera:

$$\text{PPR} = [\text{CU} + \text{CP} + \text{VMP}] \cdot \text{UT}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 3- 5. Precio venta pieza

Donde:

PPR = Precio de la pieza (\$)

CU = Costo Unitario por pieza

CP = Costo de Producción (CU+ CMP + CI) → [139,45 + 34,4957 + 45,82]=
\$220

VMP = Valor del material por cada pieza

UT = Utilidad por Pieza (+30% → 1,3)

Remplazando en la Fórmula 3-5, se obtiene:

$$PPR = [\$139,45 + \$220 + \$3,495] \cdot 1,3$$

$$PPR = \$ 472$$

Se establece que el valor de una pieza es de \$472.-, pero considerando que el producto se constituye por 4 piezas el valor queda en \$1.844.-

3.7. PUNTO DE EQUILIBRIO

Consiste en la producción de un producto que no genera ganancia ni pérdidas, o sea el beneficio es igual a cero.

En este punto se obtendrá el valor de la recuperación de lo invertido en el molde, sumando los costos de producción y materia prima, el valor a obtener será lo que se ganara por unidad vendida.

Descomponiendo la siguiente formula:

$$PE \text{ unidades} = \frac{CF}{PV_q - CV_q}$$

Fuente: MENGIS “Inyección de plásticos Mengis MOHREN”

Fórmula 3- 6. Punto de equilibrio

Donde:

CF = Costos fijos

PV_q = Precio venta unitaria

PV_q = Costos variables unitarios

Para los costos fijos se suman los resultados desarrollados en los puntos anteriores:

$$CF = (CTM + \text{total horas inyección} + CMT)$$

$$CF = \$(1.394.547 + 458.200 + 34.950) = \$ 1.887.697.-$$

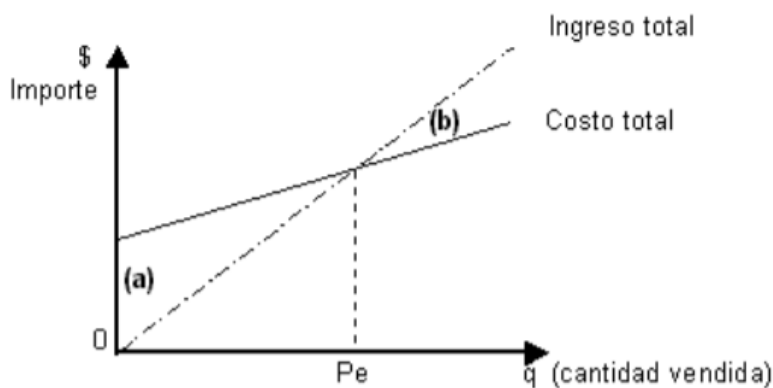
Como precio unitario de la pieza \$472 y el costo variable unitario es de \$139,45

Remplazando en la Fórmula 3-6, se obtiene

$$PE \text{ unidades} = \frac{\$ 1.887.697}{\$472 - \$ 139,45} = 5.676 \text{ piezas}$$

Dado el resultado, el punto de equilibrio es de 5.676 piezas, de este punto en adelante se empieza a obtener ganancias.

Por ende se divide estas 5.676 piezas en 4, ya que cada conjunto se compone de 4 PIEZAS, obteniendo un resultado de 1.419 conjuntos.



Fuente: Planificación y control, apuntes de costos y calidad de producto

Figura 3- 24. Gráfico Punto de equilibrio

La zona identificada como (a) representa área perdida, la zona (b) el área de ganancia.

El gráfico se compone por dos ejes uno denominado ingreso monetario (\$) y el otro de cantidades vendidas, la línea continua identificada como costo total aumenta gradualmente a mayor producción, y su área bajo la línea (a) identifica la pérdida donde la cantidad de producción es inferior al punto de equilibrio, es pérdida, si la cantidad de unidades llega al punto de equilibrio no hay ganancia ni existe pérdida, si la cantidad supera el punto de equilibrio, hay ganancia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del proyecto se data una necesidad que no es menor en el diario vivir, por ende el dispositivo de amarre se creó con la convicción de solucionar la problemática del atado de los zapatos.

Esto conlleva a realizar un análisis de diseño del producto, principalmente en la fijación de todos los ejes del dispositivo, es un objetivo relevante el cual se logró con éxito.

En cuanto la fabricación se elaboró lo necesario para generar el dispositivo amarre. Este se desarrolló con cautela, para obtener los resultados planteados en un inicio, pero aun así se cometió un error en la perforación del botador central. El cual quedo de un diámetro más amplio de lo normal, por ende se debió ajustar al molde, sin altera la producción de este.

El siguiente proceso se concretó la producción del producto mediante el proceso de inyección de plástico y su respectiva hoja de cálculos para que la primera producción de diez mil unidades de piezas se comercialicen en el mercado.

Todo esto abarca el objetivo general del proyecto siendo tres objetivos que resumen la finalidad de desarrollar el producto y que mediante la elaboración se afirma que el trabajo fue un éxito.

Dado que la obtención del producto ha sido muy bien valorada por su diseño innovador y que no existen alternativas similares, se pretende realizar un análisis para incursionar en la venta de este.

Es importante considerar en el diseño del postizo la capacidad, ya que si se logra utilizar en su totalidad se abaratan costo de producción y el conjunto de piezas sería más económico.

BIBLIOGRAFÍA

Nassir Sappag Chain – Reinaldo Sapag Chain. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta edición editorial MC Hill – Interamericana editores S.A. 2000.

ALEJANDRO MORALES GUERRA, WALDO ROBLES MATELUNA. Diseño y construcción de un molde de inyección con postizos intercambiables. Tesis. (Técnico en Matricería para plásticos y metales). Viña del Mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del Mar, 2002.

Kiyoshi Terawaki Gonzales. Molde de inyección para accesorio Hashi. Tesis. (Técnico en Matricería para plásticos y metales). Viña del Mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del Mar, 2016.

DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN DE UNA PIEZA PLÁSTICA [en línea]
disponible en:

<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/13373/3%20CALCULOS.pdf;jsessionid=55927249B05D847F3557B86127A7382B?sequence=20>

ANEXOS

ANEXO A: TABLA POLIPROPILENO (PP)

CTE WEB

INSTITUTO
DE
EDUCACIÓN
TORREJÓN
DE ARDOZ

ICCL

código técnico de la edificación

09 Plásticos / Plásticos / Polipropileno (PP) / Polipropileno (PP)

Materiales	ρ	λ	C_p	μ
Genérico	910	0.22	1800	10000

ρ : Densidad, en Kg/m³

λ : Conductividad térmica, en W/m·K

C_p : Calor específico, en J/Kg·K

μ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional

ANEXO B: PLANOS