



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Autor/es

Amalia Armas Ruiz

Director/es

JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

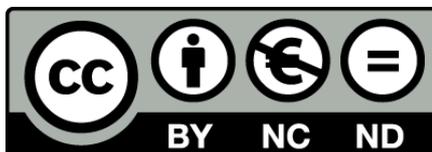
Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2021-22



Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas, de Amalia Armas Ruiz

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

22011-803G

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO:2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO: DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA
PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE
APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS
CON CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

RESUMEN

Este proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un molde para inyección de plástico destinado a la fabricación de una pieza en forma de embudo, para la adaptación de las cerraduras de aquellas personas con problemas de movilidad.

El cuerpo principal del proyecto se encuentra desarrollado en el documento "Memoria y Anexos".

En el presente documento se establecen primeramente los requisitos de diseño, tanto geométricos como estructurales, que debe cumplir la pieza diseñada para que se considerase exitosa. Se estudiará a continuación el material más favorable para ello.

Este proyecto abarca desde el proceso de diseño de las piezas a inyectar hasta la etapa de operación del mismo molde. Con las herramientas adecuadas se realizan varios estudios de llenado, y tras la obtención de y el análisis de los resultados, se procede a la optimización del diseño del molde con los nuevos requisitos.

Por último, siguiendo la normativa concerniente a este tipo de proyecto se realizan los planos de diseño final, el pliego de condiciones referente a la materialización del mismo, y un estudio económico realizado en el documento de presupuesto.

ABSTRACT

This project is focused on the design and development for plastic injection intended for the manufacture of a funnel-shaped piece, for the adaptation of the locks of those with mobility problems.

The main theme of the project is developed in the document "Report and Annexes".

This document first establishes the design requirements, both geometric and structural, that the designed piece must meet in order to be considered successful. The most favorable material for this will be studied later

This project ranges from the design process of the parts to be injected to the operation stage of the mold itself. With the appropriate tools, several filling studies are carried out, and after obtaining and analyzing the results, the mold design will be optimized with the new requirements.

Finally, following the regulations concerning this type of project, the final design plans are made, the specifications regarding to the materialization of the same, and an economic study carried out in the budget document.

INDICE GENERAL

DOCUMENTO 1 MEMORIA Y ANEXOS

DOCUMENTO 2 PLANOS

DOCUMENTO 3PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 1 MEMORIA:

- 1. OBJETO DEL PROYECTO:.....
- 2. ALCANCE:
- 3. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS:
- 4. NORMAS Y REFERENCIAS:

 - 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas:.....
 - 4.2. Programas de cálculo:
 - 4.3. Bibliografía:

 - 4.3.1. Páginas web:
 - 4.3.2. Artículos de revista:
 - 4.3.3. Libros:.....

- 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS:.....
- 6. REQUISITOS DE DISEÑO:

 - 6.1. FASE 1: Estudios previos:
 - 6.2. FASE 2: Simulación:
 - 6.3. FASE 3: Diseño y fabricación del molde:

- 7. DISEÑO DE LA PIEZA A FABRICAR:.....

 - 7.1. Moldeado en Software 3D:
 - 7.2. Pieza a inyectar:

- 8. TÉCNICAS DE CONFORMADO DE LOS PLÁSTICOS:

 - 8.1. Extrusión:
 - 8.2. Calandrado:.....
 - 8.3. Conformado al vacío:
 - 8.4. Moldeo por compresión:
 - 8.5. Moldeo por soplado:.....
 - 8.6. Moldeo rotacional:.....
 - 8.7. Termoformado:.....
 - 8.8. Moldeo por inyección:

 - 8.8.1. Proceso de moldeo por inyección:.....
 - 8.8.2. Etapas del proceso de inyección:.....
 - 8.8.3. Diagrama termodinámico del proceso de inyección:

- 9. MATERIAL A INYECTAR Y CONDICIONES DE INYECCIÓN:.....

 - 9.1. Cloruro de polivinilo:.....

 - 9.1.1. Impacto ambiental, salud y aspectos de seguridad:.....
 - 9.1.2. Aplicaciones en el mercado:
 - 9.1.3. Notas del material:.....

- 10. ANÁLISIS DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE (SOLIDWORKS PLASTICS):

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- 10.1. Marco teórico:.....
- 10.1.1. Cálculo del número teórico de cavidades:.....
- 10.1.2. Cálculo rentable del número rentable de cavidades:
- 10.2. Análisis del diseño de la pieza:.....
- 10.2.1. Draft Analysis:
- 10.2.2. Pared delgada:
- 10.2.3. Ángulo de salida:.....
- 10.3. Análisis de llenado:
- 10.4. Diseño del molde multicavidad:.....
- 10.4.1. Tipos de molde:.....
- 10.4.2. Sistema de alimentación: Definición:.....
- 10.5. Condiciones óptimas de inyección:.....
- 10.5.1. Tiempo de llenado:
- 10.5.2. Confianza de llenado:.....
- 10.5.3. Presión al final del llenado:.....
- 10.5.4. Temperatura:
- 10.5.5. Compactación:
- 10.5.6. Posibles defectos de la pieza:
- 11. SELECCIÓN DE MÁQUINA INYECTORA:.....
- 11.1. Fuerza de cierre:.....
- 11.2. Volumen de inyección:.....
- 11.3. Presión de inyección:
- 11.4. Máquina seleccionada:
- 12. MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN:.....
- 12.1. Tipos de procesos para la elaboración de moldes:.....
- 12.1.1. Mecanización con arranque de viruta:
- 12.2. Troquelado:.....
- 12.3. Electroerosión:.....
- 12.4. Galvanotecnia:
- 12.5. Proyección metálica:.....
- 12.6. Acero:.....
- 12.6.1. Clasificación del acero:.....
- 12.6.2. Propiedades del acero:
- 12.7. Elección final:
- 13. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MOLDE:.....
- 13.1. Descripción de los componentes del molde:.....
- 13.1.1. Parte fija:.....
- 13.1.1.1. Placa base lado fijo:.....
- 13.1.1.2. Bebedero:.....

- 13.1.1.3. Centrador:
- 13.1.1.4. Tornillos:.....
- 13.1.1.5. Válvula de separación:
- 13.1.2. Parte móvil:
- 13.1.2.1. Placa base lado móvil:.....
- 13.1.2.2. Placa base intermedia:
- 13.1.2.3. Placa de cavidad hembra:
- 13.1.2.4. Pieza macho:
- 13.1.2.5. Cáncamo:.....
- 13.1.2.6. Elementos de fijación:.....
- 13.1.2.7. Sistema de refrigeración:
- 13.1.2.8. Sistema de desmoldeo:
- 13.1.2.9. Tabla de componentes:.....

ANEXO I

- 1. BEBEDERO DE INYECCIÓN:
- 2. VÁLVULA DE SEPARACIÓN:
- 3. CÁNCAMO:
- 4. TORNILLOS:

ANEXO II

- 1. PVC MATERIAL SAFETY DATA SHEET:
- 2. FICHA TÉCNICA:

DOCUMENTO 2: PLANOS:

- CONJUNTO DE TODAS LAS PIEZAS
- PIEZA HEMBRA.....
- PLACA BASE INTERMEDIA
- PIEZA MACHO
- CENTRADOR
- PLACA BASE LADO FIJO
- PLACA BASE LADO MÓVIL

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES:

- 1. DISPOSICIONES GENERALES:.....

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- 1.1 Objeto:
- 1.2 Trabajos no especificados:
- 1.3 Documentos que definen los trabajos:
- 1.4 Compatibilidad entre los documentos:.....
- 1.5 Dirección Técnica:
- 1.6 Disposiciones a tener en cuenta:
2. CONDICIONES TÉCNICAS:.....
 - 2.1 Características de los materiales:
 - 2.2 Sistema de inyección:.....
 - 2.3 Sistema de refrigeración:
 - 2.4 Sistema de expulsión:
 - 2.4.1 Montaje de la válvula de aguja expulsora de los sistemas de alimentación:
 - 2.5 Sistema de guiado:.....
 - 2.6 Cavidades del molde:
 - 2.7 Trabajos no especificados:
 - 2.8 Mantenimiento del molde:
 - 2.8.1 Requisitos de limpieza del molde y de la máquina:.....
 - 2.8.2 Requisitos de lubricación del molde:
 - 2.8.3 Mantenimiento del sistema de inyección:.....
 - 2.8.4 Mantenimiento del sistema de refrigeración:
 - 2.8.5 Mantenimiento del sistema de expulsión:.....
 - 2.8.6 Mantenimiento de las cavidades del molde:.....
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA:.....
 - 3.1 Remisión de solicitud de ofertas:.....
 - 3.2 Representante del fabricante:
 - 3.3 Reclamaciones de la dirección técnica:
 - 3.4 Copia de los documentos:.....
 - 3.5 Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución:
 - 3.6 Condiciones generales de ejecución de los trabajos:
 - 3.7 Trabajos defectuosos:
 - 3.8 Vicios ocultos:
 - 3.9 Materiales no utilizables o defectuosos:
 - 3.10 Medios auxiliares:
 - 3.11 Recepción provisional:
 - 3.12 Plazo de garantía:.....
 - 3.13 Recepción definitiva:.....
 - 3.14 Liquidación final:
 - 3.15 Liquidación en caso de rescisión:.....
 - 3.16 Facultades de la dirección técnica del proyecto:

- 4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA:
- 4.1 Base fundamental:
- 4.2 Precios y revisiones:
- 4.3 Reclamaciones y aumento de precios:
- 4.4 Elementos comprendidos en el presupuesto:
- 4.5 Valoración de los trabajos:.....
- 4.6 Equivocaciones en el presupuesto:.....
- 4.7 Valoraciones de trabajos incompletos:.....
- 4.8 Abono de los trabajos:
- 4.9 Indemnización por retraso de los trabajos:
- 4.10 Indemnización por daños de causa
- 4.11 Mejoras en los trabajos:.....
- 5. CONDICIONES DE ÍNDOLE GENERAL:
- 5.1 Jurisdicción:.....
- 5.2 Accidentes de trabajo y daños a terceros:.....
- 5.3 Causas de rescisión del contrato:.....

DOCUMENTO 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO:

MEDICIONES:

- 1. OBJETO:
- 2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:
- 3. MEDICIONES:.....
- 3.1. DISEÑO EN 3D DE LA PIEZA
- 3.2. ESTUDIO DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE.....
- 3.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE
- 3.4. MOLDEADO (MÁQUINA INYECTORA)
- 3.5. POSTNOLDEADO
- 3.6. CONTROLES DE CALIDAD.....
- 3.7. COSTES GENERALES

PRESUPUESTO

- 1. OBJETO:
- 2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:
- 3. PRESUPUESTO FABRICACIÓN:.....
- 3.1. Lista de materiales:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- 3.2. Costes de trabajo:
- 3.2.1. Mano de obra:.....
- 3.2.2. Maquinaria para la fabricación:
- 3.3. Fase de operación:
- 3.3.1. Polímero a inyectar:.....
- 3.3.2. Coste del proceso de inyección durante la fase de funcionamiento:.....
- 3.3.3. Coste total fase de operación:
- 3.4. Coste total:.....



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

22011-803G

DOCUMENTO 1: MEMORIA

**TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA
MECÁNICA**

CURSO: 2021/2022

CONVOCATORIA: JULIO

**TÍTULO: DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN
PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE
ADAPTACIÓN DE APERTURA DE
CERRADURAS PARA PERSONAS CON
CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS**

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

Tabla de contenido

1.	OBJETO DEL PROYECTO:.....	8
2.	ALCANCE:.....	8
3.	ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS:.....	8
4.	NORMAS Y REFERENCIAS:	9
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas:.....	9
4.2.	Programas de cálculo:	9
4.3.	Bibliografía:	9
4.3.1.	Páginas web:.....	9
4.3.2.	Artículos de revista:.....	12
4.3.3.	Libros:	13
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS:	13
6.	REQUISITOS DE DISEÑO:	13
6.1.	FASE 1: Estudios previos:.....	13
6.2.	FASE 2: Simulación:	14
6.3.	FASE 3: Diseño y fabricación del molde:	14
7.	DISEÑO DE LA PIEZA A FABRICAR:.....	14
7.1.	Moldeado en Software 3D:	14
7.2.	Pieza a inyectar:	15
8.	TÉCNICAS DE CONFORMADO DE LOS PLÁSTICOS:	17
8.1.	Extrusión:.....	17
8.2.	Calandrado:	18
8.3.	Conformado al vacío:	19
8.4.	Moldeo por compresión:.....	19
8.5.	Moldeo por soplado:.....	20
8.6.	Moldeo rotacional:.....	21
8.7.	Termoformado:	22
8.8.	Moldeo por inyección:	23
8.8.1.	Proceso de moldeo por inyección:.....	24
8.8.2.	Etapas del proceso de inyección:	25
8.8.3.	Diagrama termodinámico del proceso de inyección:	26
9.	MATERIAL A INYECTAR Y CONDICIONES DE INYECCIÓN:	28
9.1.	Cloruro de polivinilo:.....	28
9.1.1.	Impacto ambiental, salud y aspectos de seguridad:	29
9.1.2.	Aplicaciones en el mercado:.....	30
9.1.3.	Notas del material:.....	30

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

10.	ANÁLISIS DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE (SOLIDWORKS PLASTICS):.....	32
10.1.	Marco teórico:.....	32
10.1.1.	Cálculo del número teórico de cavidades:	32
10.1.2.	Cálculo rentable del número rentable de cavidades:	33
10.2.	Análisis del diseño de la pieza:.....	34
10.2.1.	Draft Analysis:	34
10.2.2.	Pared delgada:.....	35
10.2.3.	Ángulo de salida:	37
10.3.	Análisis de llenado:.....	39
10.4.	Diseño del molde multicavidad:.....	45
10.4.1.	Tipos de molde:.....	45
10.4.2.	Sistema de alimentación: Definición:.....	48
10.5.	Condiciones óptimas de inyección:.....	49
10.5.1.	Tiempo de llenado:.....	49
10.5.2.	Confianza de llenado:.....	50
10.5.3.	Presión al final del llenado:	51
10.5.4.	Temperatura:.....	52
10.5.5.	Compactación:.....	54
10.5.6.	Posibles defectos de la pieza:.....	56
11.	SELECCIÓN DE MÁQUINA INYECTORA:	60
11.1.	Fuerza de cierre:.....	61
11.2.	Volumen de inyección:	61
11.3.	Presión de inyección:	61
11.4.	Máquina seleccionada:.....	62
12.	MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN:	63
12.1.	Tipos de procesos para la elaboración de moldes:	63
12.1.1.	Mecanización con arranque de viruta:.....	63
12.2.	Troquelado:	63
12.3.	Electroerosión:	64
12.4.	Galvanotecnia:.....	64
12.5.	Proyección metálica:	64
12.6.	Acero:	65
12.6.1.	Clasificación del acero:.....	65
12.6.2.	Propiedades del acero:.....	65
12.7.	Elección final:	66
13.	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MOLDE:	67

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

13.1.	Descripción de los componentes del molde:	67
13.1.1.	Parte fija:	68
13.1.1.1.	Placa base lado fijo:.....	68
13.1.1.2.	Bebedero:.....	69
13.1.1.3.	Centrador:	70
13.1.1.4.	Tornillos:.....	71
13.1.1.5.	Válvula de separación:	71
13.1.2.	Parte móvil:	72
13.1.2.1.	Placa base lado móvil:	72
13.1.2.2.	Placa base intermedia:	72
13.1.2.3.	Placa de cavidad hembra:	73
13.1.2.4.	Pieza macho:	74
13.1.2.5.	Cáncamo:.....	75
13.1.2.6.	Elementos de fijación:.....	75
13.1.2.7.	Sistema de refrigeración:	75
13.1.2.8.	Sistema de desmoldeo:	76
13.1.2.9.	Tabla de componentes:.....	77

ÍNDICE DE GRÁFICAS:

Gráfica 1 diagrama PVT polímeros. Fuente: diseño de un molde de inyección de una pieza plástica [16]	26
Gráfica 2 Diagrama Volumen específico vs. Temperatura. Fuente: SolidWorks Plastics.....	28
Gráfica 3 Gráfica de las aplicaciones del PVC en el mercado. Fuente: Lenntech [18]	30
Gráfica 4 Progresión lineal del costo. Fuente: Scielo [19].....	33
Gráfica 5 Progresión lineal del costo con un molde de varios canales de alimentación. Fuente: Scielo [19].....	34
Gráfica 6 espesores con sus colores correspondientes. SolidWorks	36
Gráfica 7 el color correspondiente a cada cara en el análisis de ángulo de salida	38
Gráfica 8 Viscosidad de polímero. Fuente: SolidWorks Plastics.	39
Gráfica 9 Presión máxima de entrada. Análisis de llenado. SolidWorks.....	41
Gráfica 10 Curva PVT. Fuente: Moldblade [32].....	60

ÍNDICE DE ECUACIONES:

Ecuación 1 Fuerza de cierre de la máquina con la fuerza expansiva que se produce en el interior del molde. Fuente: Scielo [19]	32
Ecuación 2 Volumen máximo de inyección de la máquina y el volumen de la parte o pieza a inyectar. Fuente: Scielo [19].....	33
Ecuación 3 Fuente: scielo. [19].....	33
Ecuación 4 Fuente: Scielo [19]	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1 Pieza a inyectar diseñada en SolidWorks	16
Ilustración 2 Máquina de extrusión. Fuente: blogspot [1].....	17
Ilustración 3 Rodillos de calandrado. Fuente: blogspot [2]	18
Ilustración 4 esquema básico de una línea de calandrado. Fuente: blogspot [2].....	18
Ilustración 5 impermeable. Fuente: blogspot [2].....	19
Ilustración 6 técnica de conformado con ejemplos de productos y símbolo técnico. Fuente: wordpress [4]	19
Ilustración 7 esquema de funcionamiento del moldeo por compresión. Fuente: blogspot [5] .	20
Ilustración 8 Esquema del proceso de compresión. Fuente: blogspot [5].....	20
Ilustración 9 Proceso moldeo por soplado. Fuente: todoenpolímeros.com [6]	21
Ilustración 10 ejemplo piezas por soplado. Fuente: wikipedia [7].....	21
Ilustración 11 Proceso de rotomoldeo. Fuente: blogspot [8]	22
Ilustración 12 Fosa séptica hecha por rotomoldeo. Fuente: bolgspot [8]	22
Ilustración 13 Proceso de termoformado. Fuente: termoformadodeplasticos.com [9]	22
Ilustración 14 Termoformado a presión. Fuente: wordpress [10].....	23
Ilustración 15 Termoformado mecánico. Fuente: diseño y construcción de una máquina termoformadora [11]	23
Ilustración 16 Esquema básico del proceso de inyección de plásticos. Fuente: protolabs [12] .	24
Ilustración 17 Etapas del proceso de inyección de plásticos. Fuente: pt-mexico [15]	25
Ilustración 18 1º vista de la pieza con el "Draft Analysis". SolidWorks.....	35

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Ilustración 19 2ª vista de la pieza con el "Draft Analysis". SolidWorks.....	35
Ilustración 20 vista de la pieza con el análisis de pared delgada. SolidWorks.....	36
Ilustración 21 vista 1 de la pieza en el análisis de ángulo salida.....	38
Ilustración 22 vista 2 de la pieza en el análisis de ángulo de salida.....	38
Ilustración 23 Mallado de la pieza en SolidWorks	40
Ilustración 24 Tiempo de llenado de la pieza. Análisis de llenado. SolidWork.....	40
Ilustración 25 Presión final de llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.....	41
Ilustración 26 Temperatura al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.....	42
Ilustración 27 Aumento de la temperatura al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.....	42
Ilustración 28 Tiempo de Refrigeración. Análisis de llenado. SolidWorks.....	43
Ilustración 29 Tensiones de cizalla al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.....	43
Ilustración 30 Tasa de cizalla al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.....	44
Ilustración 31 Rechupes. Análisis de llenado. Solid Works.....	44
Ilustración 32 Facilidad de llenado. Anaálisis de llenado. SolidWorks.....	45
Ilustración 33 Molde de tres placas. Fuente: Autodesk [23]	46
Ilustración 34 inyectora vertical con mesa giratoria de 1.300 mm de diámetro. Fuente: izaro.com.....	47
Ilustración 35 Molde Stack. Fuente: moldhotrunnersolutions.com	47
Ilustración 36 molde de tres placas. Fuente: hsmolds [29]	48
Ilustración 37 Partes del sistema de alimentación de un molde de inyección. Fuente: Propia .	49
Ilustración 38 Tiempo de llenado. Fuente: SolidWorks.....	50
Ilustración 39 Confianza de llenado. Fuente: SolidWorks.....	50
Ilustración 40 Presión al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	51
Ilustración 41 Temperatura central al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	52
Ilustración 42 Temperatura media al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	53
Ilustración 43 Temperatura central del frente de flujo. Fuente: SolidWorks.....	53
Ilustración 44 Aumento de temperatura al final del llenado. Fuente: SolidWorks	54
Ilustración 45 Tiempo de refrigeración. Fuente: SolidWorks.....	54
Ilustración 46 Contracción del volumen al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	55
Ilustración 47 Fracción solidificada al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	55
Ilustración 48 Tiempo de refrigeración. Fuente: SolidWorks.....	56
Ilustración 49 Tasa de cizalla al final del llenado. Fuente: SolidWorks.....	57
Ilustración 50 Rechupes. Fuente: SolidWorks.....	58
Ilustración 51 correcto posicionado de los puntos de inyección para evitar un llenado incompleto. Fuente: moldblade [32]	58
Ilustración 52 atrapamientos de aire (esferas moradas). Fuente: SolidWorks.....	59
Ilustración 53 Inyectora seleccionada. Fuente: Engel global.....	62
Ilustración 54 partes de un molde de tres placas. Fuente: ikastaroak [42]	67
Ilustración 55 Molde diseñado.....	68
Ilustración 56 Placa base lado fijo 1	69
Ilustración 57 Placa base lado fijo 2	69
Ilustración 58 Casquillo de inyección, sin radio de puntera. Fuente: hasco.com	70
Ilustración 59 bebedero visto en Solidworks.....	70
Ilustración 60 Centrador.....	70
Ilustración 61 tornillo Allen DIN-6912.....	71
Ilustración 62 válvula de separación.....	72
Ilustración 63 Placa base lado móvil.....	72

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Ilustración 64 Placa base intermedia	73
Ilustración 65 cubo pieza cavidad (hembra)	74
Ilustración 66 pieza macho	74
Ilustración 68 detalle de la placa base intermedia.	76
Ilustración 69 perfil sin revolucionar del macho.....	76
Ilustración 70 ángulo de desmoldeo en la pieza hembra.	77

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 Aditivos del PVC con sus propiedades. Fuente: Lenntech [18]	29
Tabla 2 Propiedades técnicas del PVC. Fuente: Lenntech [18]	30
Tabla 3 intervalos de espesores del análisis de pared delgada. SolidWorks.	37
Tabla 4 Información de la pieza proporcionada en el análisis de pared delgada. SolidWorks... 37	
Tabla 5 Parámetros de inyección. Fuente: SolidWorks Plastics.....	61
Tabla 6 Detalles técnicos de la máquina inyectora. Fuente: Engel global.	62
Tabla 7 Comparación de propiedades mecánicas de diferentes tipos de aceros. Fuente: How to Make Injection Molds [39].	66
Tabla 8 Tornillos a utilizar	71
Tabla 9 Lista de componentes.....	77

1. OBJETO DEL PROYECTO:

El objeto del siguiente trabajo es el diseño de un molde de inyección para la posterior fabricación de una pieza que servirá para la mejora de la calidad de vida de personas con dificultades motrices.

Se estudiarán las distintas fases de llenado, y los procesos necesarios hasta la realización final del molde. Se tendrá en cuenta varios factores, desde el modelado 3D de la pieza, hasta la selección de componentes finales del molde diseñado, así como todos los planos realizados y las opciones de cantidad de moldes seleccionados.

Una vez se tenga el modelo diseñado, se realizará con las herramientas propias de "SolidWorks" un análisis estructural de la geometría de la pieza a partir del archivo generado. Una vez se tenga el mejor diseño para nuestra pieza, procederemos a la simulación de inyección del material elegido mediante las herramientas internas de "SolidWorks" que es "SolidWorks Plastics", esta herramienta dará mucha información y facilitará el diseño del molde.

Una vez terminada esta fase, se determinará qué tipo de molde es el adecuado para fabricar la pieza, y se llevará a cabo su diseño, seleccionando los diferentes componentes que lo conforman, así como los procesos necesarios para su fabricación.

El proyecto deberá ceñirse a las exigencias del cliente, y ajustarse a los plazos establecidos de supervisión y entrega.

2. ALCANCE:

El presente proyecto abarca desde el diseño del producto, con un estudio previo de la ergonomía. Hasta la fabricación del molde para inyección en plástico. El objetivo principal de este proyecto se centrará en el diseño del molde.

El proyecto se dará como finalizado una vez obtenido la fabricación correcta de las pertinentes piezas, que, con la aceptación del consumidor final, se empezará la fabricación en masa de las piezas para posteriormente iniciar su distribución. Si ocurriera el caso de no cumplir los objetivos establecidos, se deberá modificar el diseño tanto de la pieza como del molde cuantas veces sea necesario, dentro de los límites temporales le dos que se dispone.

3. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS:

Se recibe el encargo de un diseño de un molde de inyección de plástico para una pieza específica que facilitará la apertura de cerraduras con llaves a personas con dificultades motrices cómo puede ser el "Parkinson".

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

El presente documento representa y ejecuta el proyecto, del que no existe ningún antecedente ni estudio previo.

4. NORMAS Y REFERENCIAS:

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas:

- UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que construyen un proyecto técnico.
- UNE-EN 22768 1:1993. Tolerancias para cotas dimensionales lineales y angulares sin indicación individual de tolerancia.
- ISO 11469:2016. Especificación de un sistema de marcado uniforme de los productos que han sido fabricados a partir de materiales plásticos.
- DIN 17006. Normalización de aceros
- DIN16742: Piezas Plásticas Moldeadas. Tolerancias y condiciones de aceptación.

4.2. Programas de cálculo:

- SolidWorks 2021 con las herramientas internas específicas para la inyección de plástico (SolidWorks Plastics). Software CAD para modelado en 3D

4.3. Bibliografía:

A continuación, se muestran las distintas páginas web, libros etc. Que han servido como base para el desarrollo del presente proyecto:

4.3.1. Páginas web:

[1] *Acero: qué es, propiedades, tipos, usos y características*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://www.caracteristicas.co/acero/>

[3] *Introducción al moldeo en vacío | Formlabs*. (n.d.). Retrieved April 26, 2022, from <https://formlabs.com/es/blog/introduccion-moldeo-vacio/>

[4] *CONFORMADO AL VACÍO – Los plásticos, materiales pétreos y cerámicos*. (n.d.). Retrieved April 26, 2022, from <https://theniggasite.wordpress.com/2017/05/02/conformado-al-vacio/>

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- [5] *Moldeo por compresión | Tecnología de los Plásticos*. (n.d.). Retrieved April 26, 2022, from <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html>
- [6] *Procesos de Soplado*. (n.d.). Retrieved April 26, 2022, from <https://todoenpolimeros.com/procesos-de-soplado/>
- [7] *Moldeo por soplado - Wikipedia, la enciclopedia libre*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_soplado
- [8] *ROTOMOLDEO I | Tecnología de los Plásticos*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/rotomoldeo.html>
- [9] *Termoformado de plásticos*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from <https://termoformadodeplasticos.com/>
- [10] *Termoformado | Materials & Design*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from <https://materialsdesign.wordpress.com/termoformado/>
- [12] *Moldeo por inyección de plásticos, prototipado rápido*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from <https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>
- [13] *¿Qué es el moldeo por inyección? | Moldeo por inyección | Introducción al Maquinado | KEYENCE México*. (n.d.). Retrieved April 27, 2022, from <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp>
- [14] *INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS II | Tecnología de los Plásticos*. (n.d.). Retrieved April 29, 2022, from <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>
- [17] *Qué son los plásticos – Cairplas*. (n.d.). Retrieved May 1, 2022, from <https://cairplas.org.ar/plasticos/>
- [18] *Cloruro de Polivinilo (PVC)*. (n.d.). Retrieved May 3, 2022, from <https://www.lenntech.es/polyvinyl-chloride-pvc.htm>
- [20] *Molde de Inyección, ¿Qué es?, sus características y sus partes. - NPI Molding Solutions*. (n.d.). Retrieved May 19, 2022, from <https://npimoldingsolutions.com/molde-de-inyeccion-que-es-sus-caracteristicas-y-sus-partes>
- [21] *Moldes de una sola cavidad | Moldflow Adviser 2019 | Autodesk Knowledge Network*. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-38A43F89-5F14-4B01-BD93-20D13F428E25-htm.html>
- [22] *Molde con varias cavidades | Moldflow Adviser 2019 | Autodesk Knowledge Network*. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-D1074FD8-3FE4-40AD-8857-9A8ACE67896B-htm.html>

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- [23] *Molde de tres placas | Moldflow Adviser 2019 | Autodesk Knowledge Network.* (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-E402E280-A20E-4D1D-A8D6-C54F2D430EF2-htm.html>
- [24] *Moldeo por inyección de doble disparo | Fabricante de moldeo por inyección de plástico | PRONTO.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://www.foreshot.com.tw/es/product/double-shot-injection-molding.html>
- [25] *Sobremolde y moldeo por inserción: desde la creación de prototipos hasta la producción.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://formlabs.com/es/blog/sobremolde-moldeo-insercion/>
- [26] *Sistemas de canal caliente como ayuda de proceso productivo.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://www.plastico.com/temas/Colada-caliente,-que-puede-hacer-por-su-proceso-productivo>
- [27] *Colada Fría – Colada Caliente.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://todoenpolimeros.com/2017/03/15/colada-fria-colada-caliente/>
- [28] *Moldes Sándwich o Stack Molds.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://www.moldhotrunnersolutions.com/es/stack.html>
- [29] *¿Qué Son Los Moldes De Tres Placas? - HS Molds.* (n.d.). Retrieved June 9, 2022, from <https://www.hsmolds.com/es/que-son-los-moldes-de-tres-placas/>
- [30] *Líneas de soldadura y líneas de flujo, solución de problemas | Moldflow Adviser | Autodesk Knowledge Network.* (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/ESP/MoldflowAdvisor/files/GUID-099634AE-DB7A-41BA-B70C-5A23FB013B06-htm.html>
- [31] *Rechupes y vacíos, solución de problemas | Moldflow Adviser | Autodesk Knowledge Network.* (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/ESP/MoldflowAdvisor/files/GUID-18F57182-6059-4403-9075-398B08B7AD2A-htm.html>
- [32] *Inyección de plástico: Principales defectos en las Piezas Inyectadas - Moldblade.* (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://moldblade.com/inyeccion-de-plastico-principales-defectos-en-las-piezas-inyectadas/>
- [33] *Seleccionar inyectora para aumentar la productividad primera parte.* (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://www.plastico.com/temas/Como-seleccionar-una-maquina-inyectora-para-incrementar-la-productividad-primera-parte+3033773>
- [34] *Fuerza de cierre: vital en su proceso de moldeo por inyección y cómo calcularla.* (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://www.plastico.com/temas/Fuerza-de-cierre,-Por-que-es-vital-para-su-proceso-de-moldeo-por-inyeccion-y-como-calcularlo+134399>

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- [35] *Presión de inyección (III) - Plástico*. (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from [https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220558-Presion-de-inyeccion-\(III\).html](https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220558-Presion-de-inyeccion-(III).html)
- [36] *Máquina compacta de moldeo por inyección e-mac - ENGEL Global*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://www.engelglobal.com/es/mx/productos/maquinas-de-moldeo-por-inyeccion/maquina-de-moldeo-por-inyeccion-compacta-e-mac.html>
- [37] *Materiales para la construcción de moldes para inyección de plásticos by Jesus Barron*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://prezi.com/exogboh7incp/materiales-para-la-construccion-de-moldes-para-inyeccion-de-plasticos/>
- [38] *Acero: qué es, propiedades, tipos, usos y características*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://www.caracteristicas.co/acero/>
- [40] *Uddeholm Polmax - Buena resistencia a la corrosión*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://www.uddeholm.com/iberica/es/products/uddeholm-polmax/>
- [41] *Acero para herramientas 1.1730 / C45U - Trabajo en frío*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from <https://waldunsteel.com/es/products/1-1730-c45w-c45u-herramienta-acero/>
- [42] 4.1.- *Partes de los moldes y modelos. | DMPP03.- Diseño de moldes para transformación de polímeros*. (n.d.). Retrieved June 11, 2022, from https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP03/es_DFM_DMPP03_Contenidos/website_41_partes_de_los_moldes_y_modelos.html
- [43] Marcas, S., & De, R. (n.d.). *ABRAMS INDUSTRIES® ABRAMS® ACEROS PREMIUM ABRAMS® ALUMINIO PREMIUM ABRAMS® PREMIUM TOOLS ABRAMS® GUÍA DE ACEROS*. Retrieved June 21, 2022, from www.guia-de-aceros.es

4.3.2. Artículos de revista:

- [11] Enrique, L., Chile, M., Paredes, A. M., Correa Jácome, J., & Paredes, F. S. (n.d.). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA DE PLÁSTICO CON CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.*
- [15] <https://www.pt-mexico.com/articulos/cmo-optimizar-el-ciclo-de-inyeccion-de-plastico-aplicando-los-principios-de-enfriamiento-cientifico>
- [16] De, D., Alumna, L. A., & Alumno, D. (2013). 2. *MEMORIA*.
- [19] Prada Ospina, R., Acosta Prado, J. C., Prada Ospina, R., & Acosta Prado, J. C. (2017). EL MOLDEO EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS PARA EL LOGRO DE OBJETIVOS EMPRESARIALES. *Dimensión Empresarial*, 15(1), 226–234. <https://doi.org/10.15665/RDE.V15I1.1002>
- [43] *PSDS-Product Safety Data Sheet Rigid PVC Sheet*. (n.d.). Retrieved June 12, 2022, from www.acplasticsinc.com
- [44] *FICHA TÉCNICA*. (n.d.). Retrieved June 12, 2022, from www.emac.es.

4.3.3. Libros:

[39] Georg Menges, Walter Michaeli, Paul Mohren, How to Make Injection Molds, Editorial Hanser 2001.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS:

- PEBD: Polietileno de baja densidad.
- PEAD: Polietileno de alta densidad.
- PVC: Cloruro de polivinilo.
- EPS: Poliestireno Expandido.
- PETE o PET: Tereftalato de polietileno. Material termoplástico utilizado en plástico suave para bebidas y contenedores rígidos.
- HDPE: Polietileno de alta densidad. Plástico comúnmente utilizado para hacer jarras de agua y leche, así como bases de botellas de soda de dos litros.
- LDPE: Polietileno de baja densidad. Utilizado en envolturas de celofán, forros de pañales y botellas de plástico.
- PP: resina termoplástica ligera utilizada en empaquetadura, revestimiento, tuberías y tubos.
- PS: Poliestireno.
- Pág: Página.
- Mm: Milímetro.
- Mpa: Mega pascal
- Psi: Libras por pulgada cuadrada
- Smed: Single-Minute Exchange of Die.

6. REQUISITOS DE DISEÑO:

En el desarrollo del proyecto se pueden diferenciar claramente tres fases divididas cada una de ellas como se muestra a continuación:

6.1. FASE 1: Estudios previos:

-Medidas: el cliente previamente proporcionará las medidas de sus llaves o de su mano, que es algo que se ha tipificado previamente para que, a no ser de alguna tipología extraña o rareza,

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

esto no suponga un cambio en el diseño del producto ya que se planificará de una forma lo más genérica posible.

-Diseño CAD: Realización de un modelado 3D de la pieza, del que se obtendrán sus correspondientes planos indicando las cotas más críticas a tener en cuenta para el diseño del molde y para la fabricación de las mismas.

-Material: se estudiarán distintos factores como el económico, resistencia, acabado etc. Para seleccionar el material más indicado teniendo en cuenta todos estos aspectos.

-Planteamiento del diseño: se establecen las condiciones para el correcto llenado del molde.

6.2. FASE 2: Simulación:

-Diseño del molde: A partir de las medidas de la pieza, se escogen unas medidas aproximadas de lo que podría ser el molde.

-Diseño del sistema de alimentación.

-Estudio reológico de llenado del molde (SolidWorks PLastics)

-Simulación de montaje.

6.3. FASE 3: Diseño y fabricación del molde:

-Determinación de las condiciones de inyección adecuadas a las características de la pieza y del material a inyectar.

-Selección de materiales para los diferentes sistemas del molde.

-Componentes del molde.

7. DISEÑO DE LA PIEZA A FABRICAR:

La pieza que se quiere producir, y para la cual se va a fabricar un molde para que sea inyectada, consta de una especie de embudo que permite de forma sencilla a personas con problemas motrices como puede ser el "Parkinson" poder abrir la cerradura de una puerta genérica. Según las medidas y requisitos de diseños indicados, se tratará de conseguir el mejor producto que cumpla perfectamente con la funcionalidad indicada.

7.1. Moldeado en Software 3D:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

En la actualidad es necesaria la creación de un modelo 3D mediante la aplicación de algún software informático para cualquier tipo de proyecto. A partir de dicho modelo, se obtendrán directamente los planos necesarios para el diseño posterior del molde de inyección, así como para la realización de los estudios de llenado e inyección de plásticos.

Una de las principales ventajas aportadas por el sistema 3D es que permite la creación de modelos muy precisos, dado que los PC actuales poseen una capacidad gráfica de gran nivel, que permite la visualización y manipulación de los modelos como si fuesen reales.

De esta mejor visualización del modelo se beneficiará todo el personal de la oficina técnica, taller... En producción, por ejemplo, el modelo sólido puede utilizarse para devolver automáticamente vistas seleccionadas que reduzcan los porcentajes de error del personal de la unidad, ayudando así a las operaciones de montaje del producto.

Una ventaja adicional del 3D es la capacidad de generar vistas precisas en el plano. Esto es debido a que los softwares actuales de modelado 3D pueden producir automáticamente vistas en 2D a partir del modelo sólido correspondiente, además de la posibilidad de modificar fácilmente los proyectos existentes.

Otro elemento de ahorro significativo viene representado por la bidireccionalidad entre el modelo y el diseño, lo que significa que al variar el modelo 3D la vista 2D se modifica automáticamente. Este aspecto es especialmente importante cuando los cambios son frecuentes, y en donde se hacen múltiples vistas 2D asociadas al modelo adjunto.

Dado que el modelo sólido contiene muchos más datos de ingeniería que una representación 2D, otra ventaja de la tecnología 3D es la integración de las aplicaciones que siguen un flujo como, por ejemplo, el del análisis estructural, el CAM, etc.

Como herramienta para la generación del modelo 3D en este proyecto, así como la generación de los planos y todo lo relacionado con operaciones de diseño, se ha empleado el programa de diseño SolidWorks, exactamente la versión 2021.

A continuación, se incluye el modelo creado con el software informático descrito anteriormente, y que se utilizará también para los posteriores procesos de análisis de la inyección de plásticos, así como para la generación del molde en 3D, con sus planos.

7.2. Pieza a inyectar:

La pieza no requiere de altas propiedades mecánicas, ya que no será sometida a grandes esfuerzos, aunque el roce con las llaves será grande, no se ejerce una fuerza preocupante al abrir las puertas.

La principal función de este embudo es actuar como una entrada enfocada en la cerradura de una puerta.

Por otra parte, como ya se ha comentado si hubiera personas con necesidades especiales se podría cambiar el diseño si afectar esto al correcto funcionamiento del embudo.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Se incluye a continuación, la imagen de la pieza para la cual se va a diseñar un molde, aproximadamente las dimensiones son 128.24 mm de diámetro de entrada y 15.75 mm de salida con una altura de aproximadamente de 99.75 mm.

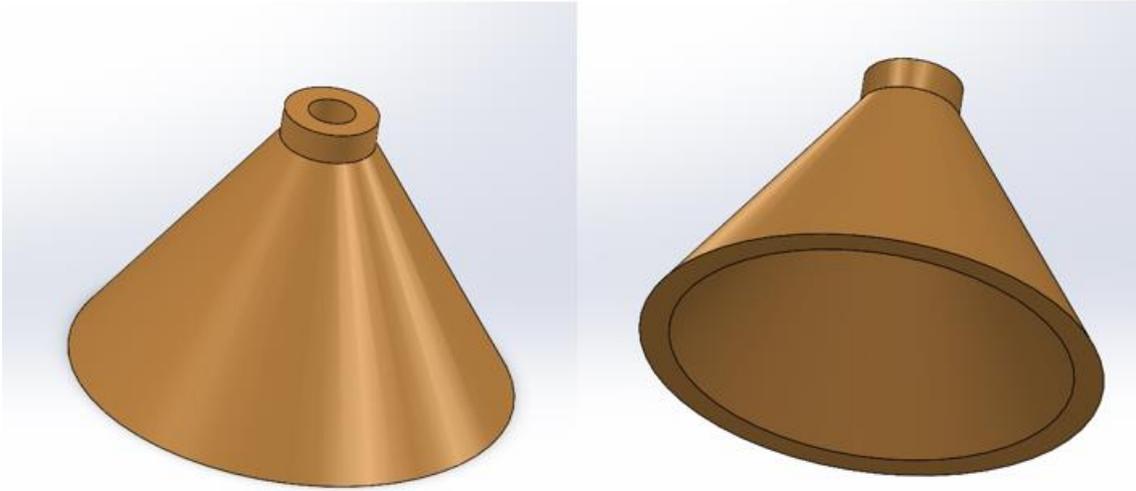


Ilustración 1 Pieza a inyectar diseñada en SolidWorks

8. TÉCNICAS DE CONFORMADO DE LOS PLÁSTICOS:

A continuación, se explicarán las diferentes técnicas de fabricación de los plásticos, para ello, es preciso primero exponer algunas de las características de los plásticos para entender posteriormente cómo funcionan los diferentes procesos de fabricación.

Una de las principales características del plástico, que hace que su uso este tan extendido, es el bajo coste de los productos, por lo que se debería de hacer lo más rentable el nivel de producción, intentando así, tener un gran volumen de nivel de producción.

A parte del bajo coste, la facilidad de moldeado de los plásticos a alta temperatura es una de las propiedades físicas más atractivas de cara a la industria. Como se va a exponer a continuación, en una sola etapa es muy probable que se tenga ya la forma deseada.

8.1. Extrusión:

Para entender mejor qué es la extrusión debemos saber el origen de la palabra. Proviene del latín “extrudere” [1] que básicamente viene a significar el forzamiento de un material a través de un orificio. Bajo presión se hace pasar un material termoplástico a través de un orificio con la forma deseada, de manera tal, que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio. En termoplásticos no es tan simple ya que el polímero se funde dentro de un cilindro como se verá en la siguiente imagen, y posteriormente se solidifica. Principalmente este proceso es usado para la fabricación de tubos, perfiles, hojas plásticas...

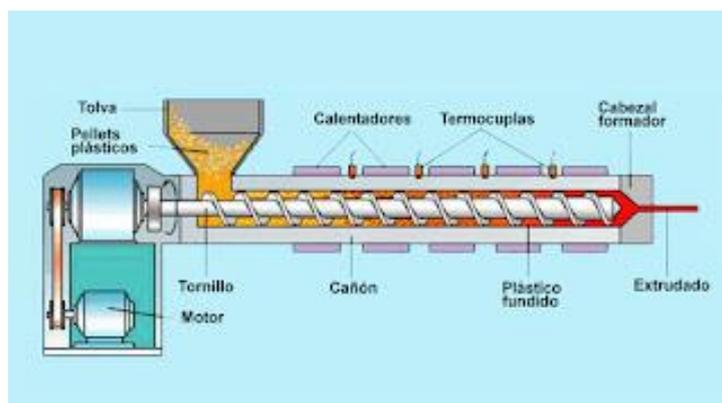


Ilustración 2 Máquina de extrusión. Fuente: blogspot [1]

- Ventajas y restricciones:

Presenta alta productividad y por ello es uno de los procesos más importantes en medida de volumen de producción. el coste de la máquina es moderado, en comparación con otros procesos que más adelante se explicarán como es el de inyección.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

La mayor restricción sería que los productos a realizar deben tener una sección continua y no deben presentar irregularidades. Este sería un paso previo a otros que seguramente se deberían hacer como sellado, cortado...

8.2. Calandrado:

La máquina utilizada para este proceso llamada calandria [2] se basa en una serie de rodillos de presión utilizados para aplanar el material y formar una hoja lisa del material. En el mundo de los plásticos es muy utilizado para la obtención de láminas de polímero como vinilo (PVC) y ABS, y en menor medida, polietileno de alta densidad (HDPE).



Ilustración 3 Rodillos de calandrado. Fuente: blogspot [2]

Este proceso es muy útil partiendo de piezas de plástico en bruto (termoplásticos o elastómeros) para la obtención de láminas. El material se hace pasar por una serie de rodillos que van reduciendo progresivamente el espesor de las láminas hasta llegar al deseado.

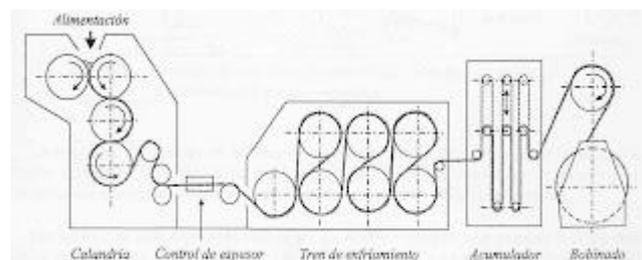


Ilustración 4 esquema básico de una línea de calandrado. Fuente: blogspot [2]

Es común que alguno de los rodillos esté grabado para darle una cierta textura al producto final. Podemos obtener productos como cortinas de baño, alfombras o impermeables.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Ilustración 5 impermeable. Fuente: blogspot [2]

8.3. Conformado al vacío:

El moldeo o conformado al vacío es [3] un método de fabricación que como los anteriores, sirve para dar una forma determinada a los plásticos. Durante el proceso se calienta una plancha de plástico, que, mediante succión, se ajusta a un molde que es el que le dará forma.

Este proceso suele ser posterior al calandrado (de donde hemos visto que provienen estas planchas delgadas de plástico)

Tiene una gran utilidad, desde piezas de pequeño tamaño, hasta piezas muy grandes fabricadas con maquinaria industrial automática.

Son varias las ventajas que presenta cómo su asequibilidad. Ya que su utillaje y la creación de prototipos no supone un gran coste. El tiempo de elaboración es más rápido que el de otros métodos de fabricación.

Aunque el moldeo ofrece diversas ventajas, el moldeo en vacío solo es viable en piezas con paredes relativamente delgadas y geometrías simples. El acabado de las paredes puede no ser de un acabado muy uniforme.

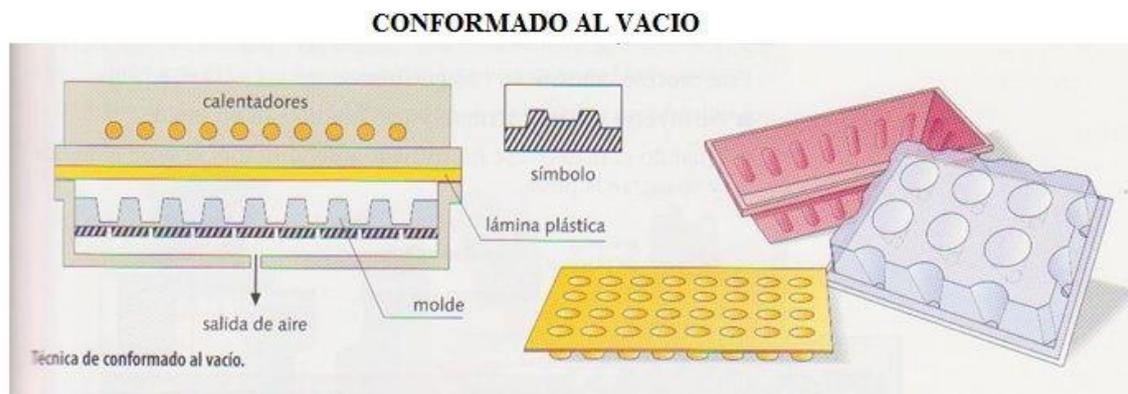


Ilustración 6 técnica de conformado con ejemplos de productos y símbolo técnico. Fuente: wordpress [4]

8.4. Moldeo por compresión:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Este es uno de los procesos más antiguo [5]. Aparece descrito en bibliografía de principio del siglo XIX, aunque a escala industrial no apareció hasta 1908.

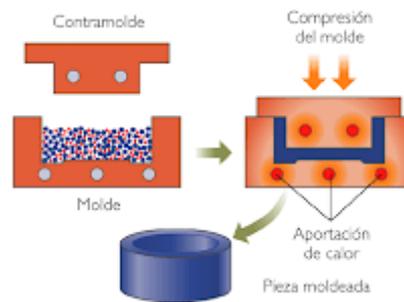


Ilustración 7 esquema de funcionamiento del moldeo por compresión. Fuente: blogspot [5]

Este método consiste en que el material a moldear (generalmente precalentado) se coloca en una parte del molde. Posteriormente este se cierra con la otra parte del molde, y gracias a la acción del calor y la presión, el material se verá forzado a entrar en contacto con toda el área del molde. Es muy adecuado para la conformación de piezas complejas, de alta resistencia con refuerzos de fibra de vidrio. La ventaja principal de este método es la capacidad para moldear piezas grandes, bastante intrincadas o complejas. Su bajo costo y el poco desperdicio de material suponen otra ventaja frente a otros procesos sobre todo si se trabajan con materias caras.

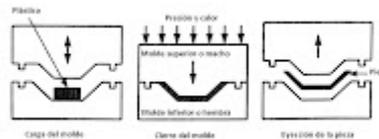


Ilustración 8 Esquema del proceso de compresión. Fuente: blogspot [5]

Aunque son varias las ventajas, la temperatura no debe ser excesiva, para que las paredes no curen mucho más rápido que el interior. Por tanto, tiempos largos de curado. No es aconsejable tampoco para este método formas complejas.

8.5. Moldeo por soplado:

Este proceso es utilizado principalmente para piezas huecas de pared delgada y uniforme [6]. Este proceso está inspirado en el soplado de vidrio.

Un tubo caliente de material plástico fundido cae desde una extrusora y es encerrado en el molde que es enfriado por agua. Después los moldes se cierran y cómo es común en el vidrio, se inyecta aire a través de la parte superior. El plástico al ser soplado entra en contacto con las paredes del molde y se solidifica, logrando así una pieza rígida.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

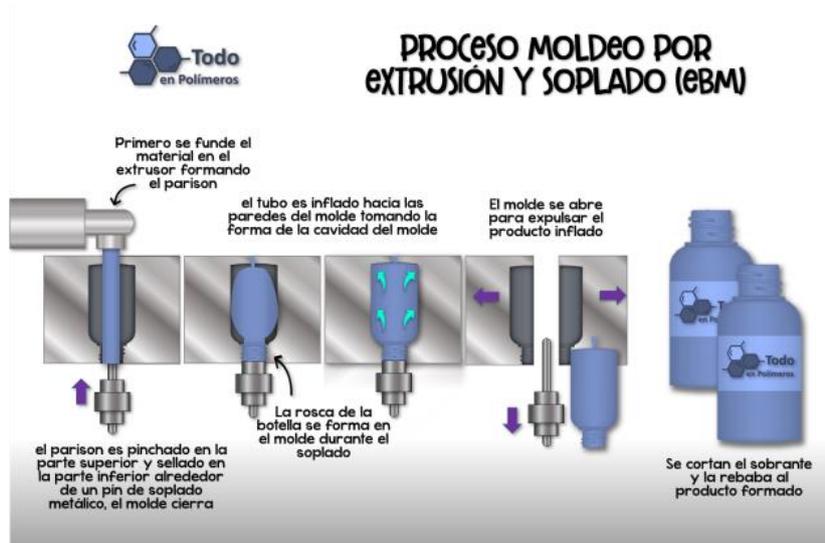


Ilustración 9 Proceso moldeo por soplado. Fuente: todoenpolimeros.com [6]

Una ventaja de este proceso es que los moldes suelen ser mucho menos costoso que los moldes de inyección, y se puede fabricar en un periodo corto de tiempo.

El ejemplo más representativo de este proceso puede ser botellas, conductos y piezas industriales huecas.



Ilustración 10 ejemplo piezas por soplado. Fuente: wikipedia [7]

Algunas de las desventajas son la alta cantidad de desperdicios, y un bajo control sobre el espesor deseado del producto final. A parte el recorte de material sobrante tampoco resulta sencillo.

8.6. Moldeo rotacional:

El moldeo rotacional o rotomoldeo [8] es un proceso más para la creación de piezas huecas con la diferencia que el material prima está en formato de polvo o líquido. El proceso es sencillo, el plástico se vierte dentro del molde, que cómo bien describe el nombre de este proceso, rota sobre dos ejes biaxiales mientras se calienta. El plástico se va adhiriendo a las paredes del molde mientras se funde.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Ilustración 11 Proceso de rotomoldeo. Fuente: blogspot [8]

Este proceso ofrece la creación de piezas bastante complejas con herramientas sencillas y de bajo costo que en ciertos casos sería imposible moldear con otro procedimiento. Otra ventaja de este método es la posibilidad de creación de piezas complejas con un menor costo frente al moldeo por soplado. Gracias a este bajo costo, es fácil la experimentación con materiales.

Es posible fabricar piezas asimétricas, con formas complejas y contrasalidas. Por último, presenta bajos niveles de desperdicio.



Ilustración 12 Fosa séptica hecha por rotomoldeo. Fuente: bolgspot [8]

8.7. Termoformado:

El termoformado es el proceso mediante el cual se da la forma deseada mediante calor y vacío a una plancha o lámina plástica. Para ello se utilizará una matriz de aluminio u otro material resistente.[9]



Ilustración 13 Proceso de termoformado. Fuente: termoformadodeplasticos.com [9]

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Aunque la técnica común sea esta hay otros procesos de termoformado cómo son el de presión que trata de aplicar presión sobre la plancha para que esta se adapte a la matriz. Consta de unos orificios para dejar escapar el aire.

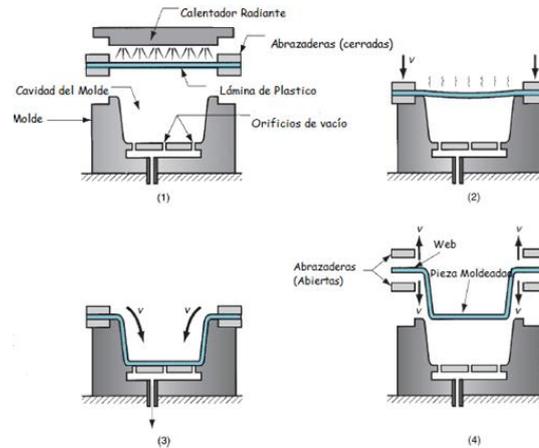


Ilustración 14 Termoformado a presión. Fuente: wordpress [10]

También podemos encontrar el termoformado mecánico que consta de dos matrices (macho y hembra) que atrapan en medio la lámina a conformar creando así la pieza deseada. Este proceso tiene sus ventajas que es la posibilidad de crear detalles en las dos partes del molde, pero la desventaja es la necesidad de tener dos tipos de molde.

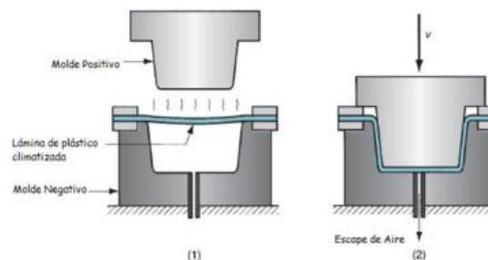


Ilustración 15 Termoformado mecánico. Fuente: diseño y construcción de una máquina termoformadora [11]

8.8. Moldeo por inyección:

La pieza será diseñada para que sea fabricada con esta técnica de fabricación.

El moldeo por inyección de plásticos es el proceso mediante el cual se funde el plástico deseado para posteriormente inyectarlo a presión en la cavidad de un molde, el cual es rellenado con el plástico y una vez solidificado se obtiene generalmente el producto final.[12]

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

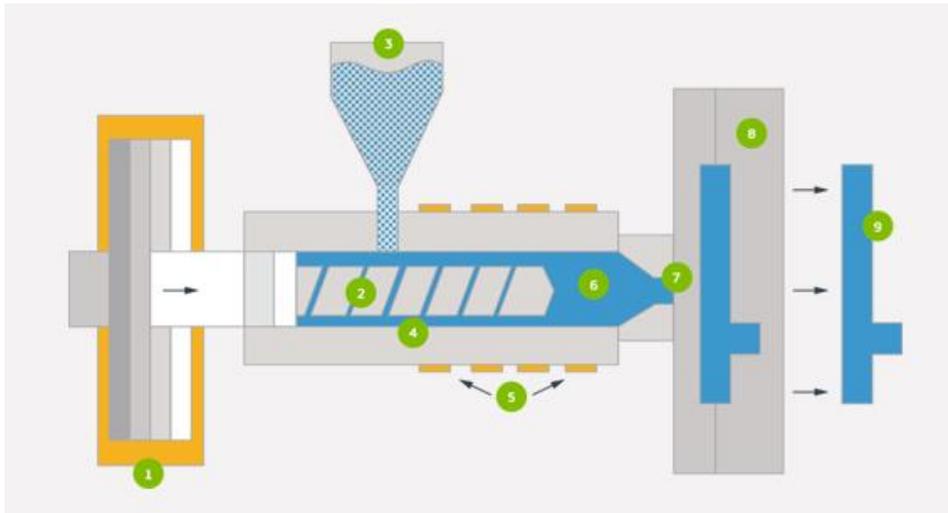


Ilustración 16 Esquema básico del proceso de inyección de plásticos. Fuente: protolabs [12]

Como podemos observar en la anterior imagen disponemos de varias partes básicas:

1. Pistón
2. Tornillo
3. Tolva
4. Calentadores
5. Material
6. Boquilla
7. Molde
8. Pieza terminada

Se trata de fundir plásticos (polímeros termoestables o termoplásticos) que cuando están lo suficientemente fundidos, se inyectan a una presión determinada en el molde.

Los moldes pueden presentar varias cavidades para así poder inyectar varias piezas a la vez y optimizar el tiempo y aumentar así el volumen de producción.

8.8.1. Proceso de moldeo por inyección:

El moldeo por inyección comienza con los gránulos llamados pellets, que son vertidos a una tolva. Estos pequeños plásticos se calientan hasta que son fundidos en el mismo cilindro. Una vez estén fundidos se hace llegar a través de una boquilla que desemboca en el cuerpo principal de la máquina dónde se encuentra un cilindro que a través de un husillo es calentado para que se termine de fundir el material (muchas veces es fundido directamente en este paso, dependerá de la naturaleza de la máquina). Gracias a la acción del calor y la fricción se funde el plástico para luego ser inyectado a presión en el molde deseado, donde se enfría y solidifica.[13]

Se han de tener en cuenta las siguientes restricciones [14]:

- Dimensiones de la pieza: Se deberá minimizar las contracciones de esta y su tamaño deberá ser reproducible.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- Propiedades mecánicas: deberá resistir el uso al cual esté destinado.
- Peso de la pieza: De gran importancia, ya que esta relacionada con sus propiedades
- Tiempo de ciclo: lo ideal sería un mínimo tiempo de ciclo para un gran volumen de producción.
- Consumo energético: Una disminución de este también disminuirá el coste.

8.8.2. Etapas del proceso de inyección:

La inyección se puede dividir en las siguientes etapas [14]:

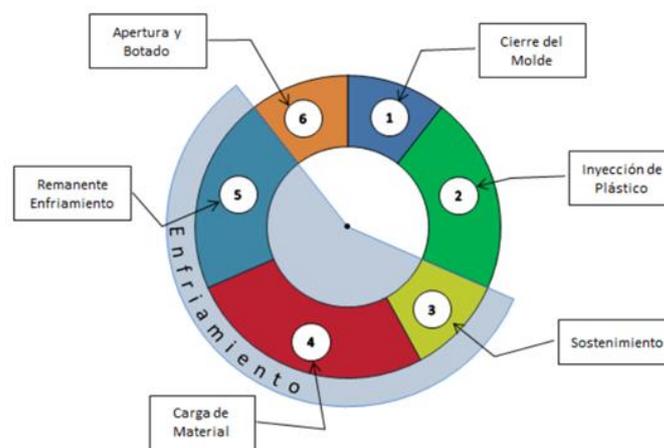


Ilustración 17 Etapas del proceso de inyección de plásticos. Fuente: pt-mexico [15]

1. Cierre del molde:

Es el inicio del ciclo, esperando a la inyección del material fundido. Es el momento en el cual se aplica la fuerza de cierre, que es la que permite que el molde este cerrado durante el proceso de inyección. Depende de la superficie proyectada y la presión específica.

2. Inyección:

Esta se puede subdividir en fase de llenado y fase de mantenimiento, las cuales se explicarán con más detalle en el siguiente punto.

3. Llenado:

El husillo de la máquina inyectora inyecta el material plástico fundido, a una presión elevada dentro del molde; al inyectar, el husillo avanza sin rotación. La duración de esta etapa es de escasos segundos, dependiendo de la cantidad de material a inyectar.

La finalidad es llenar el molde con la suficiente cantidad de material.

4. Plastificación o dosificación:

El husillo comienza a girar, lo que hace que el material de la tolva pase progresivamente a la cámara de inyección, facilitando así su homogeneización. Esta etapa es paralela a la de

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

enfriamiento. El husillo retrocede debido a la acumulación en la zona delantera. Ahora está todo preparado para el llenado de otra pieza. En esta etapa intervienen factores importantes como es la velocidad del propio husillo, la contrapresión y la succión.

5. Apertura del molde y expulsión de la pieza:

Una vez la pieza a alcanzado la temperatura de extracción, el molde se abre y obtenemos la pieza final.

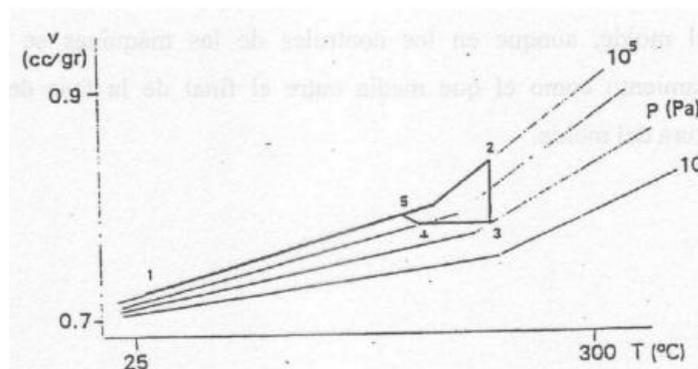
6. Enfriamiento:

Esta fase comienza en el mismo momento de la inyección, ya que en el momento en la que el plástico toca la pared del molde ya comienza a solidificarse. Esta fase culmina con la temperatura de extracción ya mencionada, de esta forma esta fase está solapada con otras.

8.8.3. Diagrama termodinámico del proceso de inyección:

Dentro del proceso de inyección, se suceden una serie de efectos termodinámicos ya que la temperatura y la presión van cambiando durante el todo el proceso, así como el volumen a lo largo del ciclo. Estas variaciones quedan reflejadas en un diagrama PVT que es característico de cada material.

Hay 5 puntos clave por lo que nos encontramos 4 procesos de transformación.[16]



Gráfica 1 diagrama PVT polímeros. Fuente: diseño de un molde de inyección de una pieza plástica [16]

A continuación, estudiaremos las distintas fases desde que el plástico entra en la tolva. Las presiones y temperaturas a estudiar no serán las que se pueden seleccionar en la máquina de inyección si no la que se encuentra en el material, aunque estén estrechamente relacionadas.

- FASE 1-2:

Este punto se produce en la tolva, que es la zona de alimentación a la máquina. En esta fase el plástico pasará de la temperatura ambiente hasta la temperatura con la cual se quiera que se inyecte el polímero. Aunque la diferencia de presiones no sea nula, la tomaremos como irrelevante y diremos que esta fase es isobara, ya que, se agrega un poco de presión con el fin de conseguir un material más homogéneo.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

El punto uno estará a una presión manométrica nula y a una temperatura ambiente mientras que el punto 2 se encuentra a 0 MPa y 230 °, considerándose un proceso ideal.

- FASE 2-3:

Esta fase comienza en la zona de espera a ser inyectado y gracias al husillo se le intenta dar una velocidad al material para que, a la hora de ser inyectado, llegue a todos los bordes del molde. Esta velocidad también es muy importante para que no aumente la viscosidad y que este se solidifique. En esta fase habrá una caída de presión para así poder favorecer este aumento de velocidad en el molde desde la boquilla al último punto de llenado del molde que será suministrado por el propio sistema hidráulico de la máquina.

Este proceso se considerará isoterma, aunque se produzca una pequeña variación de temperatura, pero como en la fase anterior, se considera un proceso ideal. Si se inyectara demasiado rápido se produciría un aumento de la temperatura por rozamiento, observando el diagrama PVT el punto tres se desplazará hacia la derecha y también a la inversa, inyectando con una velocidad baja la temperatura disminuiría desplazando el punto hacia la izquierda. La temperatura ideal será aquella que consiga que durante todo el proceso se mantenga isoterma siendo su condición ideal de inyección.

- FASE 3-4:

Se considera ésta, la segunda fase de inyección y será la fase de mantenimiento, donde, una vez ya inyectado el material, y presurizado, se debe continuar inyectando para evitar dos defectos. El primero. Al estar el material presurizado, evitar que retroceda por el conducto de inyección produciéndose reflujos; y por otra parte, el material al enfriarse, disminuye su volumen, lo que podría acarrear problemas como las contracciones, o burbujas de aire etc.

Esta presión se podrá mantener hasta llegados al punto 4, es decir, mientras no esté plenamente solidificado. La situación ideal sería que la pieza se enfriara progresivamente desde el punto más alejado, hasta el más cercano al conducto de inyección, permitiendo así que sea compensada la contracción anteriormente mencionada. El PVT real será, por esta razón, de diente de sierra, compensando progresivamente las contracciones variando el perfil de presiones de la máquina de inyección.

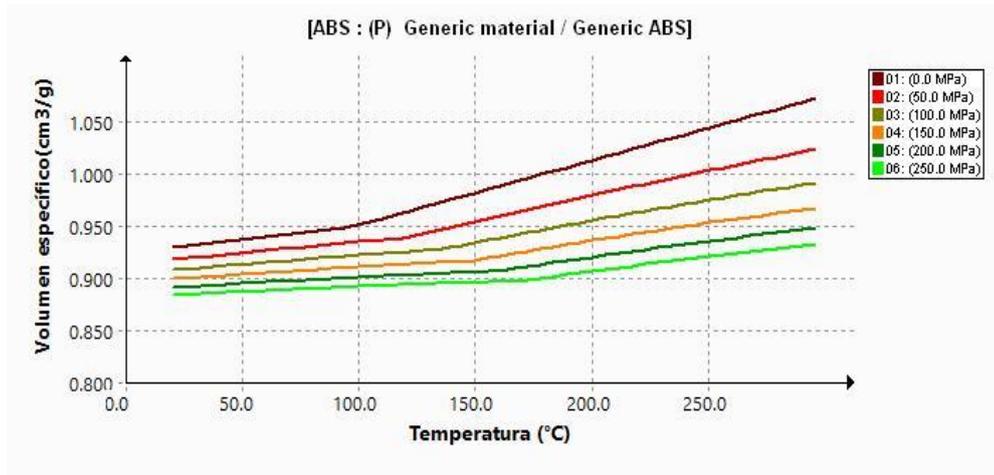
- FASE 4-5:

Esta fase será conocida por la de enfriamiento, aunque la temperatura vaya disminuyendo progresivamente desde el punto de inyección al entrar en contacto con el molde y que este enfriamiento se alargará en el tiempo, también una vez ya expulsada la pieza del molde. El perfil de presiones aplicadas será decreciente.

El punto cinco será el momento en el cual las piezas son expulsadas. La presión será la atmosférica y se podrá definir la contracción post-moldeo.

En el siguiente diagrama PVT podremos observar el resultado del material elegido obtenido con "SolidWorks Plastics":

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Gráfica 2 Diagrama Volumen específico vs. Temperatura. Fuente: SolidWorks Plastics

9. MATERIAL A INYECTAR Y CONDICIONES DE INYECCIÓN:

En primer lugar, definiremos el concepto de plástico.

Los plásticos son materiales obtenidos mediante reacciones de polimerización a partir de derivados de petróleos [17]. El plástico proviene de diferentes materias primas como es el carbón, el gas natural, la celulosa, la sal y el petróleo.

El término plástico proviene del griego “plastikos” que significa que puede ser moldeado. Estamos rodeados de este elemento, ya sea en la ropa, en los envases, utensilios, medios de transporte etc.

Existen dos familias de plásticos según sus características:

- Termoplásticos: Como su nombre indica, son aquellos plásticos que funden cuando se calientan y además al fundirlos y solidificarse y volverlos a fundir no pierden sus propiedades. Los termoplásticos más conocidos son: PEBD, PEAD, PVC, EPS...
- Termoestables: químicamente al estar compuestos por cadenas ligadas, son más difíciles de reciclar ya que para ser fundidos es necesaria la destrucción de estas cadenas por lo que muchas de sus propiedades se pierden. Un ejemplo sería: resinas fenólicas, ureicas, etc.

En este caso el material elegido es un termoplástico, en concreto PVC. El gran aumento de la población de las ciudades, y el uso tan extendido de los plásticos hace que la idea de los materiales termoplásticos sea una mejor opción por la facilidad de reciclaje.

9.1. Cloruro de polivinilo:

El cloruro de polivinilo o PVC es un plástico que tiene la siguiente fórmula: $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. [18]

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Después de la primera guerra mundial hubo una gran mejoría en el sector de la tecnología, química, incluyendo el poliestireno y el PVC.

El PVC es fácil verlo en el ámbito de la construcción, en marcos de ventana, cableado, etc. También es común en la fabricación de juguetes, el ámbito de la salud, embalaje de alimentos... por lo que, al ser tan común, es muy fácil obtener este producto de otras vidas útiles y reciclarlo.

El PVC permite el customizado ya que permite que sea de colores, rígido o flexible, dependiendo de los componentes adicionales y la aplicación final que se necesite alcanzar; además existen diferentes calidades finales según el tratamiento final que se le aplique.

La materia prima básica de este componente es derivada del petróleo y de la sal. El cloro se fabrica para la electrólisis de la sal. Esto es debido a que las primeras plantas de fabricación de este polímero se encontraban cerca de fuentes naturales.

Una de las ventajas que presenta el PVC es la cantidad de aditivos que se le pueden incorporar para así cambiar sus propiedades, y adaptarlo así a nuestras necesidades. Algunos de ellos son los que se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 1 Aditivos del PVC con sus propiedades. Fuente: Lenntech [18]

ADITIVOS	PROPIEDADES ALCANZADAS
Antioxidantes y estabilizadores	Disminuye la velocidad de degradación del material por elementos naturales como el oxígeno, radiación UV etc.
Compatibilizadores	Habilita al PVC a ser mezclado con otros polímeros. Esencial en el reciclaje de estos.
Pigmentos	Le aporta el color deseado.
Plastificantes	Para darle flexibilidad y maleabilidad.
Modificadores de impacto	Absorber choques y daños.
Retardante de llama	Reduce la inflamabilidad

Gracias a todas estas propiedades y la facilidad de adquisición del material y su bajo costo han hecho que el material elegido sea este. Es compatible con otros plásticos para el reciclaje y por tanto que, en un futuro, el material a inyectar sea plástico reciclado, permite la customización a gusto del consumidor, siendo a la vez gracias a estos aditivos, resistente y estable.

9.1.1. Impacto ambiental, salud y aspectos de seguridad:

La fabricación de plásticos crea grandes cantidades de tóxicos como la dioxina, que es un contaminante orgánico persistente (POP por sus siglas en inglés), que son sustancias químicas que persisten en el ambiente, acumulándose en la cadena alimenticia y por ello, significando un gran riesgo para los humanos y el medio ambiente.

El monómero de cloro-eteno también es cancerígeno liberado durante la fabricación del PVC.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

El plástico ha sido un material demasiado bueno, ya que era durable y no se degradaba, las mismas cualidades que ahora hacen muy difícil su reciclaje.

Por ello al elegir un polímero termoplástico, que puede ser refundido o reutilizado, a través de esta purificación, tiende a degradarse con más facilidad.

9.1.2. Aplicaciones en el mercado:



Gráfica 3 Gráfica de las aplicaciones del PVC en el mercado. Fuente: Lenntech [18]

El 50% del PVC es utilizado en la construcción reemplazando otros materiales como madera o vidrio. Barato, resistente, gran resistencia a la intemperie, etc. Estas propiedades lo hacen ideal para los perfiles de ventanas.

9.1.3. Notas del material:

A continuación, se dará una información más técnica sobre las propiedades físicas y químicas del PVC:

Tabla 2 Propiedades técnicas del PVC. Fuente: Lenntech [18]

PROPIEDADES FÍSICAS	
Fuerza de Tensión	2.6 N/mm ²
Resistencia al impacto con muescas	2.0-45 Kj/m ²
Coefficiente Térmico de expansión	80 x 10 ⁻⁶
Max Cont Uso Temp	60oC

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Densidad	1.38 g/cm^3
RESISTENCIA A QUÍMICOS	
Ácido diluido	Muy buena
Alcalinos Diluidos	Muy Buena
Aceites y grasas	Buena (variable)
Hidrocarburos alifáticos	Muy buena
Hidrocarburos aromáticos	Pobre
Hidrocarburos halogenados	Moderada (variable)
Alcoholes	Buena (variable)

10. ANÁLISIS DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE (SOLIDWORKS PLASTICS):

10.1. Marco teórico:

Se pretende diseñar un molde multicavidad, lo que implica que, en un mismo periodo de inyección de plástico se obtenga más de una pieza a la vez, optimizando así los recursos y aumentando la producción.

Es difícil calcular el coste de una sola pieza producida por inyección ya que implica muchos parámetros.

Dentro del costo final de la producción de una pieza inyectada se encuentra el factor del número de cavidades ya que determinará la complejidad del molde, y permitiendo así conocer el volumen de producción, la cantidad de materia desperdiciada, etc. Este volumen se cumple teniendo en cuenta criterios económicos. [19]

Es deseable tener el mayor de cavidades posible por molde, para tener la mayor producción por ciclo de inyección. No siempre es lo más ideal por la complejidad de los sistemas de llenado, refrigeración y expulsión en el molde de grandes dimensiones, lo que hace que sea difícil controlar esta operación y que las piezas finales tengan defectos asociados tales como rebabas, burbujas de aire, zonas donde el plástico inyectado no ha llegado etc.

A medida que aumenta el número de piezas a inyectar por ciclo, también crece la probabilidad de tener diferencias dimensionales, de acabado superficial o de propiedades mecánicas entre productos.

10.1.1. Cálculo del número teórico de cavidades:

El número teórico de cavidades puede ser calculado de 3 maneras diferentes, todas ellas teniendo en cuenta parámetros de la máquina de inyección y de la pieza:

- Relacionando la fuerza de cierre de la máquina:

$$N_1 = \frac{\text{FUERZA DE CIERRE DE LA MÁQUINA}}{\text{FUERZA EXPANSIVA EN EL MOLDE}} \text{ Ton/Ton}$$

Ecuación 1 Fuerza de cierre de la máquina con la fuerza expansiva que se produce en el interior del molde. Fuente: Scielo [19]

- Mediante la relación entre volumen máximo de inyección de la máquina:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

$$N_2 = \frac{VOLUMEN MÁXIMO DE INYECCIÓN DE LA MÁQUINA}{VOLUMEN DE LA PARTE A INYECTAR} \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Ecuación 2 Volumen máximo de inyección de la máquina y el volumen de la parte o pieza a inyectar. Fuente: Scielo [19]

Es indispensable conocer la máquina que va a ser utilizada ya que ésta nos dará la información que se necesitará para la obtención de todos estos parámetros.

- Para determinar la capacidad de la inyectora:

$$N_{\text{estimado de cavidades CTD}} = \frac{TAMAÑO DE DISPARO}{VOLUMEN TOTAL DE PIEZAS Y COLADA ESTIMADA} \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Ecuación 3 Fuente: scielo. [19]

- Con la relación existente entre el rendimiento de plastificación del cilindro de la máquina y el número de inyecciones/minuto:

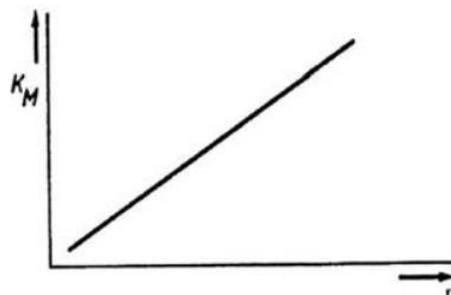
$$N_3 = \frac{RENDIMIENTO DE PLASTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA}{(N^{\circ} DE INYECCIONES/MINUTO)(VOLUMEN DE LA UNIDAD)}$$

Ecuación 4 Fuente: Scielo [19]

10.1.2. Cálculo rentable del número rentable de cavidades:

El número rentable de cavidades es un cálculo que tiene en cuenta todos los factores implicados en el proceso para poder dar el resultado más favorable dentro de los factores implicados en el proceso, número de cavidades, costos de máquina, materiales, mano de obra, etc.

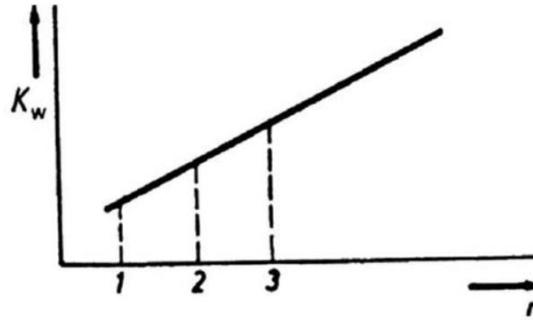
El costo del material aumenta linealmente con el número de cavidades:



Gráfica 4 Progresión lineal del costo. Fuente: Scielo [19]

Pero podemos observar en la siguiente gráfica que la aplicación de canales de alimentación de los moldes multicavidad hacen que la recta de los costes tenga una pendiente menor en comparación:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Gráfica 5 Progresión lineal del costo con un molde de varios canales de alimentación. Fuente: Scielo [19]

En este caso se ha centrado el estudio de llenado para determinar el número de cavidades óptimas con la herramienta “Plastics” específica del software “SolidWorks 2021”.

Es posible llevar a cabo un estudio de llenado del molde, y determinar el número óptimo de cavidades del molde.

10.2. Análisis del diseño de la pieza:

En este apartado estudiaremos y observaremos si la pieza diseñada en “SolidWorks” se ha diseñado correctamente. Veremos parámetros como ángulo de desmoldeo o espesor nominal.

10.2.1. Draft Analysis:

En primer lugar, con la primera versión de nuestra pieza realizamos un “Draft Analysis” para saber si en el momento de la inyección tendremos algún problema. Para ello deberemos elegir un punto de inyección que no tiene por qué ser el definitivo, pero sí algo orientativo.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

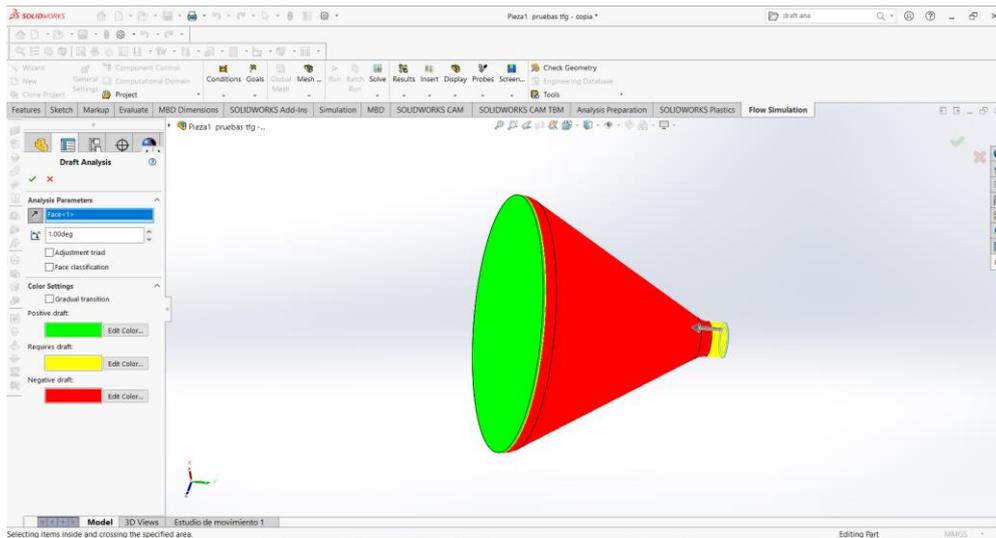


Ilustración 18 1ª vista de la pieza con el "Draft Analysis". SolidWorks

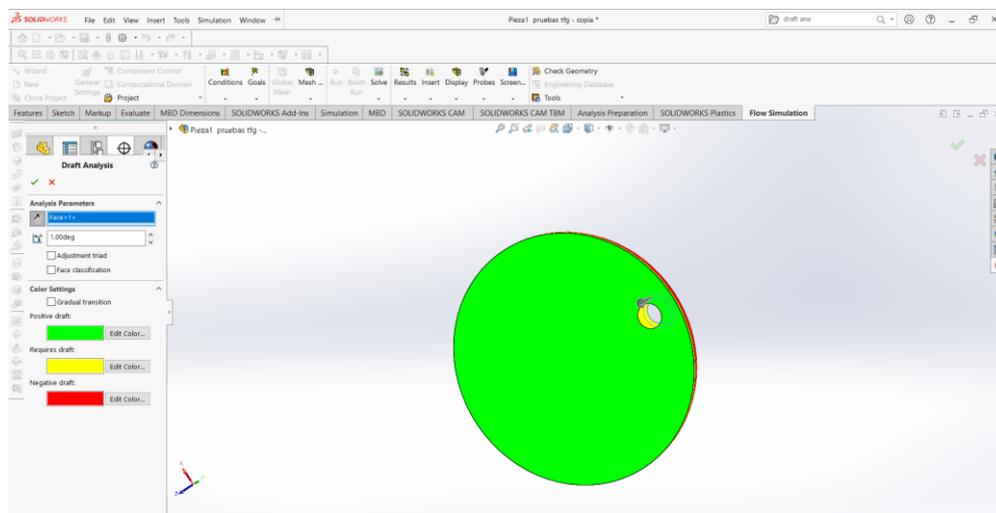


Ilustración 19 2ª vista de la pieza con el "Draft Analysis". SolidWorks

Como conclusión de este estudio deducimos que, con una variación de espesor, se notaría una mejora significativa de los resultados, pero haciendo el mismo análisis con el punto de inyección en la cara opuesta de la pieza obtenemos los mismos resultados, pero al contrario, es decir, dónde anteriormente estaba la pared de la pieza en verde ahora está en rojo y viceversa.

Con esta información se podría deducir que con dos puntos de inyección se podría contrarrestar este problema, pero al ser el objetivo final un molde multicavidad, no podrá ser ésta una solución.

10.2.2. Pared delgada:

El análisis de espesor sirve para determinar diferentes espesores de una pieza. Esta utilidad es especialmente interesante para las piezas de plástico de pared lámina. Sus principales utilidades son:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- Identificar regiones delgadas y gruesas de una pieza (especialmente para piezas de plástico y vaciados).
- Determinar partes de una pieza que tienen un espesor deseado específico.
- Identificar regiones que podrían fallar o fallos del propio diseño.
- Ayuda en el diseño de vaciados y molduras de inyección.

La información obtenida es la siguiente:



Ilustración 20 vista de la pieza con el análisis de pared delgada. SolidWorks



Gráfica 6 espesores con sus colores correspondientes. SolidWorks

Cómo podemos observar en Ilustración 20 con las referencias de la Gráfica 6, nuestro espesor se encuentra dentro del rango normal, siendo el color amarillo con un ligero riesgo, el rojo con un riesgo alto y el azul, sin ningún tipo de riesgo.

Cómo información adicional y para entender mejor el contexto de la pieza, el análisis de pared delgada proporciona las siguientes tablas de datos:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Tabla 3 intervalos de espesores del análisis de pared delgada. SolidWorks.

Intervalo de espesor	Número de caras	Área de superficie	% de área analizada
3mm a 2.26mm	0	228.46mm ²	0.42%
2.26mm a 1.53mm	0	636.91mm ²	1.18%
1.53mm a 0.79mm	1	697.44mm ²	1.29%
0.79mm a 0.06mm	1	146.36mm ²	0.27%

Operaciones críticas
Revolución2

Tabla 4 Información de la pieza proporcionada en el análisis de pared delgada. SolidWorks.

Parámetro	Valor
Área de superficie	54002.05mm ²
Volumen	186686.25mm ³
Masa	242.69 gramos

10.2.3. Ángulo de salida:

Esta herramienta, es muy útil para diseñadores de molde, para comprobar la correcta aplicación del ángulo de salida a las caras de su pieza. Con el análisis del ángulo de salida se puede examinar cambios de ángulo dentro de una cara y ubicar líneas de partición y superficies de inyección y de eyección en las piezas.

Para la correcta realización del ángulo de salida, se deben especificar los siguientes criterios:

- Dirección de desmoldeo: se deberá seleccionar una cara plana, arista o eje para indicar la dirección de desmoldeo. Para la dirección de desmoldeo, se deberá seleccionar un sistema de referencia de ajuste y arrastre.
- Clasificación de caras: Cuando está seleccionada, el programa examina cada cara del modelo, con base en el ángulo de salida.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

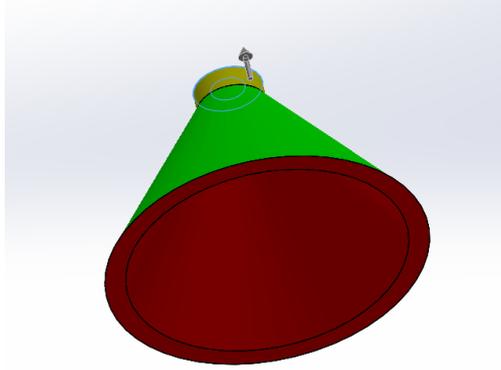


Ilustración 21 vista 1 de la pieza en el análisis de ángulo de salida

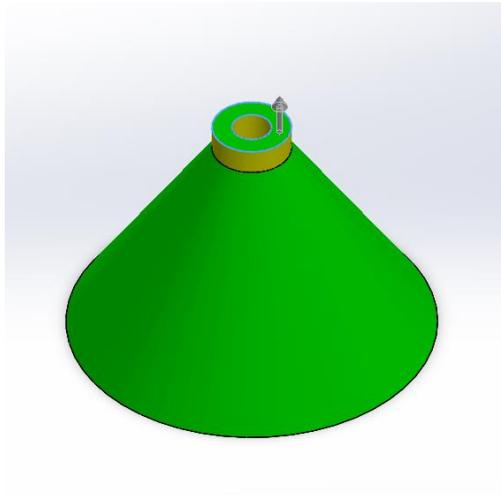
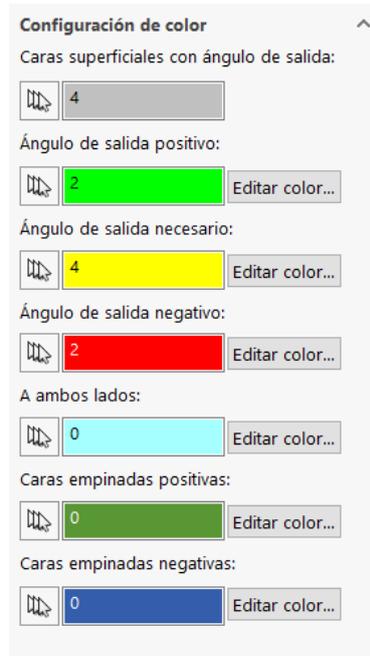


Ilustración 22 vista 2 de la pieza en el análisis de ángulo de salida.



Gráfica 7 el color correspondiente a cada cara en el análisis de ángulo de salida

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

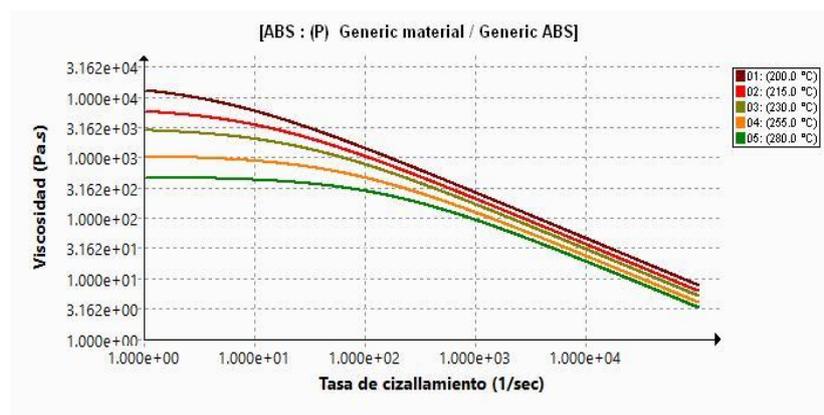
A la hora del diseño del molde, para que el desmoldeo sea más sencillo se crearán las caras con un ángulo. Se puede ver con más detalle en ‘Sistema de desmoldeo:’

10.3. Análisis de llenado:

Este análisis, se estudiará a parte de los anteriores, debido a su gran importancia.

Antes de comenzar con el llenado múltiple, se estudiará el llenado de la pieza individualmente para hallar el punto óptimo de inyección. Este tipo de herramientas informáticas están muy extendidas en todo el sector del plástico ya que te permite la simulación del proceso que se llevará a cabo en la realidad. Gracias a estas herramientas, el diseñador puede detectar problemas o irregularidades relacionados con su diseño tanto de la pieza como del molde, así como la futura calidad de las piezas inyectadas y las deficiencias en su fabricación, lo que implica un gran ahorro en cuanto a tiempo y presupuesto.

Como se ha comentado en el apartado 9 (pág.28) el material a inyectar es PVC. El programa simula el material en circunstancias reales.



Gráfica 8 Viscosidad de polímero. Fuente: SolidWorks Plastics.

Como es de suponer, cuantos menos puntos de inyección tenga la pieza, más barata será esta. Por lo tanto, la primera condición que se pondrá será la de un solo punto, ya que uno de los objetivos de este proyecto es el abaratamiento de todo el proceso, para que el costo del producto sea pequeño y sea posible su obtención para todo tipo de bolsillos.

En la medida de lo posible, el punto de inyección de una pieza deberá cumplir una serie de requisitos:

- A poder ser en los lugares con mayor espesor de la pieza.
- Permitir un flujo continuo, lo más fácil y sencillo posible.
- Cercano a las zonas de las piezas dónde se requiera un mejor acabado.
- Con todo esto, situarlo en una zona a poder ser dónde se evite las líneas de soldadura.
- Evitar marcas visibles no deseadas.

Con la herramienta “SolidWorks Plastics” obtenemos un análisis de llenado de la pieza con una calificación por colores o símbolos indicándonos el grado de peor a óptimo.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Para comenzar con el estudio previamente deberemos crear el mallado de la pieza:

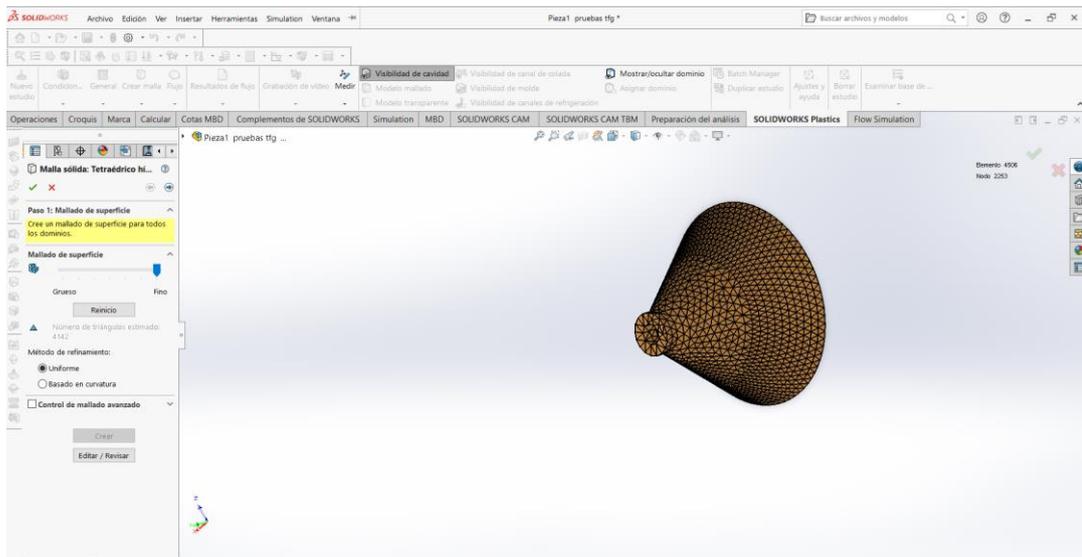


Ilustración 23 Mallado de la pieza en SolidWorks

Seguidamente ajustaremos los parámetros deseados en el software, en este caso se ha bajado el tiempo de llenado a 1 segundo.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

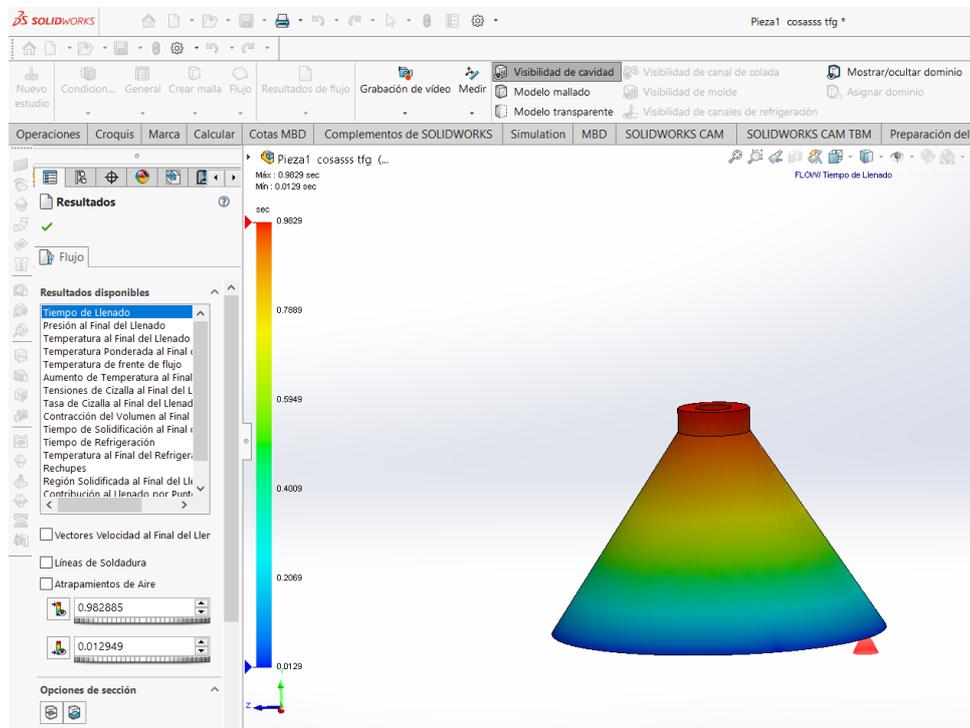


Ilustración 24 Tiempo de llenado de la pieza. Análisis de llenado. SolidWork.

Esta pieza se puede llenar correctamente con una presión de inyección de 6.3 MPa (916.38 psi).

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

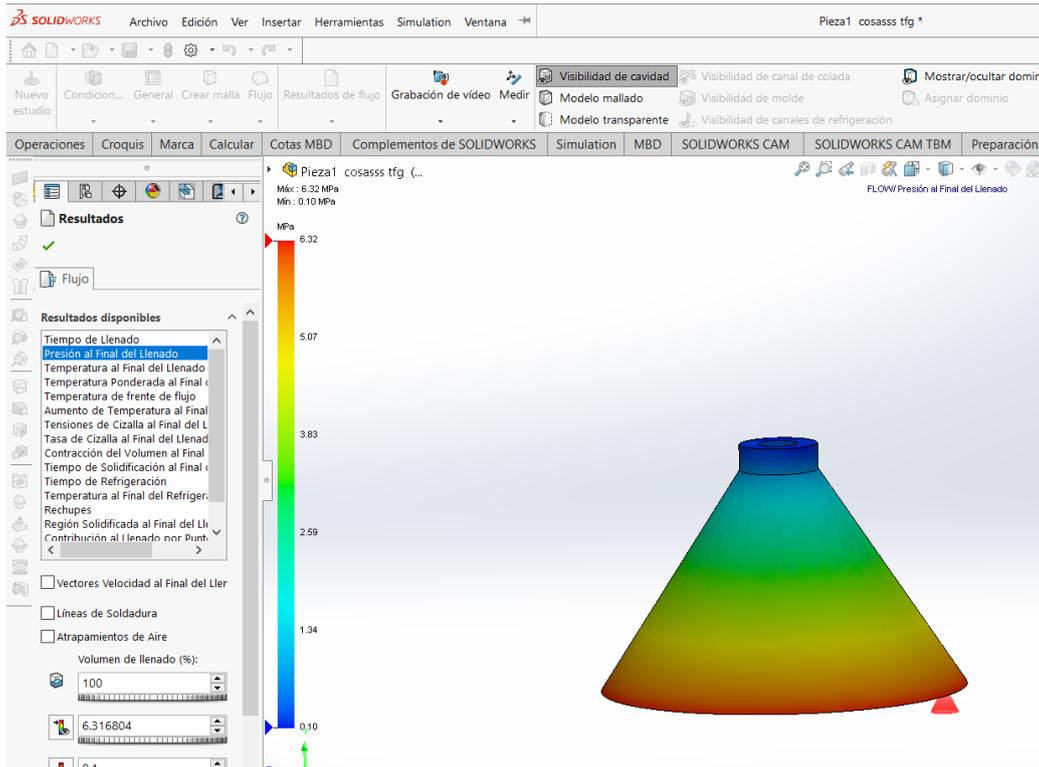
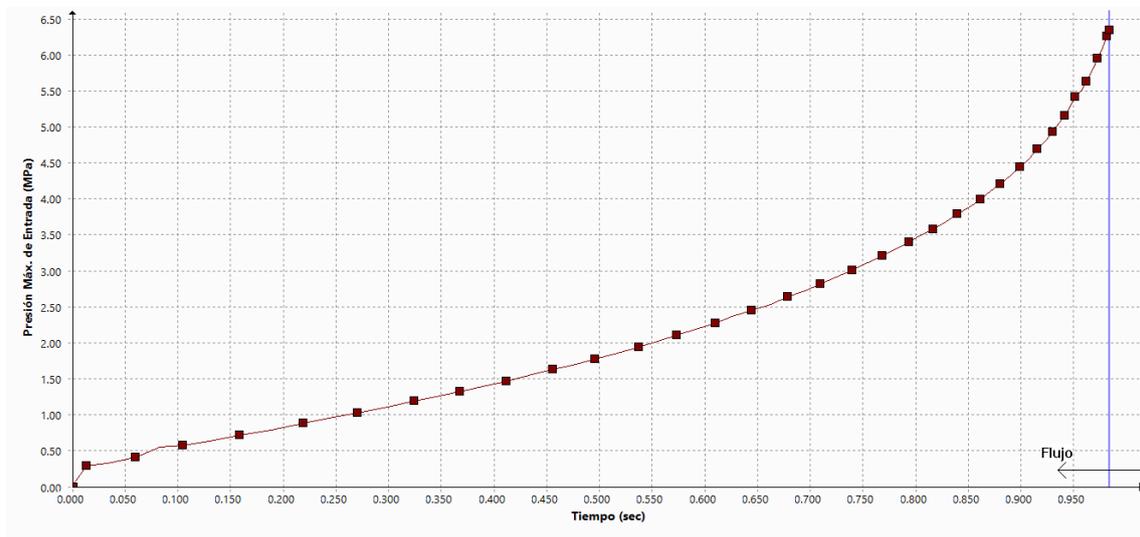


Ilustración 25 Presión final de llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

La presión de inyección necesaria para el llenado es inferior al 66% del límite de presión de inyección máxima especificado para este análisis. Esto significa que se encuentra dentro del límite especificado.



Gráfica 9 Presión máxima de entrada. Análisis de llenado. SolidWorks.

Se puede reducir el espesor de pieza y reducir el tiempo de refrigeración, pero asegurándose de ejecutar un análisis adicional después de este cambio para cerciorarse de que el llenado de la pieza se realiza dentro del límite de presión de inyección especificado.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Puesto que la temperatura máxima al final del llenado se ha mantenido y no ha superado los 10 grados Celsius de la temperatura de material inicial, existe un riesgo bajo o nulo de degradación del plástico.

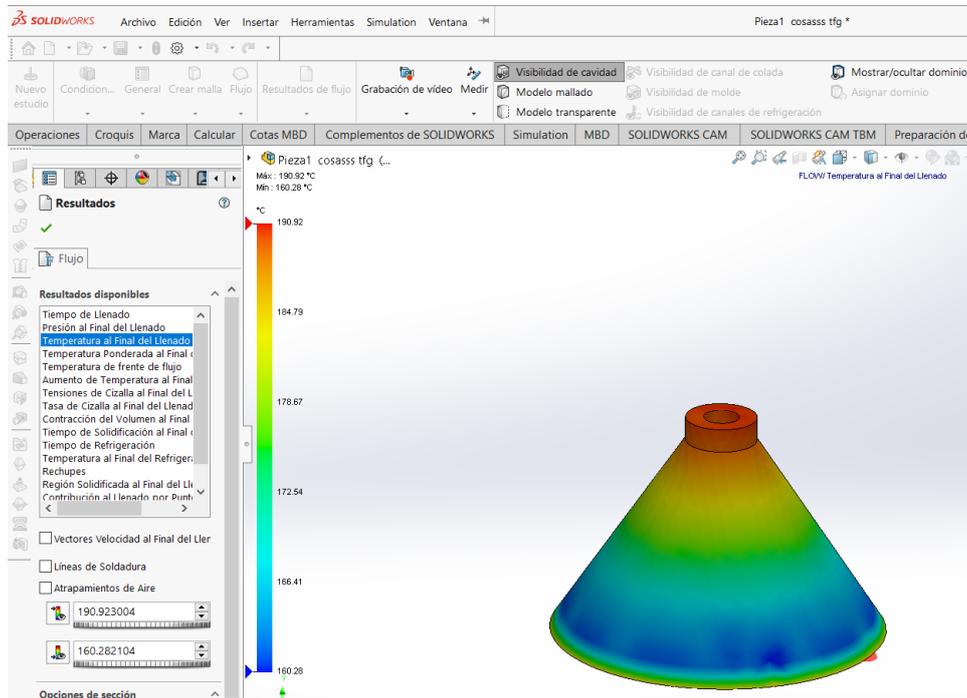


Ilustración 26 Temperatura al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

El tiempo de refrigeración estimado se determina cuando el 90% de la temperatura de la pieza es inferior a la temperatura de eyección del material.

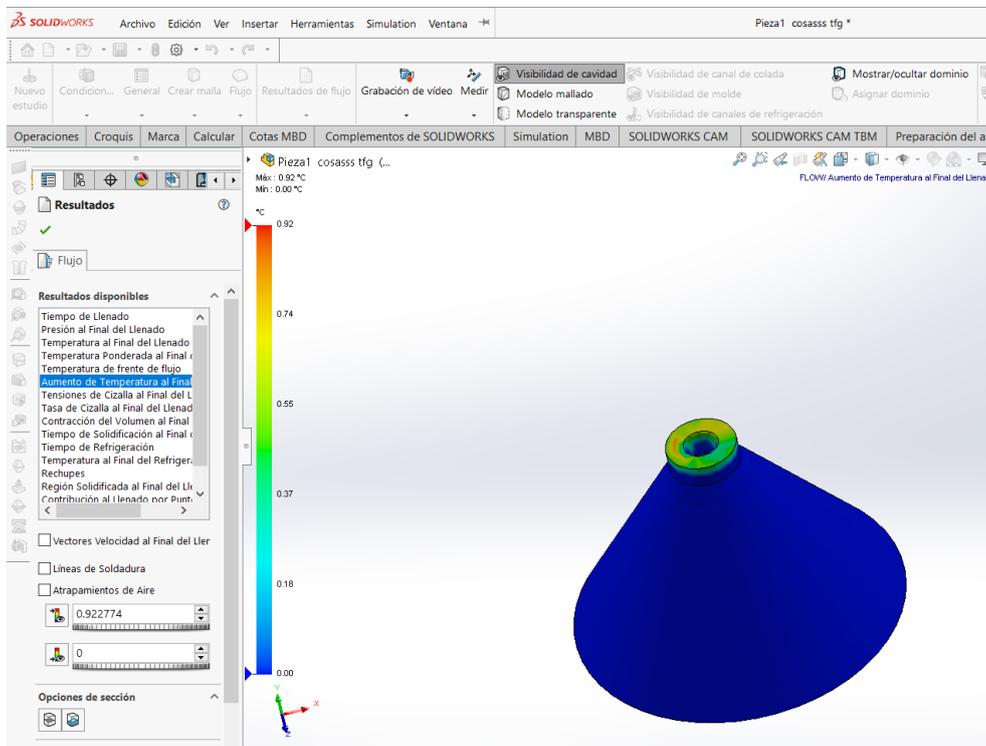


Ilustración 27 Aumento de la temperatura al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

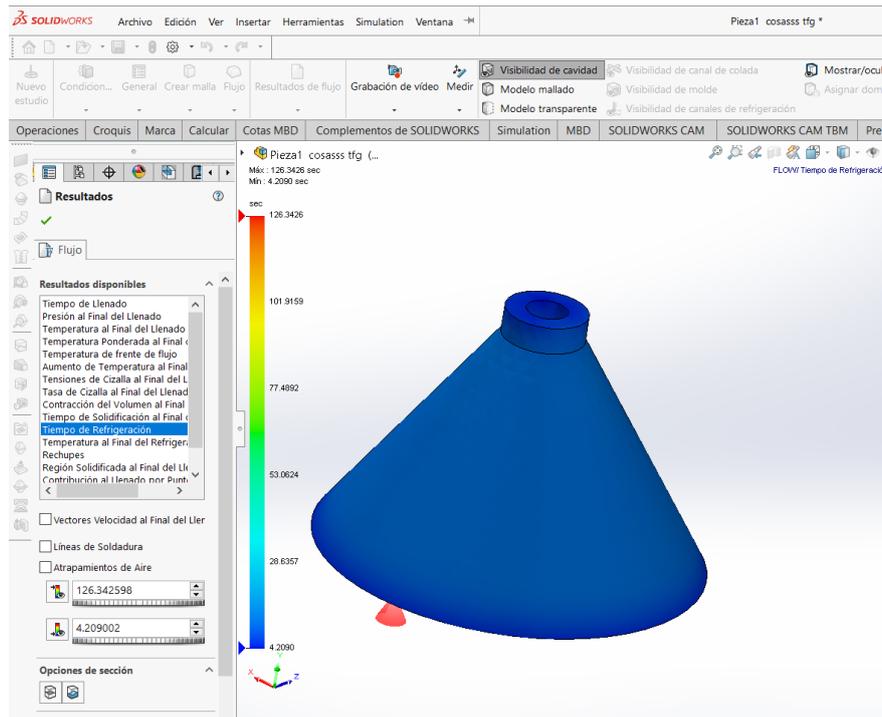


Ilustración 28 Tiempo de Refrigeración. Análisis de llenado. SolidWorks.

El tiempo medio de refrigeración del moldeo de inyección suele oscilar entre algunos segundos y un minuto. Los resultados del análisis indican que algunas áreas de la pieza podrían tardar más de un minuto en enfriarse.

La disminución general del espesor de pared o la extracción de material de las secciones más gruesas de la pieza contribuirá a que la refrigeración sea más uniforme y requiera menos tiempo, además de acortar la duración del ciclo en general.

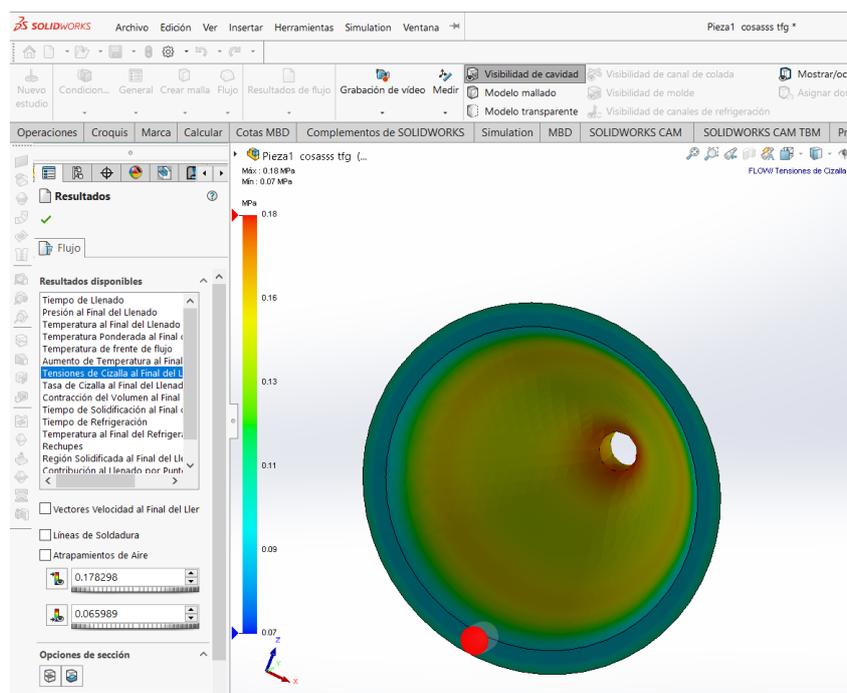


Ilustración 29 Tensiones de cizalla al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

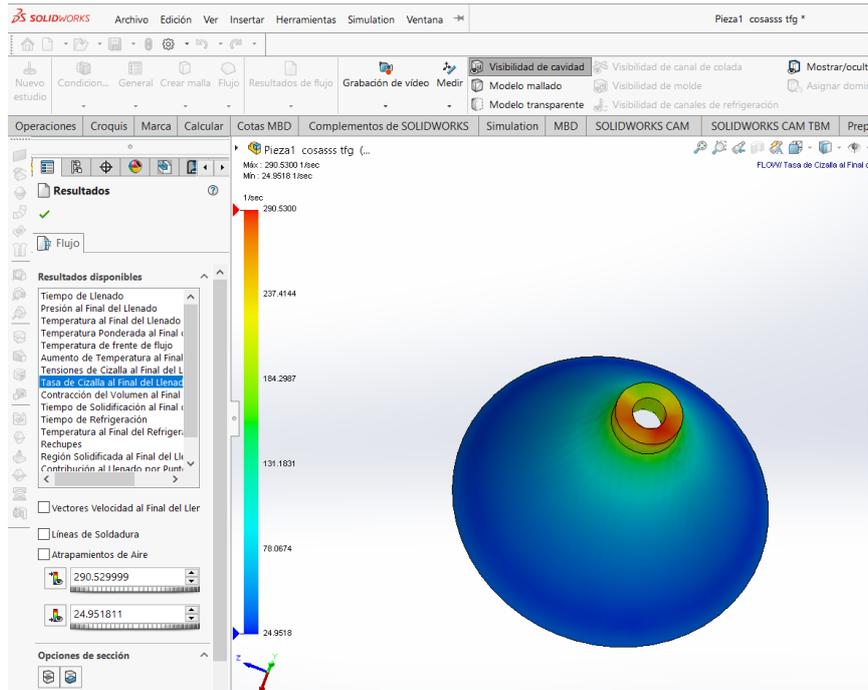


Ilustración 30 Tasa de cizalla al final del llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

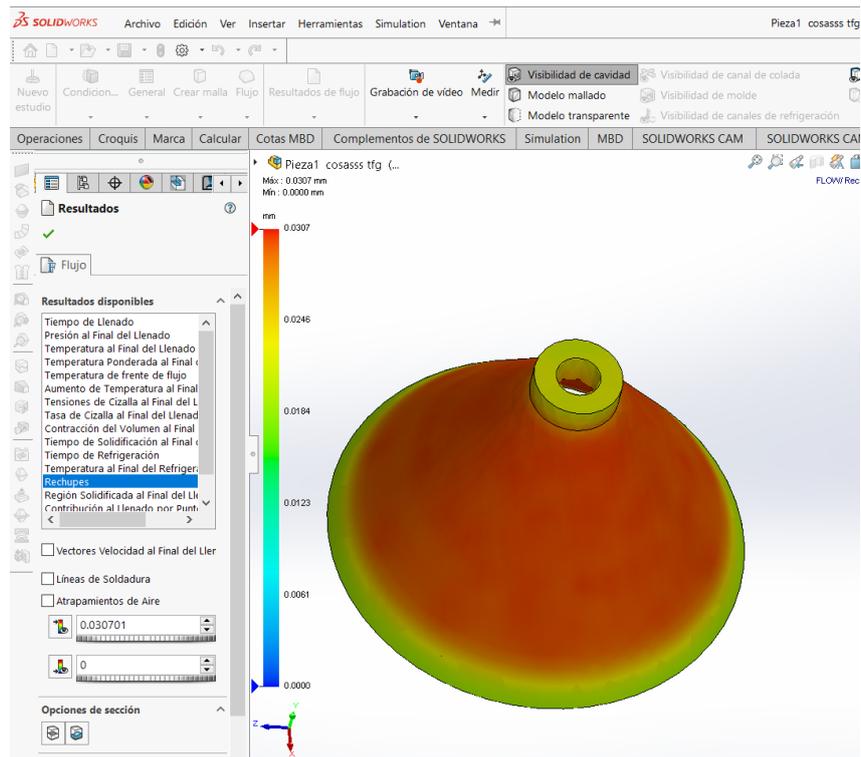


Ilustración 31 Rechupes. Análisis de llenado. Solid Works.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

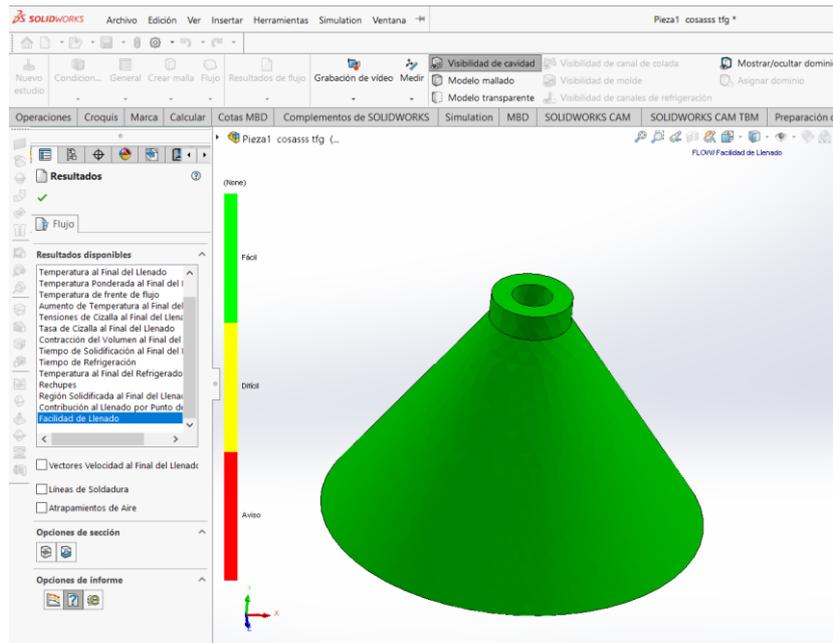


Ilustración 32 Facilidad de llenado. Análisis de llenado. SolidWorks.

Cómo podemos concluir con estos resultados, este método de llenado tendría una calidad satisfactoria para la calidad final que se desea para esta pieza, ya que su funcionalidad no se vería afectada

10.4. Diseño del molde multicavidad:

Para conocer la cantidad de piezas que pueden ser inyectadas ya hemos visto en la pág. 32 que existen varios métodos dentro del marco teórico, si bien, en la situación en la que se encuentra el proyecto es un poco diferente ya que en este caso el tamaño de la pieza a inyectar y la máquina seleccionada va a ser la que marque el número de cavidades del molde, en este caso se ha creído conveniente fijar el número de piezas a inyectar en 4 a la vez.

Aunque esta herramienta sea muy útil, cabe destacar que los resultados proporcionados por el programa son aproximados y orientativos y que ayudan al diseñador a cumplimentar su idea, pudiendo ser el resultado final diferente al visto en el software.

10.4.1. Tipos de molde:

El molde es una de las partes críticas que se debe cuidar y desarrollar con más cuidado.

La función básica de este elemento es moldear el termoplástico, aunque existen diferentes tipos de moldes por sus diseños, sus tipos de colada o cavidades.

Podemos encontrar la siguiente clasificación de moldes [20]:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- Moldes de 1 cavidad:

Cómo su nombre indica son moldes que tienes solamente una cavidad y, por tanto, sólo pueden producir una única pieza por ciclo de inyección. Se suelen utilizar para creaciones de piezas de gran tamaño.[21]

- Moldes multicavidad (de 2 hasta 128 cavidades):

Por cada ciclo de inyección se realizan varias piezas, las cuales pueden ser idénticas o diferentes y así producir piezas relacionadas de un molde de familia en un solo ciclo de inyección. [22]

- Moldes de tres placas:

Estos moldes son utilizados cuando parte del sistema de canales se encuentra en un plano diferente al punto de inyección.

El sistema de canales para un molde de tres placas descansa sobre un segundo plano de partición paralelo al plano de partición principal. Esto sirve para que cuando el molde se abra se permita la expulsión de los canales de colada y el bebedero.[23]

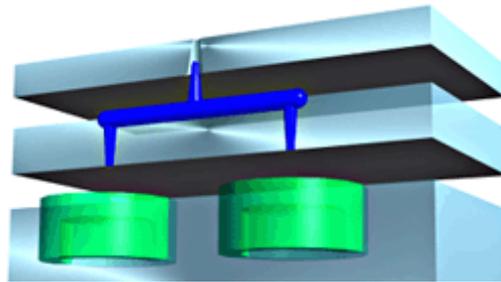


Ilustración 33 Molde de tres placas. Fuente: Autodesk [23]

- Moldes de doble disparo o triple disparo:

Este sistema de inyección es muy utilizado para la inyección en varias gamas de colores, materiales, con diseños complejos en un mismo ciclo de inyección. Un ejemplo sencillo sería la inyección de un teclado de ordenador.[24]

- Moldes para procesos de sobre moldeo:

El sobremolde es un proceso de moldeo por inyección de varios pasos en el que dos o más componentes se moldean uno encima del otro. A veces, el sobremolde recibe el nombre de moldeo de doble disparo, porque es un proceso de dos pasos. [25]

- Moldes para prensas verticales con mesa rotatoria:

Utilizada para piezas especiales con requerimientos muy precisos.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Ilustración 34 inyectora vertical con mesa giratoria de 1.300 mm de diámetro. Fuente: izaro.com

- Moldes de colada caliente:
Consiste en un distribuidor y en un juego de boquillas que mantiene el material fundido constantemente gracias a unas resistencias eléctricas. Una de sus ventajas es el bajo porcentaje de desperdicios generado. [26]
- Moldes de colada fría:
En contraposición con la colada caliente, este proceso es más económico y fácil de mantener y su uso es conveniente para inyecciones que supongan el cambio de color rápidamente. [27]
- Moldes stack:
Este tipo de moldes también llamados “sándwich”, tienen de peculiaridad la capacidad de duplicar la producción mediante la adición de más cavidades, manteniendo el mismo tamaño con la adición de una segunda capa de cavidades en paralelo a la primera capa, siendo solo el tiempo de apertura y cierre de molde el que aumente en la duración total del ciclo. [28]

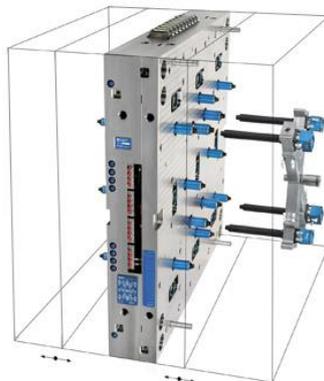


Ilustración 35 Molde Stack. Fuente: moldhotrunnersolutions.com

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

En el caso de la pieza a inyectar se ha optado por el diseño de un molde de tres capas, para facilitar el diseño de los sistemas de conducción de colada y así situar los puntos de inyección dónde se requiere. También es necesario este tipo de molde ya que el sistema de colada anteriormente mencionado se sitúa en un plano diferente al punto de inyección. Este segundo plano de partición permite la expulsión de los canales y del bebedero cuando se abre el molde. En la siguiente ilustración de un molde de tres placas, los canales se expulsan por separado de las cavidades.

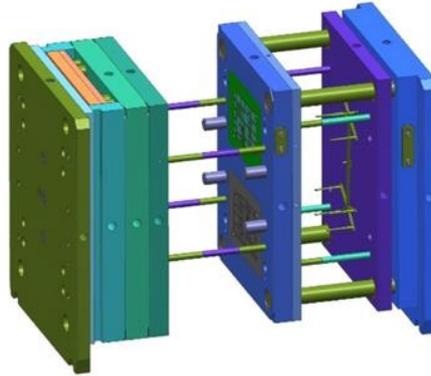


Ilustración 36 molde de tres placas. Fuente: hsmolds [29]

Los moldes de tres placas presentan varias ventajas significativas:

1. Más baratos que un molde con canales calientes.
2. Menos proclives a romperse que un molde con canales calientes.
3. Los materiales térmicamente sensibles tienen menos probabilidades de degradarse.

Sin embargo, también hay que mencionar una serie de desventajas:

1. Mayor tiempo de ciclo debido a la expulsión del sistema de canales.
2. Se desperdicia más material.
3. Se requiere una mayor presión de inyección para llenar el molde.

10.4.2. Sistema de alimentación: Definición:

El sistema de alimentación se encarga de trasladar el polímero fundido desde el punto de inyección hasta la cavidad o cavidades del molde. El sistema de alimentación se compone de tres elementos básicos (se puede observar en la Ilustración 37):

- Bebedero: es el punto por el cual el polímero entrara desde la máquina de inyección.
- Canal: cavidad mecanizada en la placa (en el caso presente teniendo en cuenta el tipo de molde a diseñar) por el cual el polímero recorrerá la distancia desde el bebedero hasta los puntos de entrada al molde.
- Entrada: es la última parte del sistema de alimentación, la zona por la cual entra el material a la pieza.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

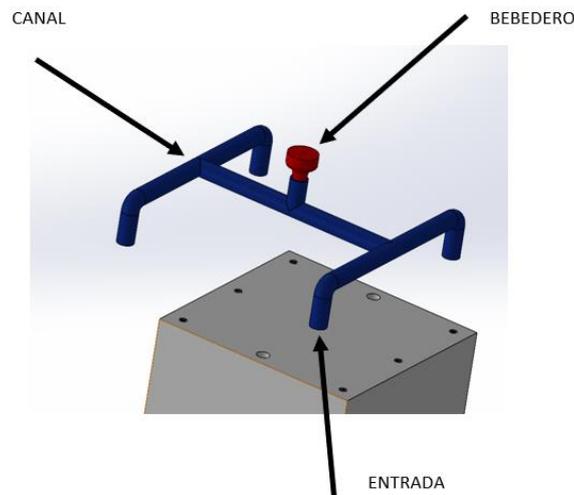


Ilustración 37 Partes del sistema de alimentación de un molde de inyección. Fuente: Propia

Hay varias herramientas y asistentes de molde, pero en este caso no se ha utilizado ninguna de esas herramientas y todo se ha hecho con la aplicación de SolidWorks.

10.5. Condiciones óptimas de inyección:

En el apartado de la página 39 ya se habían indicado los parámetros de inyección, tanto el material como la temperatura y la presión. A continuación, se adjuntará la información con el mismo tipo de estudio, pero para la inyección de cuatro piezas en el mismo ciclo de inyección.

10.5.1. Tiempo de llenado:

En la Ilustración 38 se puede observar el tiempo de llenado correspondiente a cada color, siendo la parte superior la última en llenarse ya que, al entrar el polímero en la cavidad, por el propio peso, baja hasta la parte inferior de éste.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

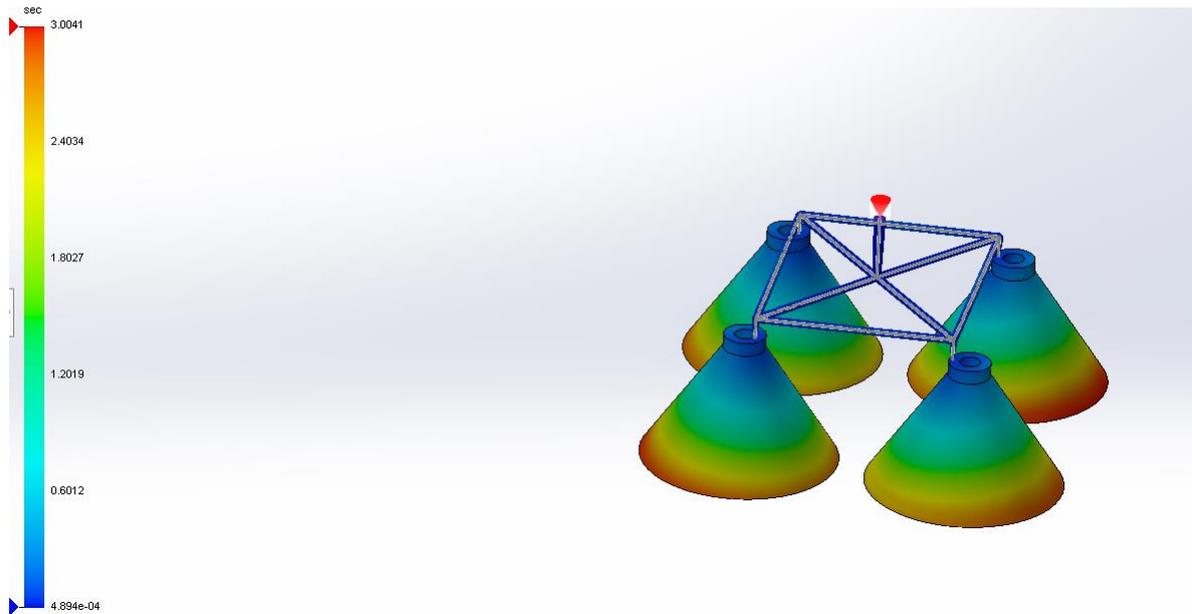


Ilustración 38 Tiempo de llenado. Fuente: SolidWorks.

Todas las rutas de flujo terminan simultáneamente y alcanzan los bordes al mismo tiempo, lo que confirma que es un sistema equilibrado con un avance de flujo constante.

10.5.2. Confianza de llenado:

El resultado muestra la probabilidad de llenado con el polímero seleccionado una región de la cavidad. El resultado se basa en datos de presión y temperatura:

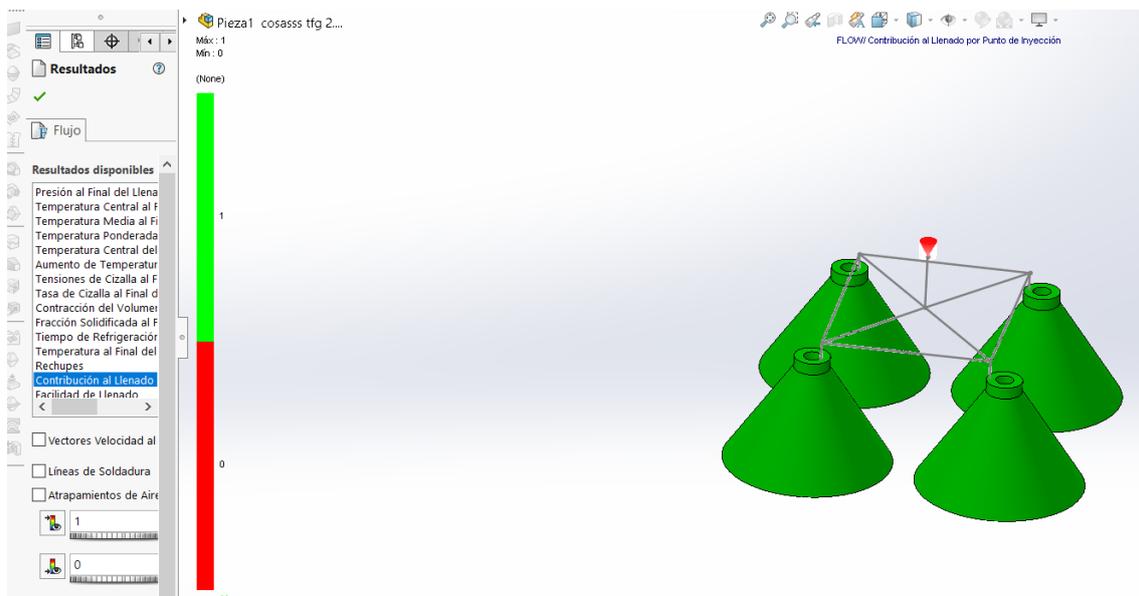


Ilustración 39 Confianza de llenado. Fuente: SolidWorks.

Como se puede comprobar en la Ilustración 39 toda la pieza es de color verde por lo que se confirma que la pieza se llenará.

10.5.3. Presión al final del llenado:

Muestra el valor de la máxima presión de inyección. Al principio del llenado, la presión es cero. La presión aumenta a medida que pasa el frente de la masa fundida, a causa de la longitud de flujo creciente entre esta ubicación específica y el frente de la masa fundida.

La diferencia de presión entre una ubicación y otra es la fuerza que impulsa el flujo de la masa fundida de polímero durante el llenado. El gradiente de presión es la diferencia de presión dividida por la distancia entre dos ubicaciones.

El polímero como cualquier fluido en condiciones normales se mueve en el sentido del gradiente de presión negativo, desde la presión más alta hacia la más baja; por tanto, la máxima presión se produce en los puntos de inyección del polímero y la presión mínima se produce en el frente de masa fundida durante la fase de llenado.

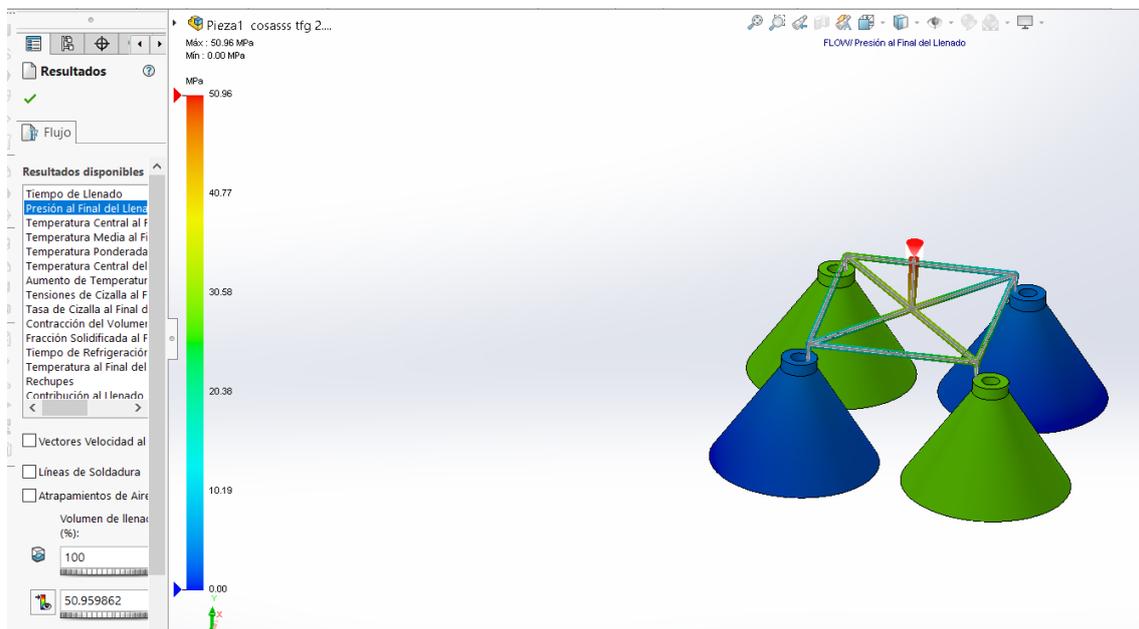


Ilustración 40 Presión al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

Esta pieza se puede llenar correctamente con una presión de inyección de 51.0 MPa (7392.75 psi).

La presión de inyección necesaria para el llenado es inferior al 66% del límite de presión de inyección máxima especificado para este análisis. Esto significa que se encuentra dentro del límite especificado

20.000 psi (~ 140 MPa) es el límite de presión de inyección máxima de la mayoría de las máquinas de moldeo de inyección del mercado, aunque se produzcan pérdidas de presión en la totalidad de la máquina de moldeo de inyección. Por ejemplo, en la boquilla, el inyector, los canales de colada y los puntos de inyección. Estas pérdidas implican un aumento de los requisitos generales de presión de inyección.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Puesto que el límite de presión de inyección máxima es superior a 20.000 psi (~ 140 MPa), este se suele considerar un proceso de moldeo de alta presión que quizás requiera una combinación de tornillos y espigas especial o una máquina de moldeo de inyección de alta presión.

10.5.4. Temperatura:

Las siguientes ilustraciones mostrarán la evolución de la temperatura del molde en cada punto del ciclo de llenado.

Puesto que la temperatura máxima al final del llenado se ha mantenido y no ha superado los 10 grados Celsius de la temperatura de material inicial, existe un riesgo bajo o nulo de degradación del plástico.

El tiempo de refrigeración estimado se determina cuando el 90% de la temperatura de la pieza es inferior a la temperatura de eyección del material.

El tiempo medio de refrigeración del moldeo de inyección suele oscilar entre algunos segundos y un minuto. Los resultados del análisis indican que algunas áreas de la pieza podrían tardar más de un minuto en enfriarse.

La disminución general del espesor de pared o la extracción de material de las secciones más gruesas de la pieza contribuirá a que la refrigeración sea más uniforme y requiera menos tiempo, además de acortar la duración del ciclo en general.

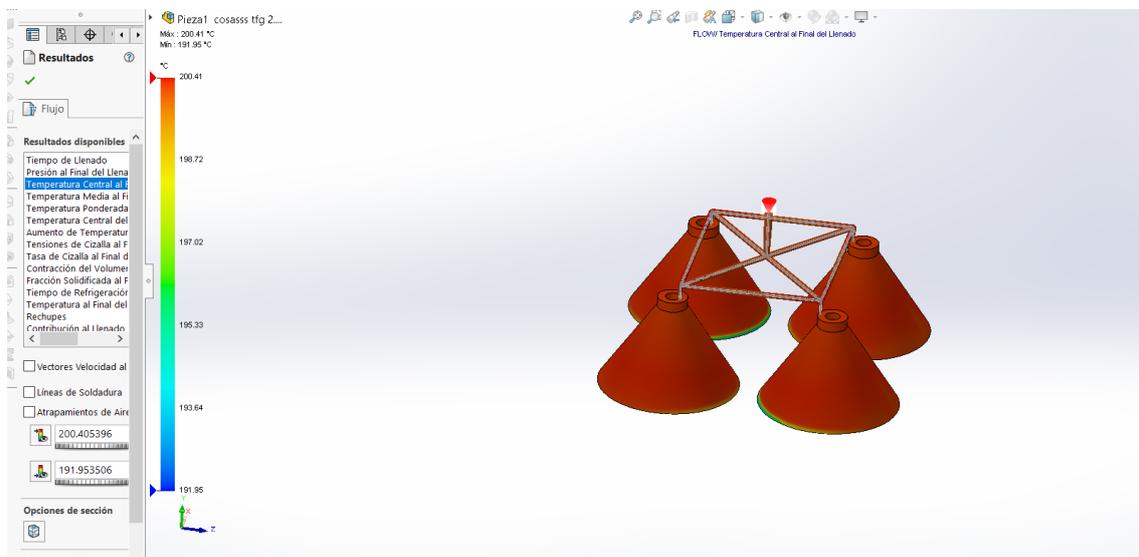


Ilustración 41 Temperatura central al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

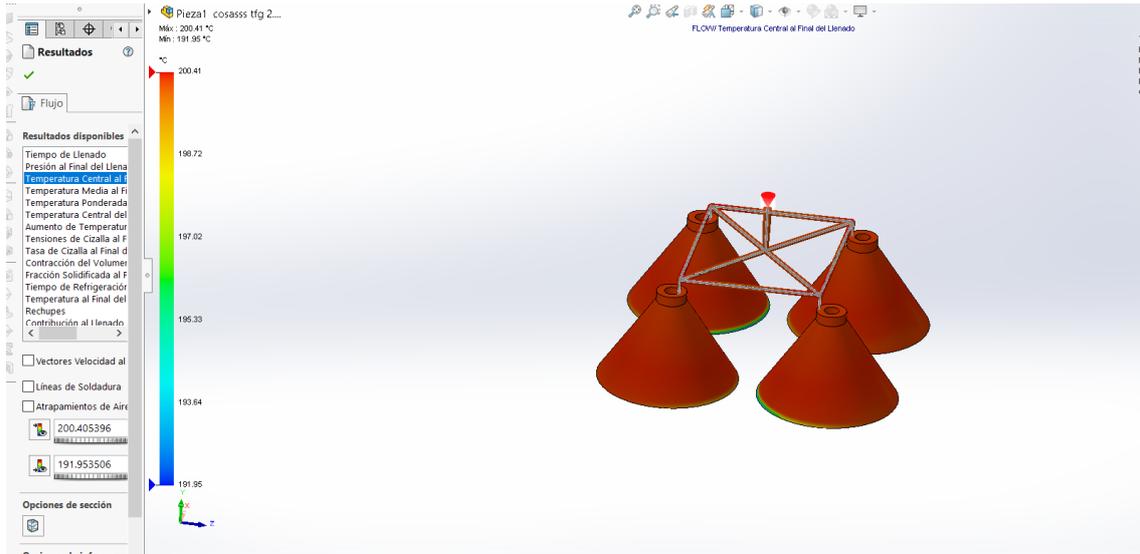


Ilustración 42 Temperatura media al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

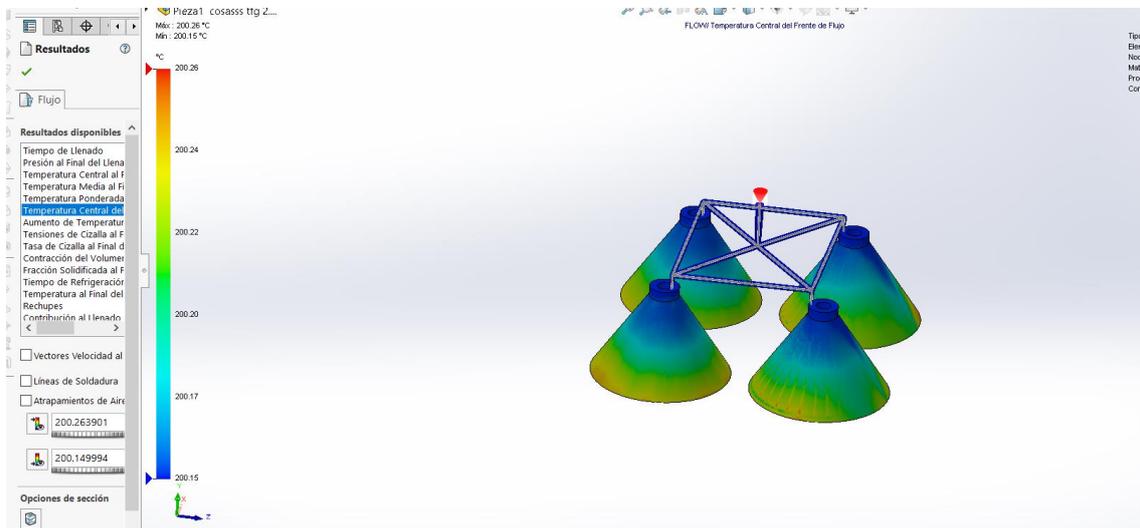


Ilustración 43 Temperatura central del frente de flujo. Fuente: SolidWorks.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

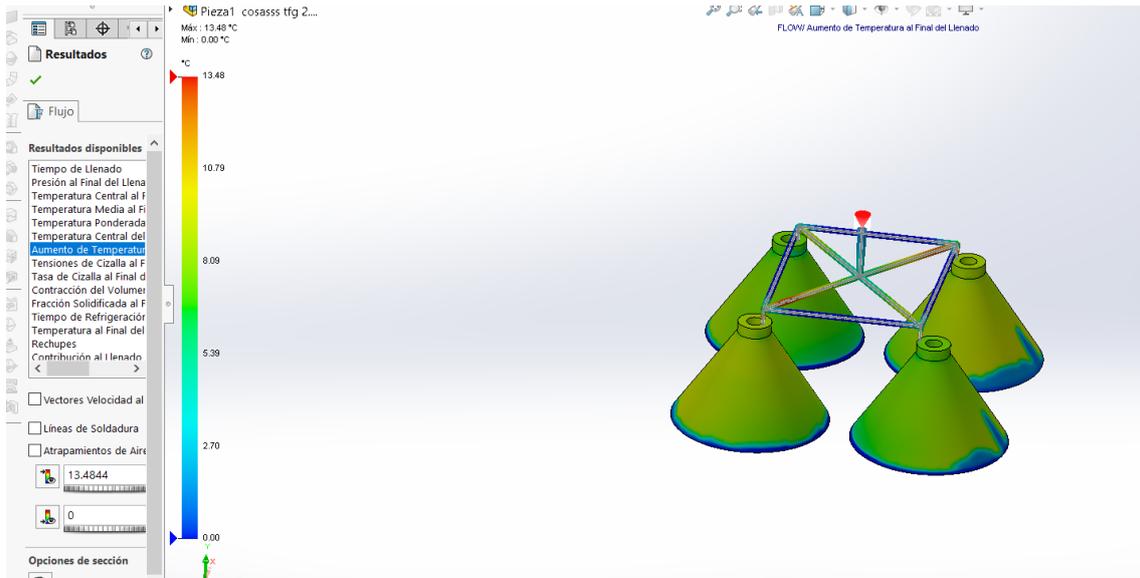


Ilustración 44 Aumento de temperatura al final del llenado. Fuente: SolidWorks

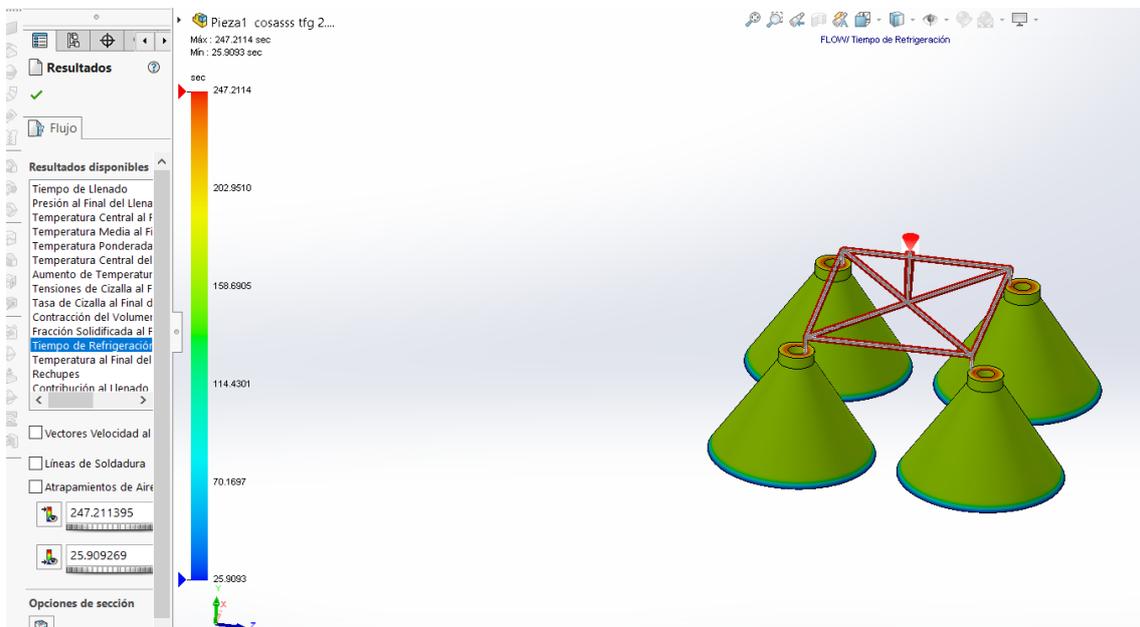


Ilustración 45 Tiempo de refrigeración. Fuente: SolidWorks.

10.5.5. Compactación:

El resultado de este estudio es la observación de la contracción volumétrica en cada área, que es expresada como porcentaje del volumen moldeado original.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

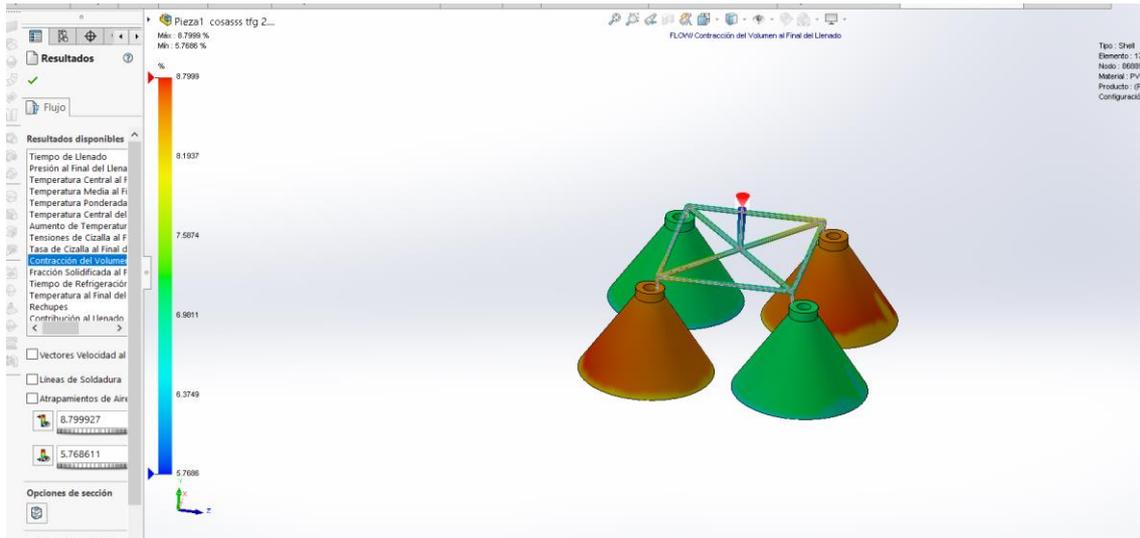


Ilustración 46 Contracción del volumen al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

Las contracciones tienen un porcentaje asumible ya que el sistema de colada, en la pieza diseñada no será exactamente igual, evitando el canal que rodea a los canales principales, pero a consecuencia del programa, esta es una aproximación del diseño original, por lo que no es preocupante estas deformaciones. También es importante destacar que la pieza a diseñar no requiere de unos ajustes y calidades muy altos por lo que es asumible.

Una vez terminado el proceso de inyección, la etapa de compactación culmina con la refrigeración de la pieza.

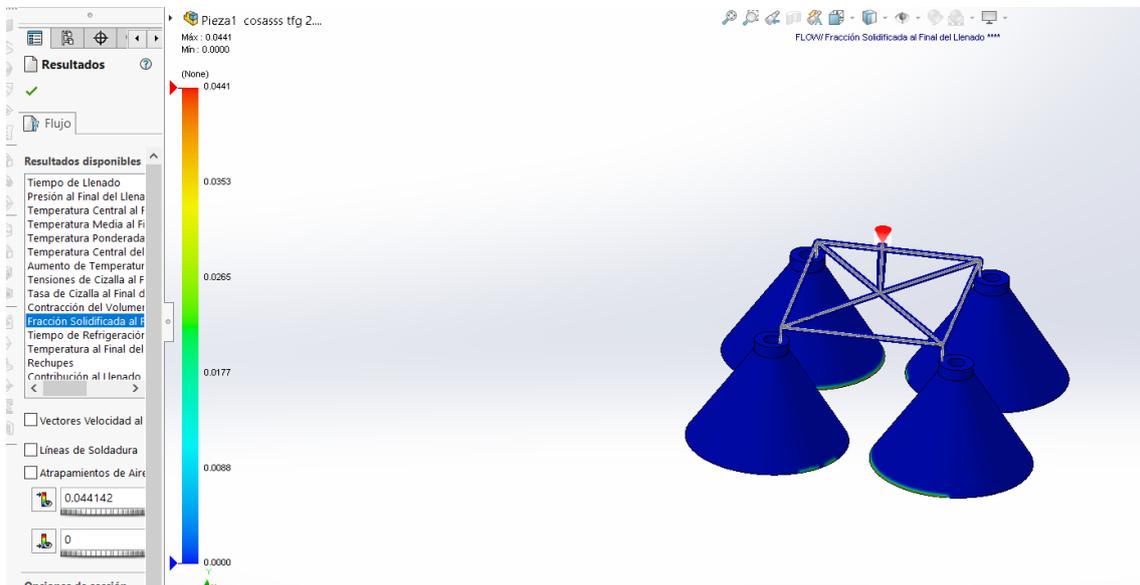


Ilustración 47 Fracción solidificada al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

Como se puede observar en la imagen, al finalizar la inyección, la pieza necesitará otros segundos para solidificarse. Esto es debido al tiempo introducido para la inyección.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

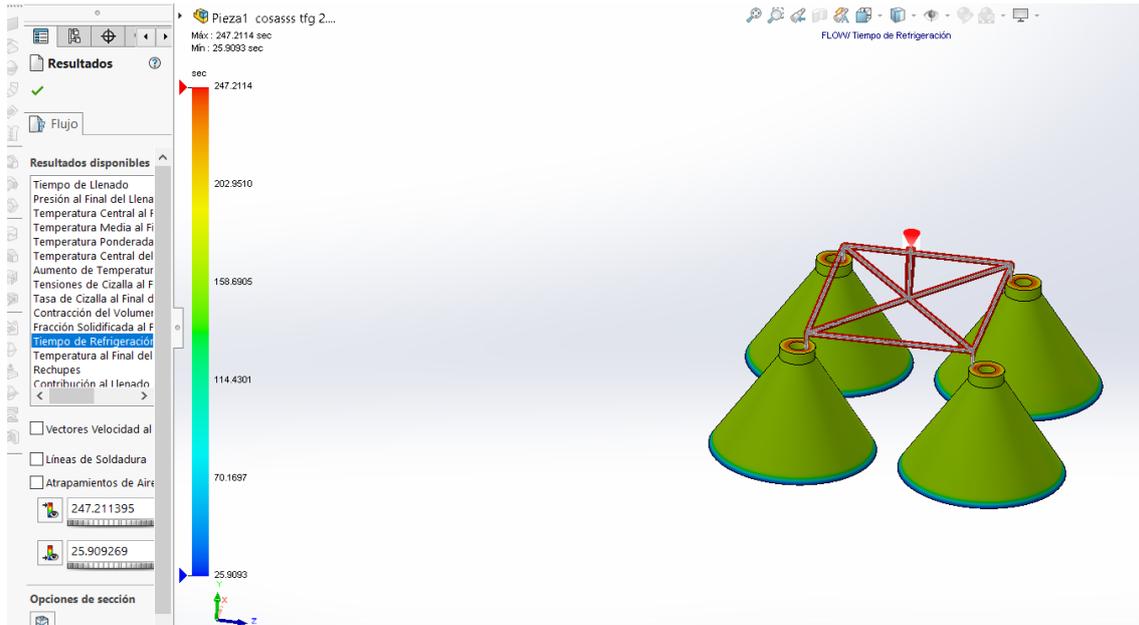


Ilustración 48 Tiempo de refrigeración. Fuente: SolidWorks.

El tiempo de refrigeración es de 4 minutos aproximadamente, lo que hace que durante este periodo de tiempo se puedan realizar otras tareas de cambio de utillaje y procesos SMED.

10.5.6. Posibles defectos de la pieza:

Como cualquier proceso, puede que no sea perfecto y surjan defectos. Estos defectos pueden llegar a causar que la pieza diseñada se tenga que descartar siendo esta defectuosa, ya que no cumplirían los requisitos mínimos, habiendo una importante pérdida económica.

Estos son los posibles defectos que se pueden encontrar en el proceso de inyección:

1. Líneas de soldadura:

En piezas de plástico, este tipo de defectos puede causar problemas estructurales o hacer que el aspecto de la pieza sea inaceptable.

Una línea de soldadura es un punto débil y en muchas ocasiones un defecto visible que se crea cuando dos o más rutas de flujo convergen durante el proceso de llenado. Las zonas dónde se suelen observar son en torno a agujeros o insertos de la pieza, o también en las ocasiones dónde exista más de un punto de inyección o un cambio de espesor de la pared. Al enfrentarse dos flujos de colada y enfriarse antes de encontrarse no se mezclarán bien. Visiblemente se podría apreciar como un cambio de color o una pequeña muesca.

Las soluciones para poder evitar este tipo de defectos puede ser el cambio del tiempo de llenado para que los flujos se encuentren en una ubicación distinta dónde se puedan mezclar bien.

Una buena soldadura se produce cuando la temperatura de masa fundida está como máximo 20°C por debajo de la temperatura de inyección.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Este tipo de soluciones suele acarrear otro tipo de problemas en el proceso de moldeo por inyección. Cada opción exige considerar todos los aspectos relevantes.[30]

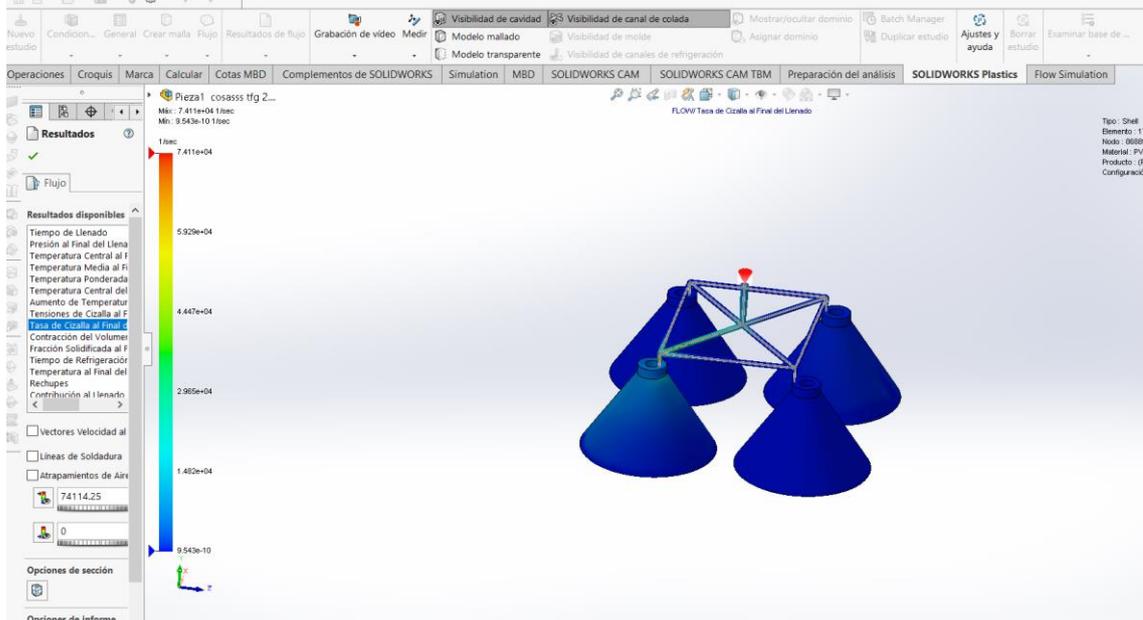


Ilustración 49 Tasa de cizalla al final del llenado. Fuente: SolidWorks.

2. Rechupes:

Los rechupes aparecen como depresiones en la superficie de una pieza moldeada. Suelen ser de un tamaño mínimo pero muchas veces son visibles. La profundidad es solo uno de los criterios. Esta condición no afecta a la resistencia ni a la funcionalidad de la pieza, se consideran defectos de calidad inaceptables. Seden principalmente a la contracción térmica durante la refrigeración. Si la superficie es suficientemente rígida, en lugar de una deformación superficial se crea un vacío en el interior.

Se pueden emplear varias soluciones como optimizar la presión de compactación o cambiar la geometría de la pieza minimizando así las secciones gruesas y reduciendo el espesor, aunque como ya se ha comentado, buscando un equilibrio ya que evitando ciertos defectos pueden aparecer otros.

Otra solución más sencilla sería cambiar la ubicación de las entradas en las áreas problemáticas. Esto hace que la pieza compacte en estas secciones antes de que se solidifiquen las secciones más finas entre la entrada y las áreas problemáticas. También optimizar el sistema de coladas ya que un diseño restrictivo puede provocar una solidificación prematura o simplemente cambiando de polímero.[31]

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

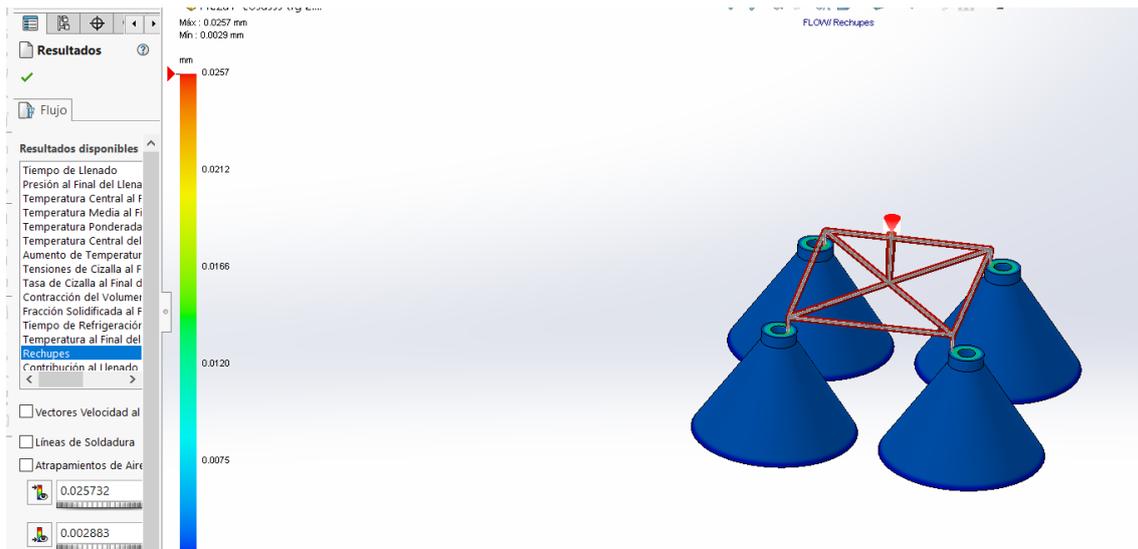


Ilustración 50 Rechupes. Fuente: SolidWorks.

3. Llenado incompleto:

Este defecto se produce cuando falta material, es decir el polímero a inyectar no es suficiente para la creación de la geometría deseada. Cualquier factor que aumente la resistencia del frente de flujo de la masa fundida de polímero puede ocasionar un llenado incompleto. Algunos de estos factores son temperaturas de inyección bajas, atrapamientos de aire en el interior de la cavidad del molde, insuficiente presión de inyección etc.

Existen algunas prácticas que pueden solucionar este problema cómo es rellenar antes las partes más gruesas de la pieza, puntos de inyección situados lejos de las zonas delgadas del molde, aumento de los canales de alimentación, una ventilación adecuada o simplemente aumentar la velocidad y la temperatura de inyección.

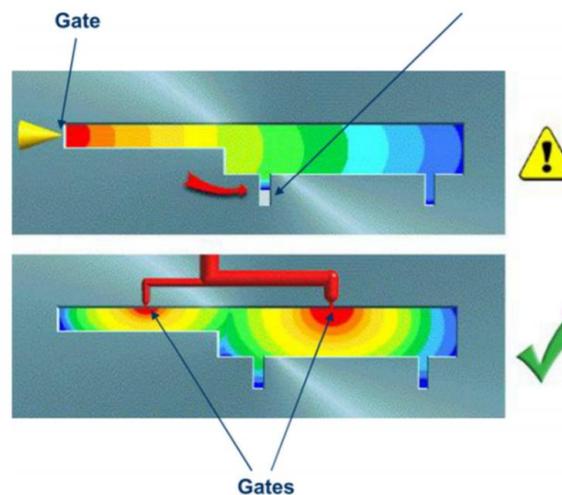


Ilustración 51 correcto posicionado de los puntos de inyección para evitar un llenado incompleto. Fuente: moldblade [32]

4. Aire atrapado:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Este defecto es ocasionado cuando una cierta cantidad de aire no puede escapar fuera del molde durante la inyección, apareciendo una pequeña zona sin material en la pieza final.

Para minimizar estos defectos se podría evitar cambios de espesor bruscos, crear zonas de aireación eficaces; situándose éstas en las zonas dónde el molde se llene al final del ciclo. Otra opción sería reducir la velocidad de inyección, evitando así fenómenos como el “jetting” o chorro.

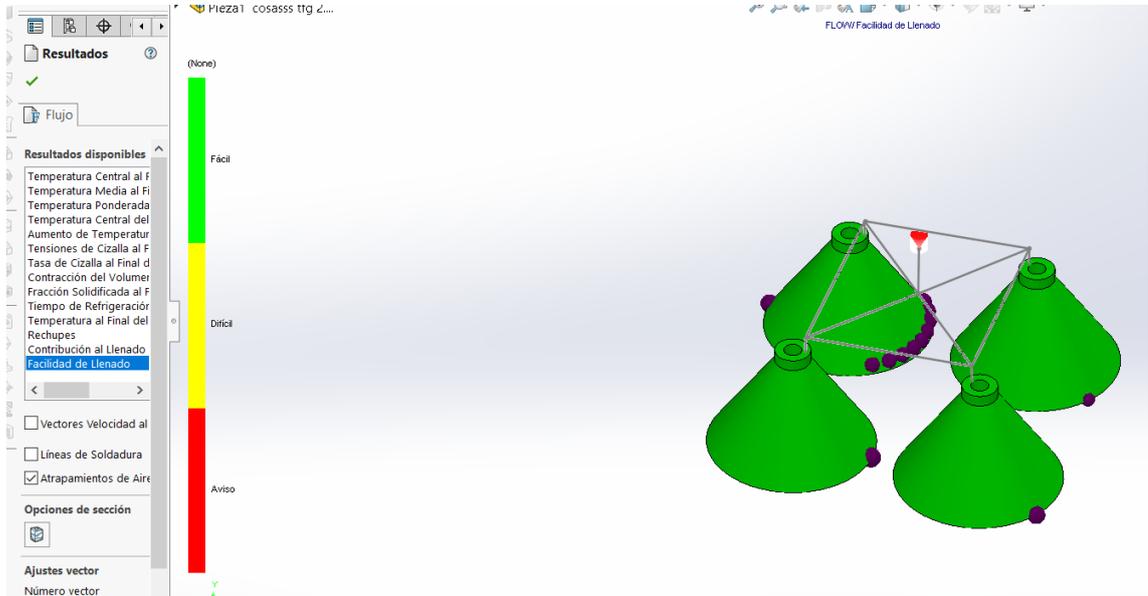
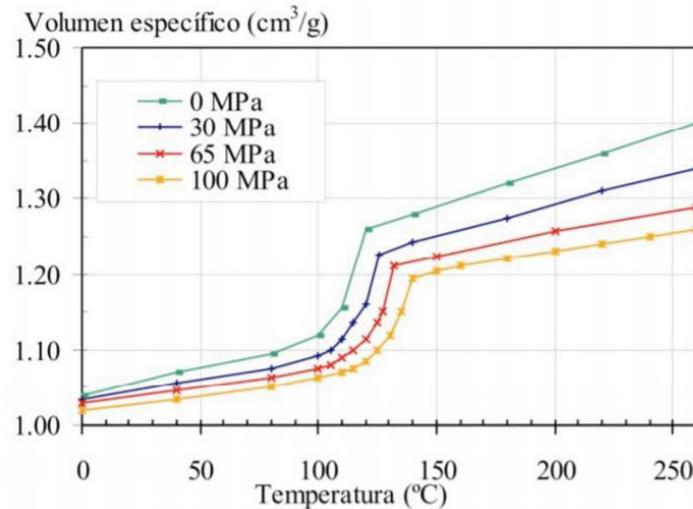


Ilustración 52 atrapamientos de aire (esferas moradas). Fuente: SolidWorks.

5. Contracciones dimensionales, alabeos y torceduras:

La contracción es un proceso inherente en el proceso de inyección que deberemos tener en cuenta en el diseño del macho y la hembra de nuestro molde. Esto se produce ya que la densidad del polímero depende de su temperatura, por lo que al enfriarse cambia ligeramente de tamaño (véase la Gráfica 10). Esto puede producir una serie de tensiones internas en la pieza. Si las tensiones residuales inducidas durante el moldeo son suficientemente elevadas, la pieza tras su expulsión del molde puede alabearse o retorcerse, obteniéndose piezas defectuosas.

Este fenómeno ya se ha podido explicar en la página 54.



Gráfica 10 Curva PVT. Fuente: Moldblade [32]

11. SELECCIÓN DE MÁQUINA INYECTORA:

La máquina inyectora juega un papel fundamental en la rentabilidad del producto, esta selección debe hacerse con sumo cuidado, teniendo en cuenta el objetivo principal; la mejora de la competitividad. Hay unos aspectos que hay que tener en cuenta para la compra de una máquina inyectora [33]:

- Qué se quiere fabricar.
- Qué material se quiere inyectar.
- La cantidad que se quiere producir.
- Tamaño de los lotes.
- Presupuesto.

Estos parámetros determinan la fuerza de cierre, gramaje de inyección, presión de inyección, carrera de apertura etc. Para ello el estudio anteriormente realizado ha facilitado la información que se puede observar en la Tabla 5 arrojará luz a la hora de la elección de la maquina inyectora:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Tabla 5 Parámetros de inyección. Fuente: SolidWorks Plastics.

Fuerza de Cierre X-dir.	96.0900 Tonne
Fuerza de Cierre Y-dir.	108.9500 Tonne
Fuerza de Cierre Z-dir.	96.2300 Tonne
Presión de inyección Requerida	50.9600 Mpa
Temperatura Central Máx	200.4100 °C
Temperatura Media Máx	205.5600 °C
Temperatura ponderada máxima	213.6300 °C
Tensiones de Cizalla Máx	0.4900 Mpa
Tasa de Cizalla Máx	74114.2500 1/sec
Tiempo de Refrigeración Medio Perfecto	161.6500 sec
Tiempo de CPU	2139.03 sec
Tiempo de ciclo	255.22 sec
- 1. Tiempo de llenado	3.00 sec
- 2. Tiempo de Refrigeración	247.21 sec
- 3. Tiempo de Apertura Molde	5.00 sec

11.1. Fuerza de cierre:

La fuerza de cierre es el tonelaje de cierre que la máquina es capaz de realizar. Esta necesita tener el molde cerrado y soportar la presión plástica que se está desarrollando dentro de las cavidades del molde y colada fría.[34]

Es recomendable que la máquina escogida tenga un 20% más de fuerza que la que se va a necesitar.

11.2. Volumen de inyección:

Es la masa máxima de polímero que la máquina es capaz de inyectar. Para determinar el parámetro que necesitamos para la pieza que se quiere inyectar se debe sumar el volumen de la pieza (piezas en este caso) y del sistema de canales.

El volumen de inyectada de las piezas es de 864450.64 mm³. Por lo tanto, será necesario seleccionar una máquina que tenga un volumen de inyección mínimo de esa cantidad.

11.3. Presión de inyección:

Es la presión necesaria para que el polímero llene el molde. Es una consecuencia entre otras variables de la velocidad de inyección programada, viscosidad del material, etc.

La presión de inyección durante la fase de llenado debe ser suficiente para conseguir las velocidades programadas y, por tanto, obtener el tiempo de llenado deseado.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

La presión está determinada, por tanto, por los mismos parámetros que la velocidad de inyección:

- Resistencia al flujo del material.
- Temperatura del molde.
- Temperatura del aceite hidráulico.
- Temperatura del material a inyectar.
- Velocidad de llenado.

Según los datos obtenidos la máxima presión durante el llenado es de 50.96 MPa. Se recomienda que la presión máxima sobre el material no exceda de 180 MPa.[35]

11.4. Máquina seleccionada:

La inyectora seleccionada será una máquina compacta de la familia “Engel” llamada e-mac. Es flexible y totalmente eléctrica para aplicaciones convencionales.



Ilustración 53 Inyectora seleccionada. Fuente: Engel global.

Esta máquina promete mínima ocupación de espacio, combinando flexibilidad para configurar la máquina y amplios conocimientos de la aplicación propia que dispone “ENGEL”.

Tabla 6 Detalles técnicos de la máquina inyectora. Fuente: Engel global.

Serie	e-mac	Tipo de unidad de inyección	horizontal	Construcción	toggle lever
Tipo de máquina	e-mac 465/100	Diámetro del husillo	40 mm	Distancia entre columnas	470x420 in
Motor	electric	Volumen máximo de carrera	220 cm³	Placas de sujeción (h x v)	650x600 mm
Disponible de	2022/09			Fuerza de cierre	1000 kN
				Distancia máx. entre platinas	900 mm

Podemos destacar esta máquina por la comodidad de que disponga de columnas y no sea el diseñador o fabricante del molde el que los tenga que integrar en el diseño del molde.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Por tanto, comparando las características con los requisitos, podemos observar que la máquina cumple.

12. MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN:

Para la fabricación de moldes de inyección de plásticos se deben crear moldes que cumplan con las siguientes características:

- Las exigencias impuestas a la pieza fabricada.
- Tiempo de ciclo.
- Los costes de fabricación del molde.
- Número de piezas a realizar.

Según el material a inyectar y la función de la pieza; además de cuánto se contraiga el material una vez solidificado, necesitaremos unas especificaciones de molde u otras.

12.1. Tipos de procesos para la elaboración de moldes:

Para comprender totalmente el proceso y materiales necesarios para el diseño de un molde de inyección es esencial conocer los diferentes procesos de elaboración.

12.1.1. Mecanización con arranque de viruta:

El material es arrancado o cortado con una herramienta dando lugar a un desperdicio o viruta. La herramienta consta, generalmente, de uno o varios filos o cuchillas que separa la viruta de la pieza en cada pasada. En el mecanizado por arranque de viruta se dan procesos de desbaste (eliminación de mucho material con poca precisión; proceso intermedio) y de acabado superficial que se requiera a las distintas superficies de la pieza.

Tienen una limitación física ya que no se puede eliminar todo el material que se quiera porque llega un momento en que el esfuerzo para apretar la herramienta contra la pieza es tan liviano que la herramienta no penetra y no se llega a extraer viruta por lo que a veces el acabado necesita un pequeño repaso manual.[37]

12.2. Troquelado:

La elaboración sin arranque de material se emplea principalmente cuando hay que obtener cavidades del molde con una superficie inalcanzable para el mecanizado.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

El punzón templado que posee el contorno de la pieza se sumerge con presión creciente y a poca velocidad, entre y mm/min en la matriz de acero recosido suave.[37]

12.3. Electroerosión:

Proceso de conformación en el que se aprovecha el efecto de desgaste producido por descargas eléctricas breves y consecutivas, con tensiones alternas de 20V, entre electrodo y el molde dentro de un líquido dieléctrico.

Mediante breves descargas sucesivas se calienta, a la temperatura de fusión un volumen limitado de la pieza y del electrodo que se elimina explosivamente de la zona de trabajo mediante fuerzas mecánicas y eléctricas.

Las ventajas de este proceso es que se pueden trabajar todos los materiales conductores sin importar su resistencia mecánica.[37]

12.4. Galvanotecnia:

Este proceso de conformación por galvanizado parte de un modelo positivo o negativo de la pieza deseada. Sobre este se deposita galvánicamente una capa metálica de espesor considerable, eligiéndose el metal dependiendo de las características que tendrá la pieza; por lo general se utilizan níquel y sus aleaciones.

El material es precipitado sobre el modelo hasta un espesor de 5mm y posteriormente es reforzada por una o varias capas de otro metal resistente de 10 a 15 mm de espesor para después ser mecanizada por un torno o fresadora para que cumpla con las medidas de tamaño y pulido deseado.[37]

12.5. Proyección metálica:

En este proceso se funden materiales de bajo punto de fusión en una pistola llamada "SWIFT" y se proyectan sobre cualquier superficie de un modelo prediseñado de cualquier material en el que se enfriará y tomará las dimensiones exactas de la pieza a moldear.

La principal ventaja de este proceso son los cortos tiempos de producción de los moldes y la posibilidad de obtener prácticamente la reproducción de cualquier modelo.[37]

Habitualmente los moldes son fabricados en aceros, metales no férricos como el aluminio, o con materiales de base cerámica.

Ya que la pieza a fabricar no requiere unas exigencias mecánicas muy altas, pero si un buen acabado de la pieza, así como el coste de fabricación del mismo, que se busca lo más asequible posible.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Ya que es un producto muy extendido en el mundo de la fabricación de moldes, para el presente proyecto se ha escogido el acero como material para la creación del molde. A continuación, se indagará más en las características de este material.

12.6. Acero:

El acero es una aleación de hierro (Fe), silicio (Si) o aluminio (Al). Estas aleaciones alteran las propiedades del metal puro que en este caso es el hierro. A consecuencia de estas aleaciones se consigue un material más resistente y menos oxidable.[38]

12.6.1. Clasificación del acero:

El acero puede clasificarse de diversas formas.

Según el método para darle forma:

- Acero moldeado: Se deja enfriar en el molde.
- Acero laminado: Hecho de láminas de diferente grosor y planas.
- Acero forjado: Se calienta, modela y se enfría en una forja.

Según su utilización:

- Acero refractario.
- Acero para la construcción
- Acero para fabricar imanes
- Acero indeformable
- Acero para fabricar herramientas
- Acero inoxidable

Según su composición:

- Aceros ordinarios: Son los que están compuestos por hierro y carbono exclusivamente.
- Aceros especiales: Son los que además de hierro y carbono, contienen otros elementos químicos.
-

12.6.2. Propiedades del acero:

Es difícil determinar sus propiedades universales, aunque a grandes rasgos:

- Densidad: 7850 Kg/cm^3
- Al calentarse se dilata y al enfriarse se contrae.
- Punto de fusión: $3000 \text{ }^\circ\text{C}$
- Gran tenacidad y bastante dúctil.
- Maleable.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- Susceptible a la corrosión, corregible añadiéndole químicos como níquel o cromo.
- Fácil de soldar.
- Buen conductor de la electricidad.
- Propiedades magnéticas.
- La dureza depende de la cantidad de carbono que contenga la mezcla de hierro y carbono.

La colaboración entre fabricantes de acero y fabricantes de moldes ha facilitado el desarrollo de una gran variedad de aceros destinados a este propósito. Dependiendo de la función de la pieza dentro del molde se necesitará un tipo de acero u otro.

En la actualidad existen 5 tipos de acero para moldes:

- Aceros de cementación.
- Aceros bonificados.
- Aceros resistentes a la corrosión.
- Aceros templados y revenidos.
- Aceros de nitruración.

Para observar las diferencias entre los tipos de aceros observaremos la siguiente tabla, en la cual observaremos varias puntuaciones que corresponden a: 0 (malo), 1 (regular), 2 (bueno) y 3 (óptimo).

Tabla 7 Comparación de propiedades mecánicas de diferentes tipos de aceros. Fuente: How to Make Injection Molds [39].

	DUREZA	RESISTENCIA AL DESGASTE	TENACIDAD	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	SOLDABILIDAD	CAPACIDAD DE PULIDO	MECANIZABLE
Cementación	3	3	2	0	0	3	3
Bonificado	0	0	2	0	2	2	1
Resistente corrosión (recocido)	3	2	0	2	1	3	1
Resistente corrosión (bonificado)	0	1	2	3	1	2	1
Templado	3	3	3	1	3	2	0

12.7. Elección final:

- Piezas del molde en contacto directo con el polímero: Para esta función se necesita un acero de alta resistencia ya que son las partes del molde que más sufren, necesitando así material de alta calidad. Se ha decidido seleccionar “Uddelholm Polmax” [40] ya que es un acero específico para moldes resistente a la corrosión gracias al templado y capacidad de mecanizado, muy importante para darle a la pieza la forma deseada.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- Resto de pieza: Las otras piezas no normalizadas o compradas de catálogos específicos se realizarán con acero 1.1730 por su excelente resistencia y por ser costo económico, ya que es bastante asequible. Tiene una ductilidad reducida, templado fácil de deformar y agrietar, por lo que el templado se deberá realizar enfriándose bruscamente.[41].

13. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MOLDE:

Como se ha comentado, el molde a realizar es un molde de tres capas ya que los canales de colada se encuentran en un plano diferente. A continuación, se incluye un esquema con las distintas partes:

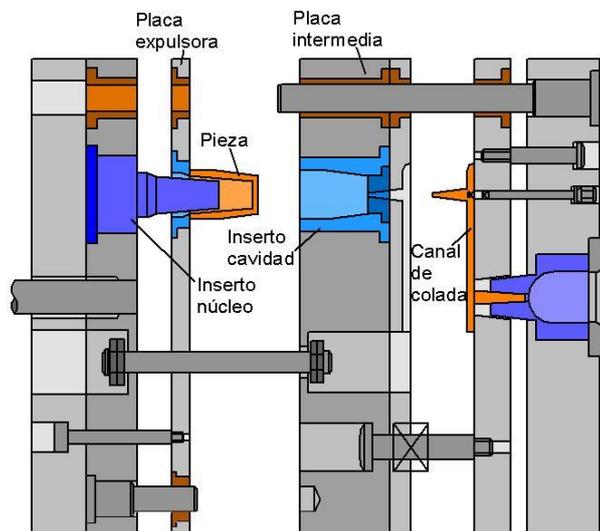


Ilustración 54 partes de un molde de tres placas. Fuente: ikastaroak [42]

13.1. Descripción de los componentes del molde:

En este apartado se pasará a la descripción de las piezas que forman el conjunto. En su mayoría han sido diseñadas en SolidWorks 2021, aunque algunos componentes normalizados han sido seleccionados de catálogos.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

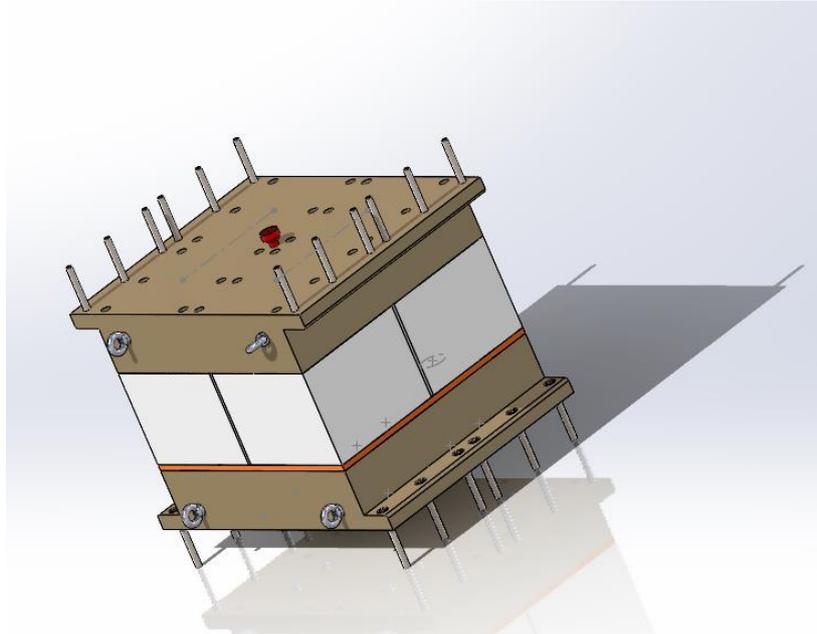


Ilustración 55 Molde diseñado.

13.1.1. Parte fija:

Llamada así ya que es la parte del molde que no se mueve cuando se realiza la tarea de la inyección. Esta parte se encuentra sujeta a la máquina de inyección, al plato de la máquina fija. Se encuentra donde apoya el cilindro de inyección de la máquina, para introducir en el molde el plástico fundido. Es decir, es el que está más cerca del grupo de inyección.

13.1.1.1. Placa base lado fijo:

Placa la cual se podrá acoplar a la parte fija mediante tornillos Allen, así mismo a la parte móvil. Su grosor será el suficiente como para evitar deformaciones. El hueco para el bebedero y los conductos de colada se encuentran mecanizados, así como los huecos para los centradores que ahorrarán mucho tiempo a la hora del montaje del molde. Sus dimensiones se podrán consultar en el documento 'Planos'.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

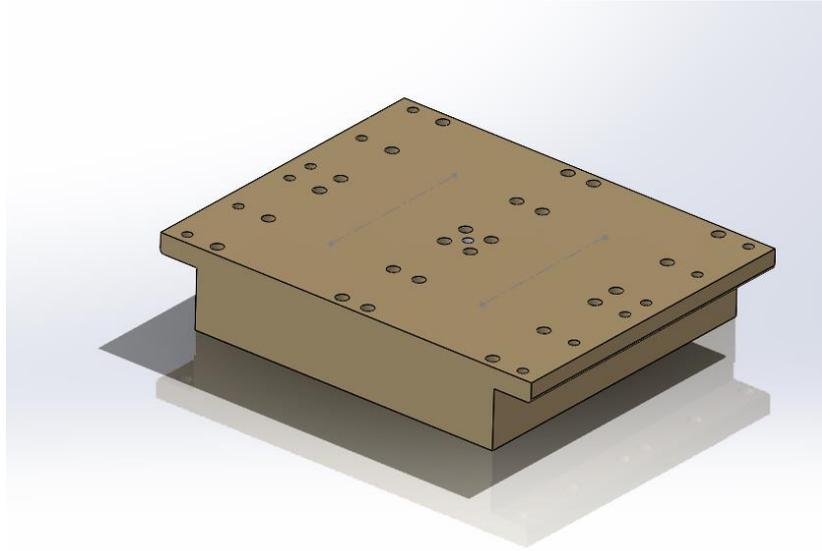


Ilustración 56 Placa base lado fijo 1

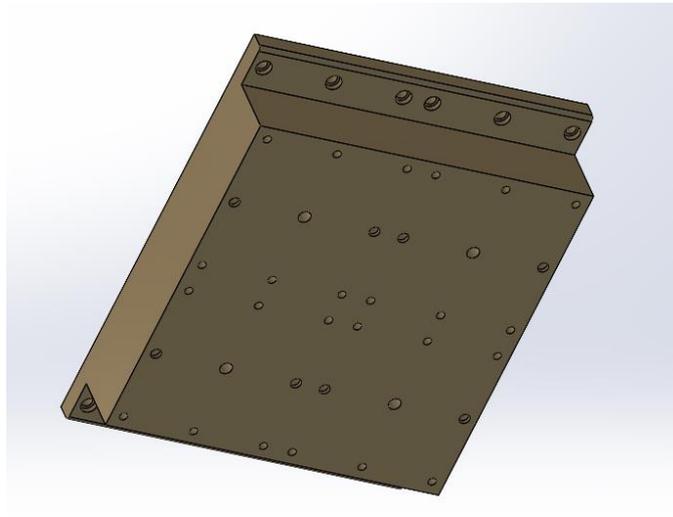


Ilustración 57 Placa base lado fijo 2

13.1.1.2. Bebedero:

El bebedero de inyección es una pieza cilíndrica con un orificio tronco cónico que está colocado en la parte fija del molde. Permite el paso del flujo del material procedente de la boquilla de la máquina de inyección, al cerrar la máquina. Esta es una pieza normalizada del catálogo de Hasco

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

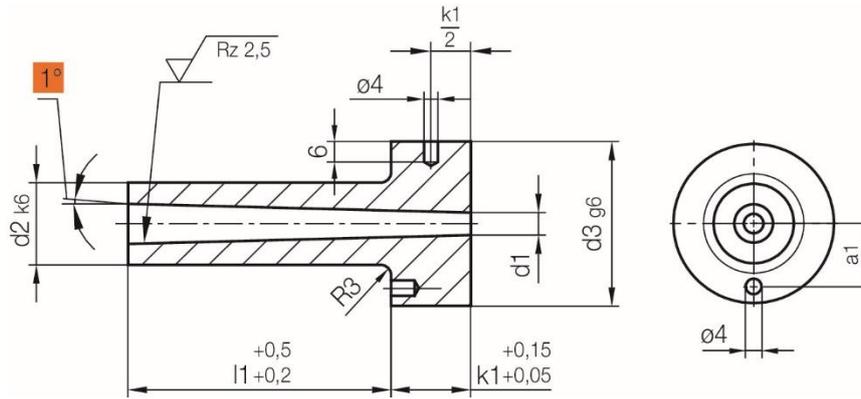


Ilustración 58 Casquillo de inyección, sin radio de puntera. Fuente: hasco.com

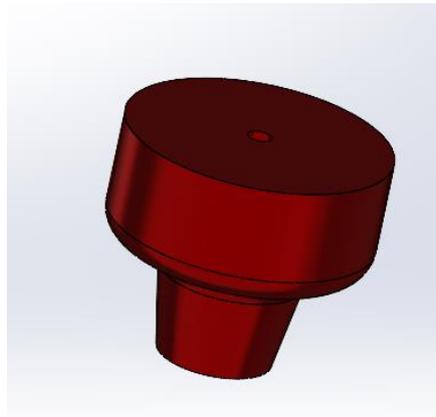


Ilustración 59 bebedero visto en Solidworks.

13.1.1.3. Centrador:

Se utilizarán cilindros centradores no normalizados, que irán encajados con apriete en los agujeros mecanizados para ello. Estas piezas se realizarán en el torno con acero 1.1730.

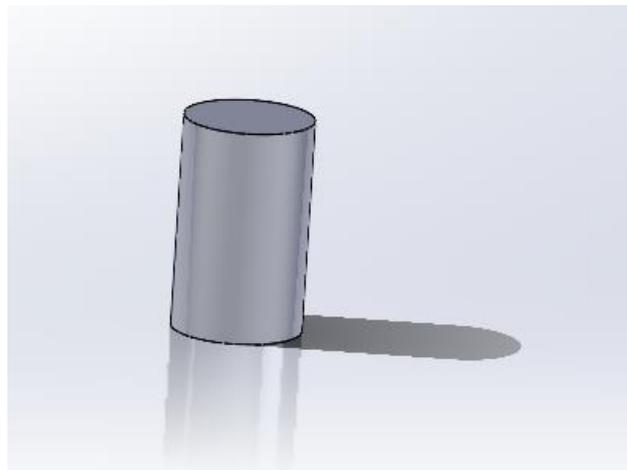


Ilustración 60 Centrador.

13.1.1.4. Tornillos:

Estos elementos de fijación suelen ser tornillos Allen DIN 6912, de diferentes longitudes y métricas. Los tornillos permiten que las piezas sujetas con los mismos puedan ser desmontadas cuando la ocasión lo requiera.



Ilustración 61 tornillo Allen DIN-6912

A continuación, se podrá observar los tornillos utilizados:

Tabla 8 Tornillos a utilizar

TORNILLO	MÉTRICA	LONGITUD	CANTIDAD
DIN 6912	M8	70	22
	M10	90	24
	M10	80	12
TOTAL			58

13.1.1.5. Válvula de separación:

Esta válvula estará situada en la placa de sujeción fija inferior del molde, y será la encargada de expulsar los canales de colada después de la apertura del molde. Se trata de una pequeña válvula de aire de aguja, que empujará mediante un chorro de aire el material solidificado.

La válvula consta de un casquillo y de una aguja, esta será regulable para poder adaptarse a diferentes situaciones. El funcionamiento de la válvula es muy simple, por el canal de 8 mm habilitado en el lateral del molde se suministrará aire, el cual pasará por las incisiones del casquillo y posteriormente al canal de la aguja, esta realizará un pequeño retroceso para dejar pasar el aire por el orificio a la pieza. Se ha dejado una pequeña diferencia de diámetro del canal y de la aguja, por lo tanto, el aire podrá circular sin problemas. El mecanizado para colocar la válvula se ha realizado siguiendo las recomendaciones y medidas del fabricante. Con la selección de este procedimiento para extraer los canales de colada, no es necesario hacer móvil la placa de forma que se coloca bajo la placa de sujeción fija, ni incluir varillas expulsoras, que son otros dos procesos habituales más utilizados para la extracción de los canales de colada y el bebedero en los moldes de tres placas.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas



Ilustración 62 válvula de separación.

13.1.2. Parte móvil:

Llamada así porque es la parte que está sujeta al plato móvil de la máquina y se mueve con ésta solidariamente. También es donde está el sistema de expulsión de la pieza que actúa cuando está terminada.

13.1.2.1. Placa base lado móvil:

Al igual que la anterior placa, mediante tornillos se fijará a la máquina de inyección.

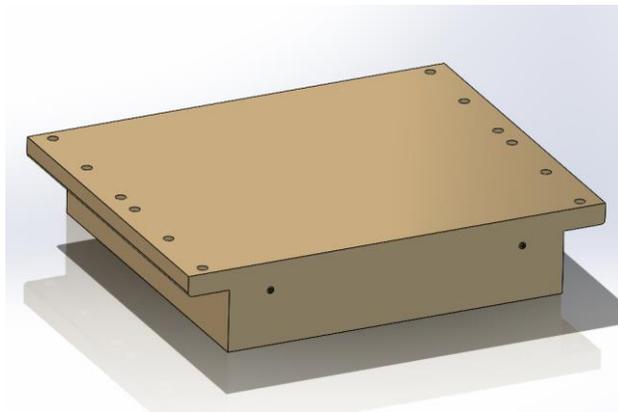


Ilustración 63 Placa base lado móvil.

Los agujeros se mecanizarán para habilitar la inserción de los componentes. En el costado se puede observar dos orificios donde estarán los cáncamos colocados. Será construida en acero 1.1730.

13.1.2.2. Placa base intermedia:

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Es una placa intermedia que está fijada a la placa macho. Lleva mecanizados tanto los huecos de los centradores como los agujeros de los tornillos. Es necesario hacer el mecanizado para los agujeros de los expulsores entre otros. Se mecanizará también el orificio circular con salida al exterior a modo de respiradero. Está fabricada en acero 1.1730 (F-114).

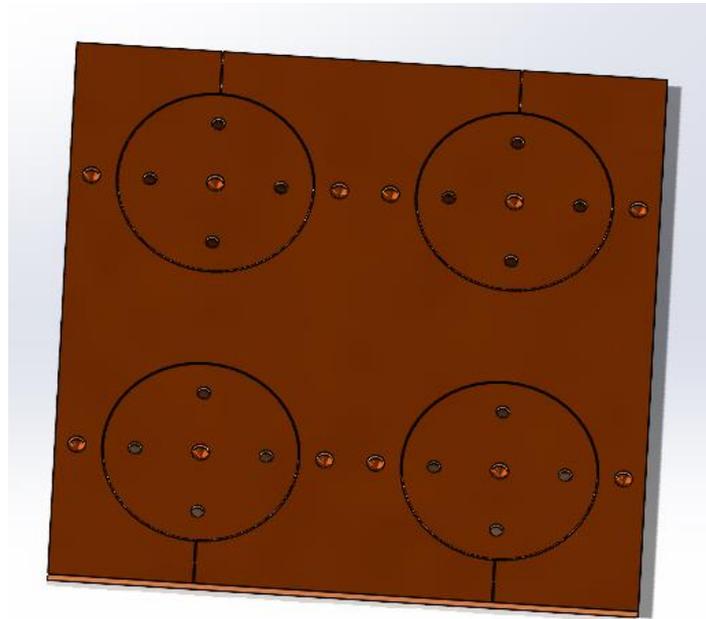


Ilustración 64 Placa base intermedia

13.1.2.3. Placa de cavidad hembra:

Es una de las placas donde se realizan las figuras de la pieza, exactamente en la parte móvil del molde. Junto a la pieza macho, es la placa más difícil de fabricar. Cuando se mecaniza se aplican las modificaciones necesarias teniendo en cuenta la contracción del material plástico y el ángulo de desmoldeo. Como está en contacto con la pieza será de un mejor material, acero Polmax. Lleva mecanizados los seis agujeros de los tornillos, dos centradores arriba y abajo y el hueco por dónde va el conducto de colada.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

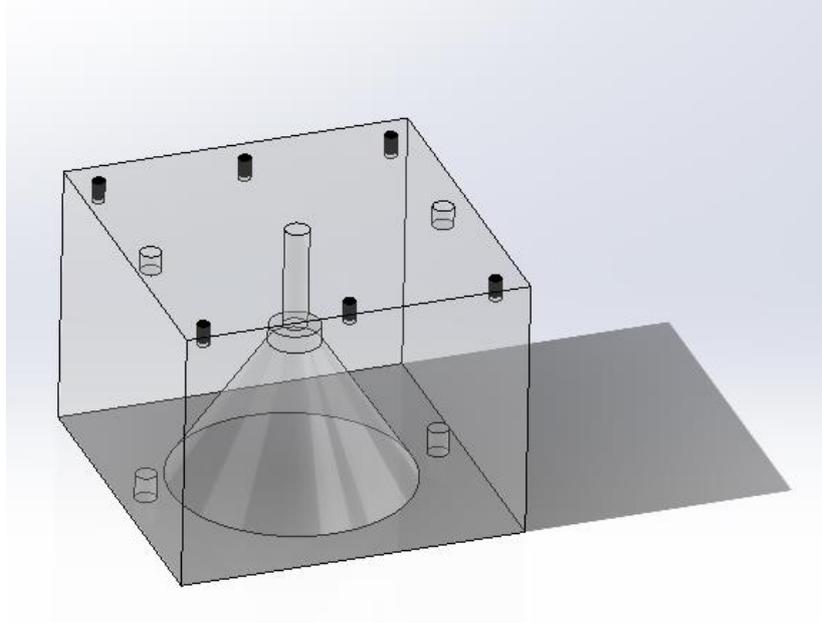


Ilustración 65 cubo pieza cavidad (hembra)

13.1.2.4. Pieza macho:

Esta pieza también se deberá realizar cómo la pieza anterior con acero Polmax, ya que debe ser de gran calidad para al estar en contacto directo con el plástico caliente. Es una de las piezas más difíciles de fabricar. Se mecanizarán los agujeros dónde se atornillará la pieza a la placa base y el hueco del centrador.

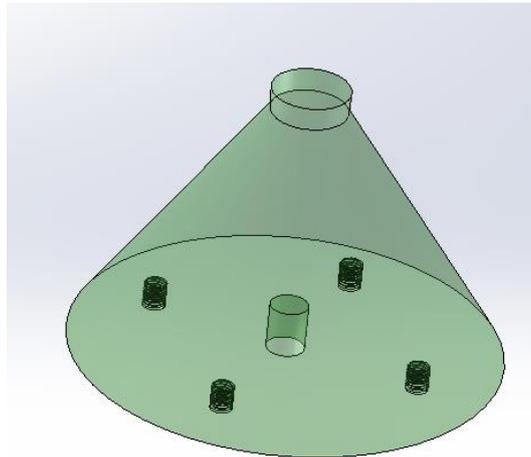


Ilustración 66 pieza macho

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

13.1.2.5. Cáncamo:

Cáncamo normalizado (DIN 580) de la marca Mitari que servirá para poder izar y mover con más facilidad el molde. Se realizará en acero C15E tal y como indica el fabricante, con un acabado galvanizado.



13.1.2.6. Elementos de fijación:

Se han empleado solamente tornillos DIN 6912 para la simpleza del desarrollo de este molde. También se ha recurrido a centradores, para que a la hora del montaje sea más sencillo y rápido su montaje, facilitando el trabajo del operario con esta técnica de métodos y tiempos. En 'Tabla 8 Tornillos a utilizar' se pueden observar las diferentes métricas, longitudes y cantidades de los tornillos necesarios.

13.1.2.7. Sistema de refrigeración:

Según los resultados obtenidos en el software de la simulación del llenado, las piezas a fabricar dadas sus características y las condiciones de inyección necesitaban de una refrigeración.

Por tanto, se ha optado por mecanizar en las placas de cavidad macho y hembra unos canales que cruzan completamente las piezas. Además de esto, se han mecanizado en los extremos roscas G ¼, para conectar los canales con el sistema de suministro externo.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

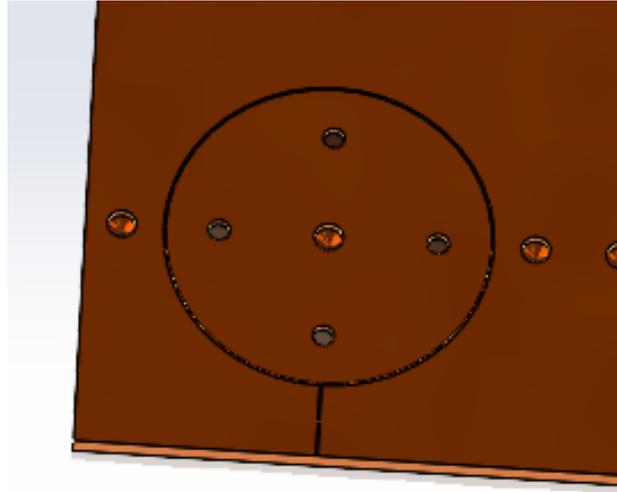


Ilustración 67 detalle de la placa base intermedia.

13.1.2.8. Sistema de desmoldeo:

Para un mejor desmoldeo de la pieza, tanto el macho como la hembra se ha diseñado con un ángulo de 2 grados aproximadamente (contrarios entre sí). A simple vista esto resulta insignificante.

A continuación, se observará el proceso de diseño llevado en SolidWorks con las medidas para llevar a cabo este pequeño cambio.

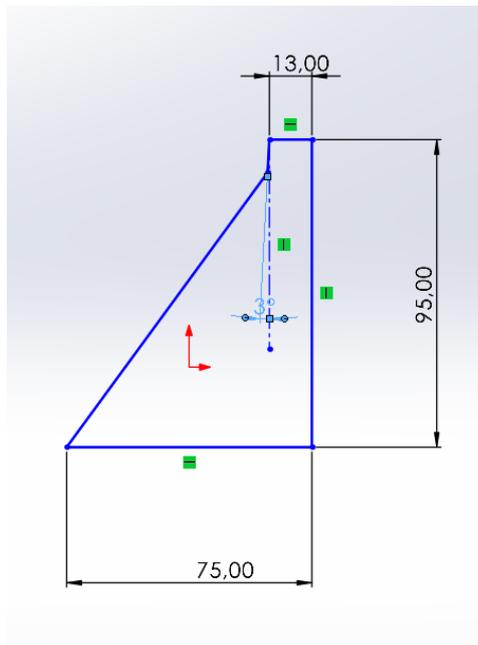


Ilustración 68 perfil sin revolucionar del macho.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Cómo se puede observar en Ilustración 68, existe un ángulo de tres grados en la vertical, lo que hace que la medida superior que era 15 mm ahora sea 13mm y la base que originalmente era 70 mm ahora sean 75.

Para el mismo proceso en la pieza hembra, se ha realizado un vaciado con revolución con las medidas que se muestran en la siguiente ilustración:

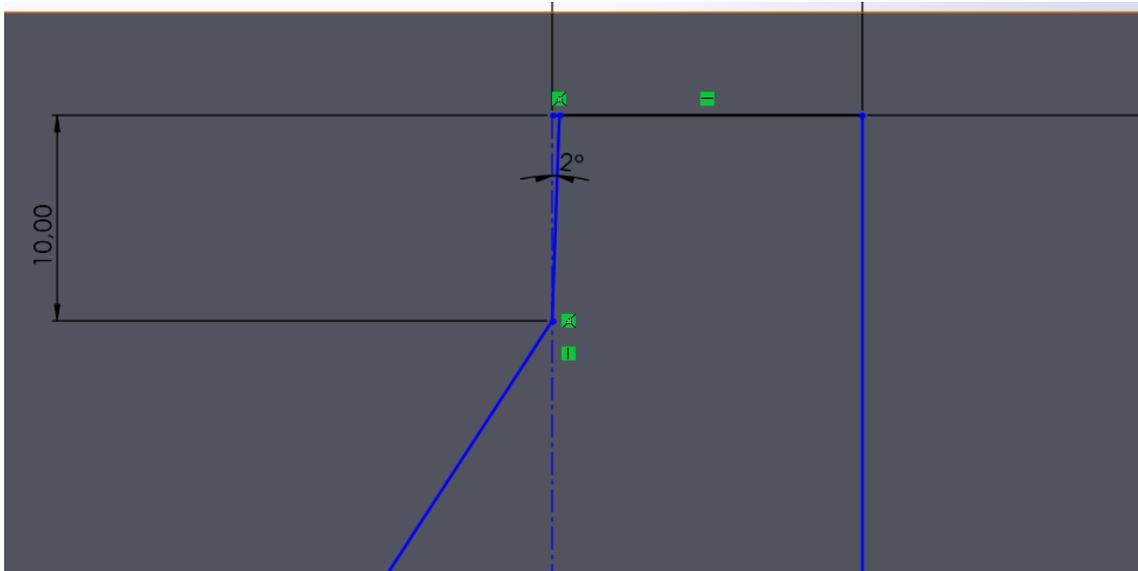


Ilustración 69 ángulo de desmoldeo en la pieza hembra.

13.1.2.9. Tabla de componentes:

Tabla 9 Lista de componentes.

COMPONENTE	FABRICANTE	MATERIAL	CANTIDAD
Pieza hembra	-	Acero Polmax	4
Pieza macho	-	Acero Polmax	4
Placa base lado fijo	-	Acero 1.1730	1
Centrador	-	Acero 1.1730	20
Válvula de separación	Carbone	Latón	8
Placa base lado móvil	-	Acero 1.1730	1
Placa base intermedia	-	Acero Polmax	1
Cáncamo	Mitari	Acero C15E	4
DIN6912-M8X70	Hasco	12.9	22
DIN6912-M10X90	Hasco	12.9	24
DIN6912-M10X80	Hasco	12.9	12
Bebedero	Hasco	1.2826	1

ANEXO 1: CATÁLOGOS COMERCIALES

DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO
FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE
CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES
MOTRICES LIMITADAS

22011-803G

TITULACIÓN: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD MECÁNICA

CURSO: 2020-2021

CONVOCATORIA: JULIO

AUTOR: AMALIA ARMAS RUIZ

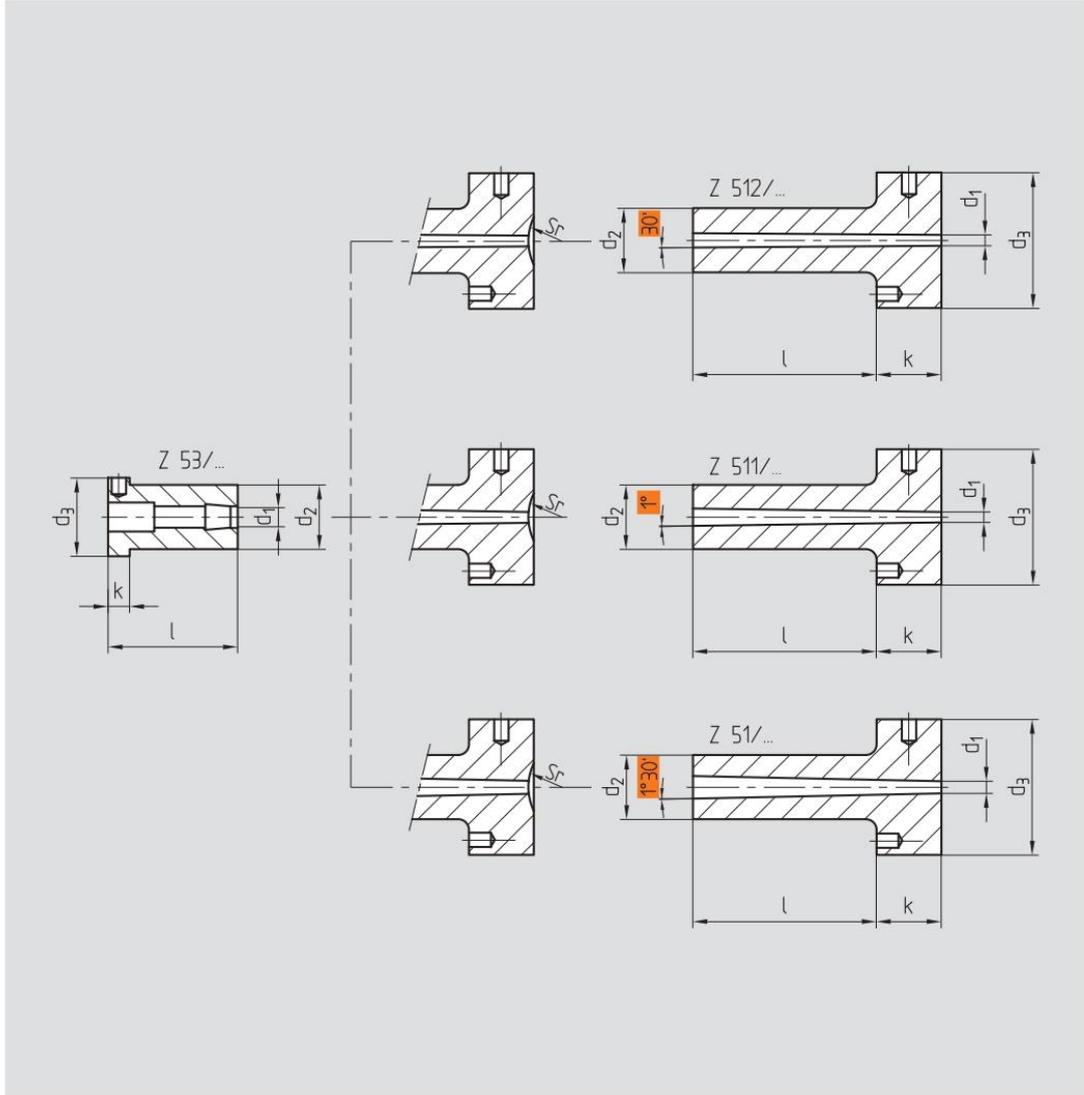
DIRECTOR/ES: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA



Tabla de contenido

1. BEBEDERO DE INYECCIÓN:	3
2. VÁLVULA DE SEPARACIÓN:	5
3. CÁNCAMO:	7
4. TORNILLOS:.....	9



Sous réserve de modifications techniques.
 Veuillez toujours vérifier toutes les données au moyen de
 nos informations produits publiées sur Internet.

Subject to technical modifications.
 Please always check all the data against the
 product information we publish in the internet.

Nr./No.	d ₂	l										d ₁	S _r		d ₃	k
		22	27	36	46	56	66	76	86	96	116		15,5	40		
Z51/...	18											3,5			38	18
												4,5				
	24											4,5			48	23
												6,5				
Z511/...	12											2,5			28	13
												3,5				
	18											3			38	18
												4				
Z512/...	12											2,5			28	13
												3,5				
	18											3			38	18
												4				
Z53/...	12											4			16	6
	18											6			22	
	24											8			28	

Technische Änderungen vorbehalten.
 Bitte überprüfen Sie stets sämtliche Angaben anhand
 unserer veröffentlichten Produktinformationen im Internet.

2. VÁLVULA DE SEPARACIÓN:



CÓDIGO:
P0754-108127

FICHA TÉCNICA

Válvula Para Inflar Balones 100 Piezas Surtek



*Nombre: Válvula para inflar balones 100 piezas	Alto paquete cm: 2
Caja Master: 1	Código de Barras: 660731081275
Código de producto: P0754-108127	EAN o UPC: 660731081275
Fondo (Paquete) cm: 10.5	Garantía: 1 año
Incluye: válvula	Largo (Paquete) cm: 10
Marca: Surtek	Peso (Kg): 0.135
Tipo: Bombas de aire	

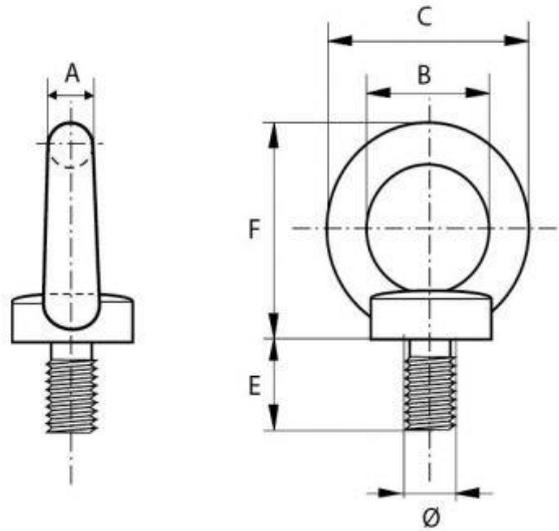
INFORMACIÓN ADICIONAL

- Aguja De 5/64"
- Rosca De 1/8" Npt
- Doble Orificio
- Precio Por Bolsa De 100 Piezas -Diámetro: 1/8"
- Precio De Venta Libre: Si
- Contenido Incluye: Válvula



3. CÁNCAMO:

DIN 580 EYE BOLT
GALVANIZED



WLL kg	Ø mm	A mm	B mm	C mm	E mm	F mm
140	M8	8	20	36	13	36
230	M10	10	25	45	17	45
340	M12	12	30	54	20.5	53
700	M16	14	35	63	27	62
1200	M20	16	40	72	30	71
1800	M24	20	50	90	36	90
3200	M30	24	60	108	45	109



- Tipo: DIN 580
- Rosca de tornillo: Métrico
- Marca: Mitari
- Material: Acero C15E
- Acabado: Galvanizado

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

- WLL: 140 tot 3.200 kg
- Medida: M8 tot M30
- Norma: EN10204
- Tipo de cáncamo: 2.1
- Según dimensiones: DIN 580

Los siguientes puntos de atención son importantes cuando se utilizan tuercas anulares y tornillos:

- Elija cuidadosamente una tuerca o un tornillo anulares con el límite de carga de trabajo correcto (WLL) en combinación con la aplicación
- Compruebe si hay daños (corrosión, deformación) antes de usar
- El tornillo de Rosca debe estar limpio y libre de daños.
- No utilice cáncamos ni tuercas de cáncamo deformados..
- No esmerile ni corte el perno de ojo o la tuerca de ojo
- Las tuercas anulares y los tornillos pueden verse afectados por el desgaste, la intemperie, la sobrecarga, etc.. inspeccionar periódicamente los productos entregados y aplicados de acuerdo con las normas de seguridad aplicables en el país de uso. Esto debe tener lugar al menos cada 6 meses, pero aún más a menudo en circunstancias más graves.
- Los tornillos y tuercas de anillo son de acero C15, forjados y equipados con Rosca métrica de tornillo. Disponible estandar galvanizado

El producto está etiquetado con:

- WLL (Work Load Limit)
- Identificación de material C15E
- Medida Métrica de Rosca de tornillo
- Símbolo del fabricante
- CE

-Atornille siempre las argollas de elevación completamente en la superficie usada

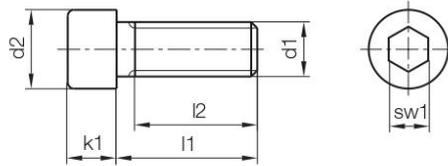
- Asegúrese de que la superficie sea lo suficientemente fuerte

4. TORNILLOS:

Z31/...

Zylinderschraube
Socket head cap screw
Vis à tête cylindrique à six pans creux

Mat.: 12.9/ 1200 N/mm²
DIN EN ISO 4762 (DIN 912)



2

sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.				
20	1,5	2	3,8	M2	6	Z31/2 x 6				
					8	8				
					10	10				
					12	12				
					16	16				
					20	20				
					2	2,5	4,5	M2,5	12	Z31/2,5x12
					16				16	
					20				20	
					2,5				3	5,5
	8	8								
	10	10								
	12	12								
	16	16								
	20	20								
	30	30								
	35	35								
	40	40								
	3	4	7	M4	6	Z31/4 x 6				
	8				8					
10	10									
12	12									
14	14									
16	16									
18	18									
20	20									
22	22									
25	25									
30	30									
35	35									
40	40									
45	45									
50	50									
4	5				8,5	M5	6	Z31/5 x 6		
8		8								
10		10								
12		12								
14		14								
16		16								
18		18								

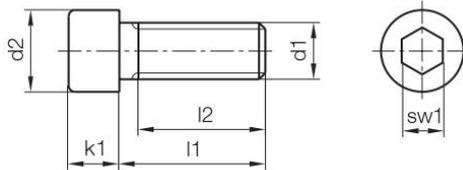
sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.
20	4	5	8,5	M5	20	Z31/5x 20
					22	22
					25	25
					30	30
					35	35
					40	40
					45	45
					50	50
					55	55
					60	60
	65	65				
	70	70				
	5	6	10	M6	8	Z31/6x 8
	10				10	
	12				12	
	14				14	
	16				16	
	18				18	
	20				20	
	22				22	
25	25					
30	30					
35	35					
40	40					
45	45					
50	50					
55	55					
60	60					
65	65					
70	70					
75	75					
80	80					
85	85					
90	90					
95	95					
100	100					
105	105					
110	110					
120	120					
140	140					
160	160					

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Z31/...

Zylinderschraube
 Socket head cap screw
 Vis à tête cylindrique à six pans creux

Mat.: 12.9/1200 N/mm²
 DIN EN ISO 4762 (DIN 912)



	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.
10	6	8	6,3	13	M8	10	Z31/ 8x 10
			8,3			12	12
			10,3			14	14
			12,3			16	16
			14,3			18	18
			16,3			20	20
			18,3			22	22
			21,3			25	25
			26,3			30	30
			31,3			35	35
			28			40	40
			28			45	45
			28			50	50
			28			55	55
			28			60	60
			28			65	65
			28			70	70
			28			75	75
			28			80	80
			28			85	85
28	90	90					
28	95	95					
28	100	100					
28	105	105					
28	110	110					
28	115	115					
28	120	120					
28	130	130					
28	140	140					
28	150	150					
28	160	160					
28	180	180					
28	200	200					
1	8	10	5,5	16	M10	10	Z31/10x 10
			7,5			12	12
			11,5			16	16
			13,5			18	18
			15,5			20	20
			17,5			22	22
			20,5			25	25
			25,5			30	30

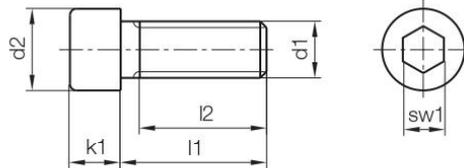
	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.
1	8	10	30,5	16	M10	35	Z31/10x 35
			35,5			40	40
			32			45	45
						50	50
			55			55	
			60			60	
			65			65	
			70			70	
			75			75	
			80			80	
			85			85	
			90			90	
			95			95	
			100			100	
			105			105	
110	110						
115	115						
120	120						
130	130						
135	135						
140	140						
150	150						
160	160						
170	170						
180	180						
190	190						
200	200						
210	210						
220	220						
240	240						
260	260						
280	280						
10	12	18	6,8	18	M12	12	Z31/12x 12
			8,8			14	14
			10,8			16	16
			12,8			18	18
			14,8			20	20
			16,8			22	22
			19,8			25	25
			24,8			30	30
29,8	35	35					

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Z31/...

Zylinderschraube
Socket head cap screw
Vis à tête cylindrique à six pans creux

Mat.: 12.9/1200 N/mm²
DIN EN ISO 4762 (DIN 912)



2

	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.
1	10	12	34,8	18	M12	40	Z31/12x 40
			39,8			45	45
			44,8			50	50
			36			55	55
			60			60	60
			65			65	65
			70			70	70
			75			75	75
			80			80	80
			85			85	85
			90			90	90
			95			95	95
			100			100	100
			105			105	105
			110			110	110
			115			115	115
			120			120	120
			130			130	130
			135			135	135
			140			140	140
			145			145	145
			150			150	150
			160			160	160
			165			165	165
170	170	170					
180	180	180					
190	190	190					
200	200	200					
210	210	210					
220	220	220					
230	230	230					
240	240	240					
250	250	250					
260	260	260					
270	270	270					
280	280	280					
300	300	300					
320	320	320					
340	340	340					
12	14	19	21	M14	25	Z31/14x 25	
					30	30	

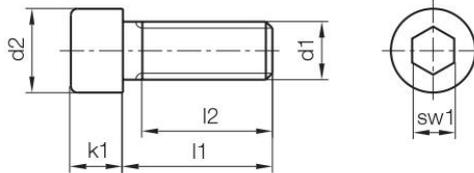
	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.					
1	12	14	29	21	M14	35	Z31/14x 35					
			34			40	40					
			39			45	45					
			44			50	50					
			49			55	55					
			40			60	60					
			40			65	65					
			14			16	14	24	M16	20	Z31/16x 20	
										16	22	22
										19	25	25
										24	30	30
										29	35	35
										34	40	40
										39	45	45
										44	50	50
										49	55	55
54	60	60										
44	65	65										
70	70	70										
75	75	75										
80	80	80										
90	90	90										
100	100	100										
110	110	110										
120	120	120										
130	130	130										
140	140	140										
150	150	150										
160	160	160										
170	170	170										
180	180	180										
190	190	190										
200	200	200										
210	210	210										
220	220	220										
230	230	230										
240	240	240										
250	250	250										
260	260	260										
280	280	280										
300	300	300										

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Z31/...

Zylinderschraube
 Socket head cap screw
 Vis à tête cylindrique à six pans creux

Mat.: 12.9/1200 N/mm²
 DIN EN ISO 4762 (DIN 912)



	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.	
1	14	16	44	24	M16	320	Z31/16x320	
							340	340
							360	360
							380	380
							400	400
	17	20	22,5	30	M20	30	Z31/20x 30	
							35	35
							40	40
							45	45
							50	50
							55	55
							60	60
							65	65
							70	70
							75	75
							80	80
							90	90
							100	100
							110	110
							120	120
130	130							
140	140							
150	150							
160	160							
170	170							
180	180							
190	190							
200	200							
210	210							
220	220							
230	230							
240	240							
250	250							
260	260							
270	270							
280	280							
300	300							
320	320							
340	340							
360	360							

	sw1	k1	l2	d2	d1	l1	Nr./No.	
1	17	20	52	30	M20	380	Z31/20x380	
							400	400
							420	420
							40	Z31/24x 40
							45	45
	19	24	31	36	M24	40	Z31/24x 40	
							45	45
							50	50
							55	55
							60	60
							65	65
							70	70
							80	80
							90	90
							100	100
							110	110
							120	120
							130	130
							140	140
							150	150
160	160							
170	170							
180	180							
190	190							
200	200							
220	220							
240	240							
260	260							
280	280							
300	300							
320	320							
340	340							
360	360							
380	380							
400	400							
420	420							

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DEL PVC Y SAFETY DATA SHEET (RIESGOS DEL PVC)

DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO
FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE
CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES
MOTRICES LIMITADAS

22011-803G

TITULACIÓN: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD MECÁNICA

CURSO: 2020-2021

CONVOCATORIA: JULIO

AUTOR: AMALIA ARMAS RUIZ

DIRECTOR/ES: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA



Tabla de contenido

1. PVC MATERIAL SAFETY DATA SHEET:	3
2. FICHA TÉCNICA:	8

1. PVC MATERIAL SAFETY DATA SHEET:

Type I PVC Material Safety Data Sheet

1. Identification of the Article and the Company

1.1. Identification of the Article

Trade Names : **Type 1 PVC**
 Product Name : Rigid Polyvinyl Chloride sheets
 Material Name : Polyvinyl Chloride Homopolymer
 CAS Number : 9002-86-2
 UN Number : None
 ACX Number : X1007407-8
 RTECS : KV0350000
 Material Synonyms: PVC
 NFPA Ratings : Health=1, Fire=0, Reactivity=0

1.2. Company Identification & Contact

A&C Plastics, Inc.
 6135 Northdale
 Houston, TX 77087-5095
 Tel: (800) 231-4175

Local: Call your nearest poison control center

2. Composition / Information of Ingredients

Tin stabilized PVC sheets, 2.5% by weight tin-maleate or tin-mercaptide based stabilizer.
 Pigments and additives used to enhance specific properties are encapsulated in the polymer resin matrix.
 No solvents. No plasticizers. **No cadmium, lead, or other heavy metals used.**

3. Hazards Identification

No particular hazards known.

3.1. Health Hazard Data

3.1.1 Effects of a Single Overexposure

Swallowing : non-relevant
Skin absorption : non-relevant
Inhalation : non-relevant
Skin contact : exposure is not expected to cause adverse health effects
Eye contact : non-relevant

3.1.2 Effects of a Repeated Overexposure - None currently known

3.1.3 Medical Conditions Aggravated by Overexposure - None currently known

3.1.4 Other Effects of Overexposure - None currently known

Type I PVC Material Safety Data Sheet



4. First Aid Measures

In general handling the material will not cause accidents.

4.1. Inhalation

Route of entry – inhalation: No

If exposed to combustion fumes in high concentration - bring victim to fresh air. Medical attention needed.

4.2. Ingestion

Route of entry – ingestion: No

4.3. Skin Contact

Burns resulting from accidental contact with molten material must be flushed immediately with cold water. Do not remove the polymer from the skin. Medical attention needed.

4.4. Skin Absorption

Route of entry – skin: No

4.5. Eye Contact

Like any foreign body, can cause mechanical irritation. Consult physician.

4.6. Notes for Physician

There are no specific notes.

5. Fire Fighting Measures

5.1. Extinguishing Media

Water spray or CO₂. CO₂ is less recommended due to lack of cooling capacity.

5.2. Extinguishing Media To Avoid

No information currently available.

5.3. Special Fire Fighting Procedures

Personnel without suitable respiratory apparatus should leave the affected area to prevent exposure to toxic or combustible gases.

5.4. Special Protective Equipment for Firefighters

Positive-pressure self-contained breathing apparatus, protective clothing, gas mask approved for acid vapours.

5.5. Unusual Fire and Explosion Hazards

PVC is a self extinguishing fire retardant material, that being exposed to open fire and high temperatures decomposes emitting large quantities of HCl, which tends to extinguish the flames. It does not continue to burn after ignition without an external fire source. HCl has a strong acidic odor that causes sensory alert at very low concentrations. HCl odor threshold = 0.77 ppm. Exposure to high concentrations of HCl will cause irritation of the respiratory passages, at very high concentrations may cause burns to mucous membranes. OSHA legal airborne PEL is 5 ppm, not to be exceeded at any time. ACGIH recommended airborne exposure limit is 5 ppm, which should not be exceeded at any time. Soot emitted when PVC is forced to burn may obscure visibility.

6. Accidental Release Measures

No special precautions and no personal protective equipment needed. Collect mechanically for disposal.

7. Handling and Storage

7.1. Handling

General handling precautions

Avoid mechanical contact with eyes.

Type I PVC Material Safety Data Sheet

Ventilation

General (mechanical) room ventilation is expected to be satisfactory where this product is stored and handled.

Other precautions

No explosion hazard. In the event of fire, cool and overlap product with water.
Static electricity discharge sparks possible during handling. Avoid contact or vicinity of flammable materials.
When opening truck or railcar for unloading, ventilate before entering.

7.2. Storage

Store in a cool shady area. No special technical protective measures required.

8. Exposure Controls / Personal Protection

8.1. Exposure Limits

No occupational exposure limits established by OSHA, ACGIH, or NIOSH.

8.2. Personal Protection

Respiratory protection	:	No special protection needed
Hand protection/protection gloves	:	No special protection needed
Eye protection	:	No special protection needed
Other protective equipment	:	No special protection needed

9. Physical Properties

Appearance	:	Flat or corrugated plastic sheets
Physical State	:	Solid
Color	:	Clear or colored
Odor	:	None
Density	:	1.35-1.45 gr/cm ³
Heat Deflection	:	62-65°C
Boiling Point, 760 Hg	:	Not relevant
Viscosity	:	Not relevant
Solubility in Water	:	<0.1g/100mL at 23°C
pH Value	:	Not relevant
Flash Point	:	391°C ASTM D 1929
Autoignition Temp.	:	454°C ASTM D 1921
Flammability Limit	:	None
Explosion Limits	:	None
Evaporation Rate	:	Not relevant
Percent Volatiles	:	Not relevant

10. Stability and Reactivity

10.1. Stability

Stable.

Conditions to avoid

Excessive heat, or open flame. Temperature above 150°C will decompose raw polymer resin and liberate HCl.

Incompatible materials

Oxidizing agents or strong mineral acids can cause reaction.

Thermal decomposition

Begins above 150°C caused by fire, overheating during improper processing. Fumes damaging to health may be released.

Hazardous decomposition products

Burning can produce the following combustion products:

Carbon monoxide (CO)	-	is highly toxic if inhaled;
Carbon dioxide (CO ₂)	-	in sufficient concentrations can act as an asphyxiant;
Hydrogen chloride (HCl)	-	in high concentrations cause irritation of the respiratory passages, at very high concentrations may cause burns to mucous membranes.

Pg. 3

Type I PVC Material Safety Data Sheet

10.2. Reactivity

Hazardous polymerization : Will not occur
Hazardous reactions : None

11. Toxicological Information

PVC materials have a very low acute toxicity. In rats an acute LD50 > 10 gr/kg of body weight. PNEUMOCONIOSIS has been described from inhalation of combustion products (effects of overexposure). Industrial hygiene studies have shown that under normal and expected conditions of use of PVC materials, exposures are well below applicable limits.

11.1. Acute Toxicological Information

Acute oral toxicity : None
Acute percutaneous toxicity : None
Acute vapor exposure : None
Primary skin irritation : No irritation
Eye irritation : No irritation
Sensitization : No information available
Chronic effects : Unknown
Carcinogenicity - NTP : Not listed
- IARC : Not listed
- OSHA : Not listed

11.2. Other Toxicological Information

No known toxicological effects with normal use. For heating see section 10.

11.3. Additional Information

No additional toxicity information currently available.

12. Ecological Information

12.1. Persistence and Degradability

Detailed studies have not been conducted concerning the environmental fate of the product. According to present knowledge no unfavorable ecological effects are to be expected. Not generally hazardous to water. Insoluble in water, non-toxic solid.

Mobility : No information currently available
Persistence and biodegradability : Biodegradation period - tens of years.
Bioaccumulative potential : No information currently available.

12.2. Environmental Risks

No hazard expectation to terrestrial or aquatic flora and fauna.

Ecotoxicity : LD50 (rats) > 10 gr/kg
: IC50 (bacterial inhibition) - no data available
Aquatic toxicity : LC50 (daphnia magna) - no data available
: LC50 (fathead minnow - fish) - no data available

12.3. OTHER INFORMATION

All available ecological data have been taken into account for the development of the hazard and precautionary information contained in this safety data.

13. Disposal Considerations

The product is not considered hazardous under current EPA hazardous waste regulations.

Recycling is the preferred method of disposal.

Alternatively, the product may be disposed of in an approved landfill.

High temperature incineration under controlled conditions due to formation of HCl.

All wastes should be evaluated in conjunction with applicable solid and hazardous waste regulations, Toxicity Characteristic Leaching Procedures (TCLP), and disposed of as appropriate.

This product does not contain any cadmium or other heavy metal pigments or stabilizers.

It is the user's responsibility to dispose of all wastes in accordance with all national and local regulations at properly permitted or authorized facilities.

Type I PVC Material Safety Data Sheet

14. Transport Information

DOT PSN Code	: ZZZ
DOT Proper Shipping Name	: Not regulated by this mode of transportation
IMO PSN Code	: ZZZ
IMO Proper Shipping Name	: Not regulated by this mode of transportation
IATA PSN Code	: ZZZ
IATA Proper Shipping Name	: Not regulated by this mode of transportation
AFI PSN Code	: ZZZ
AFI Proper Shipping Name	: Not regulated by this mode of transportation
Additional transportation data	: Not currently regulated under Department of Transportation regulations
Labeling	: No labeling is required in accordance with the EEC directives
Placarding	: No placarding is required in accordance with the EEC directives
Special transport requirements	: None
Packaging	: Avoid dark-colored packaging to prevent heat distortion

The product is classified as a non-hazardous material in the meaning of transport regulations.

15. REGULATORY INFORMATION

With regards to dust formed as a consequence of mechanical treatments, the appropriate regulations value limits for fine dust must be observed: MAC value (fine dust) – 5mg/m³.

OSHA Hazard Communication Classification for dusts and combustion fumes: Irritant, Skin Hazard, and Lung Hazard.

SARA Title III Classification for dusts and combustion fumes: Acute Health Hazard; Chronic Health Hazard.

WHMIS Classification: Non-hazardous

16. Other Information

Recommended Uses And Restrictions

Please consult the relevant product and/or application information for this product.

1

¹ Fuente: [43] *PSDS-Product Safety Data Sheet Rigid PVC Sheet*. (n.d.). Retrieved June 12, 2022, from www.acplasticsinc.com

2. FICHA TÉCNICA:

FICHA TÉCNICA



PVC

El PVC (cloruro de polivinilo), es un polímero termoplástico amorfo cuyas propiedades varían en función del grado de polimerización, del proceso de producción y del contenido plástico. Las dos clases más diferenciadas son el PVC rígido (PVC-U) y flexible (PVC-P), cuyas características pueden combinarse empleándolos juntos mediante el proceso de coextrusión. El PVC es un material dúctil, tenaz, versátil y muy resistente. Este material posee una gran estabilidad dimensional debido a su mínima absorción de agua, es reciclable y puede fabricarse en múltiples acabados y colores.

Características técnicas

Ductilidad	Elevada
Resistencia a tracción	450-500 Kg/cm ²
Resistencia a compresión	610 kg/cm ²
Temperatura máx. trabajo	50-75°C
Temperatura mín. trabajo	-20°C
Módulo elástico	30.000 kg/cm ²
Densidad	1,4 g/cm ³
Resistencia al fuego	M2 según UNE 23-727-90 Inflamabilidad moderada
Resistencia agentes químicos	Excelente UNE 53-029-82 (*ver aptdo. ensayos)
Reciclable	Sí

Aplicaciones

El PVC es uno de los materiales plásticos más extendidos y utilizados del mundo. Sus excelentes características estándar, mejorables y adaptables mediante diversos aditivos, hacen que sea apropiado para múltiples sectores. Es frecuente encontrar PVC en productos médico-hospitalarios, embalaje de alimentos, piezas de alta tecnología, productos de construcción y saneamiento, juguetes, revestimientos de pared, carcasas de productos electrónicos, tejidos etc.

En Emac®, conocedores de las posibilidades que ofrece este material, ofrecemos múltiples opciones de productos fabricados en PVC tanto en extrusión como coextrusión con materiales como el PMMA. Contamos con protectores de cantos, escocias, juntas de dilatación, listeles, separadores de pavimentos... en diversos colores y acabados decorativos. Debido a su alta resistencia, estabilidad y calidad del material, todos los perfiles de PVC de Emac® ofrecen un comportamiento excelente en la función para la que han sido diseñados.

Ensayos

Emac®, siempre preocupada por la calidad de sus productos, efectúa ensayos para verificar que los materiales empleados en la fabricación de sus productos son de alta calidad. Si bien el PVC tiene unas características muy definidas, puede variarlas según la proporción de plástico o aditivos. Es por eso que Emac® ha querido comprobar una de las características que considera de importancia para el comportamiento del material: resistencia a los agentes químicos.

Se ha ensayado la resistencia a diversos agentes químicos del PVC rígido y flexible de los productos Emac®, en el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS), perteneciente a la RED IT. Los resultados están reflejados en la siguiente tabla:

001_11/06/2010

Líquido de ensayo	Concentración (kg/m)	Densidad a 20°C (kg/m)	Cambio de aspecto Informe AI-0059/98 Perfil PVC Rígido (Novocanto) Código 015598/02				Cambio de aspecto Informe AI-0059/98 Perfil PVC Flexible (Novopeldaño) Código 015598/01			
			Color	Opacidad	Aspecto	Otros	Color	Opacidad	Aspecto	Otros
Ácido acético	Concentrado	1050	0	0	0	-	M	0	0	-
Ácido acético	50	1050	0	0	0	-	M	0	0	-
Ácido clorhídrico	Concentrado	1180	0	0	0	-	F	0	0	-
Ácido clorhídrico	105	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Ácido crómico (solución)	550	-	L	0	0	-	L	0	0	-
Ácido cítrico (solución)	100	-	0	0	0	-	F	0	0	-
Ácido láctico (solución)	100	-	0	0	0	-	F	0	0	-
Ácido nítrico	Concentrado	1420	-	0	0	0	-	M	0	0
Ácido nítrico	500	1250	0	0	0	-	M	0	0	-
Ácido nítrico	105	1050	0	0	0	-	M	0	0	-
Ácido oléico	Concentrado	890	0	0	0	-	0	0	0	-
Ácido sulfúrico	Concentrado	1840	0	0	L	a,e	L	0	L	a,e
Ácido sulfúrico	1250	1670	0	0	0	-	0	0	0	-
Ácido sulfúrico	366	1220	0	0	0	-	0	0	0	-
Ácido sulfúrico	-	1020	0	0	0	-	0	0	0	-
Acetato de etilo	Concentrado	901	0	0	L	e,f	M	0	L	a,c,e,f
Acetona	Concentrado	785	0	0	L	e,f	M	0	L	a,c,e,f
Hidróxido amónico (solución)	230	907	0	0	0	-	0	0	0	-
Hidróxido amónico (solución)	96	958	0	0	0	-	0	0	0	-
Agua destilada	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Agua oxigenada	330	-	F	0	0	-	0	0	0	-
Agua oxigenada	31	-	F	0	0	-	0	0	0	-
Etanol	770	802	0	0	0	-	0	0	0	-
Etanol	460	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Eter dietílico	Concentrado	719	0	0	0	-	M	0	0	-
N-Heptano	Concentrado	683	0	0	0	-	F	0	0	-
Metanol	Concentrado	790	0	0	0	-	F	0	0	-
Fenol	50	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Carbonato sódico (solución)	216	1080	0	0	0	-	0	0	0	-
Carbonato sódico (solución)	20	1010	0	0	0	-	0	0	0	-
Cloruro sódico (solución)	108	1070	0	0	0	-	0	0	0	-
Hidróxido sódico (solución)	575	1430	0	0	0	-	F	0	0	-
Hidróxido sódico (solución)	10	1010	0	0	0	-	F	0	0	-
Hipoclorito sódico (solución)	20	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Tolueno	Concentrado	871	0	0	M	e,f	M	0	L	e,f
Iso-Octano	Concentrado	698	0	0	0	-	0	0	0	-
Aceite mineral	Multigrado 20w-40	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Aceite de oliva	0,4º acidez	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Mezcla disolventes	50% iso-octano-tolueno	-	F	0	0	0	F	0	M	-
Detergente	20	-	0	0	0	-	F	0	0	-
Esencia de trementina	Concentrado	860	0	0	0	-	0	0	0	-

Los resultados obtenidos reafirmaron la elevada resistencia a agentes químicos del PVC. No obstante, se debe tener precaución con el ácido crómico, ácido sulfúrico y disolventes orgánicos como el acetato de etilo, acetona y tolueno.

Limpeza y mantenimiento

El PVC es altamente resistente a productos químicos varios. La limpieza se puede realizar con agua y detergente o limpiador específico en disolución. El correcto uso de lejía no le afecta.

No se recomienda el uso de los productos mencionados en el anterior apartado como son ácido crómico, ácido sulfúrico o disolventes orgánicos como el acetato de etilo, la acetona o el tolueno, ya que podrían perjudicar al material.

_11/06/2010

FICHA TÉCNICA PVC



Enlaces de interés

- www.wikipedia.org
- www.plasticbages.com
- www.aimplas.es
- www.institutodopvc.org
- www.emac.es

Información Técnica



Puede ampliar información sobre las características técnicas de los productos de Emac® descargando su ficha técnica en www.emac.es. Si tiene alguna consulta no dude en contactar con nuestro Departamento Técnico en otecnica@emac.es.

En www.emac.es puede descargar el Manual Técnico de perfiles donde encontrará información sobre todas las gamas de producto: características, aplicaciones, consejos de limpieza y mantenimiento, normativas y ordenanzas que les afectan y otra información de interés.

2

² Fuente: [44] FICHA TÉCNICA. (n.d.). Retrieved June 12, 2022, from www.emac.es.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2: PLANOS

22011-803

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

**DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE
ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON
CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS**

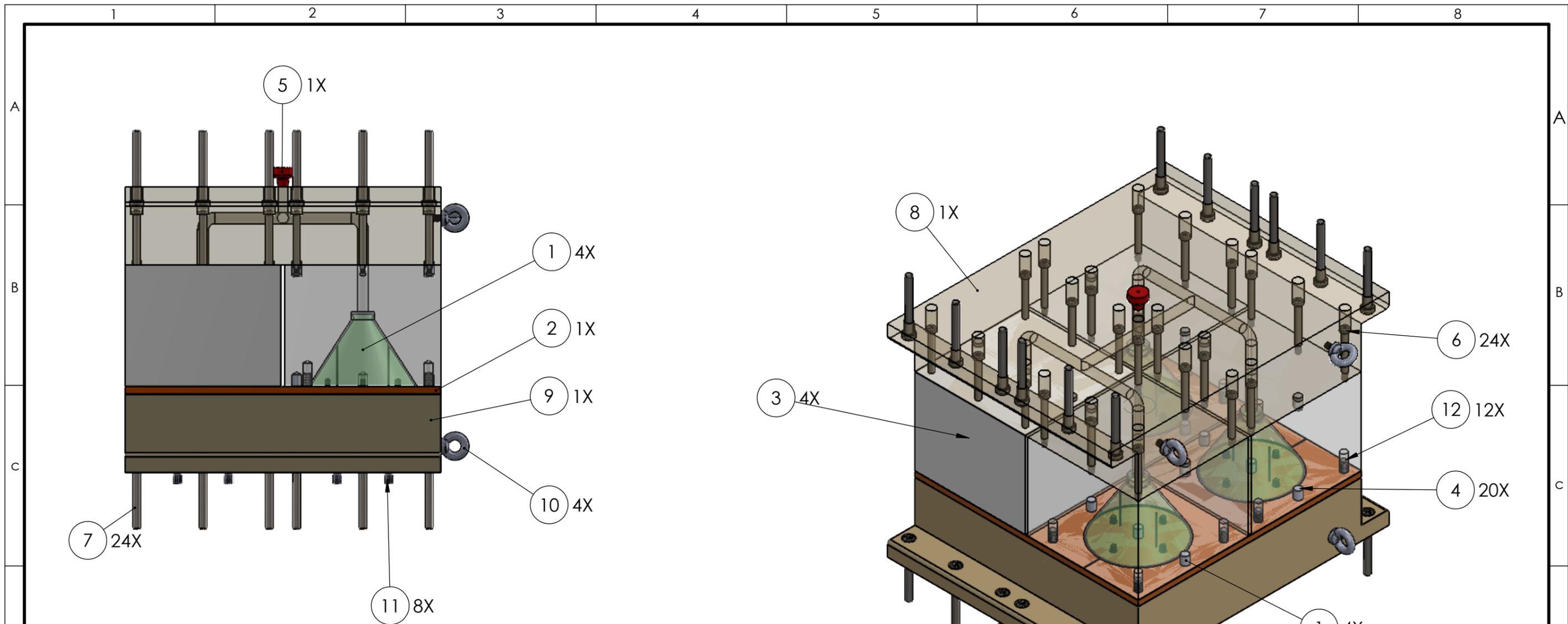
ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO

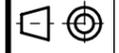
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

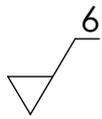
Tabla de contenido

CONJUNTO DE TODAS LAS PIEZAS	3
PIEZA HEMBRA	4
PLACA BASE INTERMEDIA.....	5
PIEZA MACHO.....	6
CENTRADOR.....	7
PLACA BASE LADO FIJO.....	8
PLACA BASE LADO MÓVIL	9



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIEZA HEMBRA	TEMPLE + REVENIDO	4
2	PLACA BASE INTERMEDIA		1
3	PIEZA MACHO	TEMPLE + REVENIDO	4
4	CENTRADOR		20
5	BEBEDERO		1
6	DIN 6912 - M8 x 70 -- - 22C		24
7	DIN 6912 - M10 x 90 --- 26N		24
8	PLACA BASE LADO FIJO		1
9	PLACA BASE LADO MÓVIL		1
10	CÁNCAMO		4
11	VÁLVULA DE SEPARACIÓN		8
12	DIN 6912 - M10 x 80 --- 26S		12

	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	15/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
Escalas:	1:5			CONJUNTO DE TODAS LAS PIEZAS	
PROYECCIÓN				DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS	
				REFERENCIA:	13.1
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

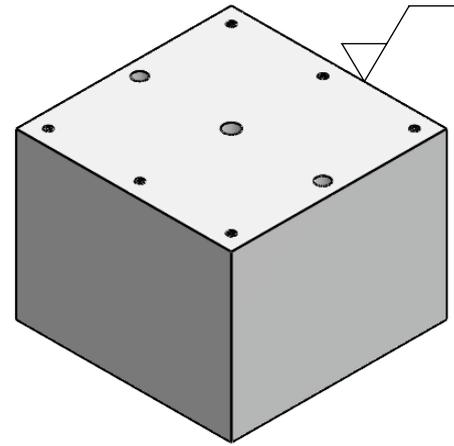
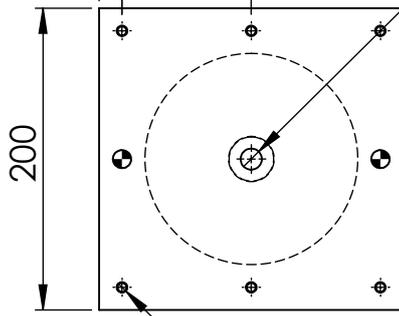


15 85

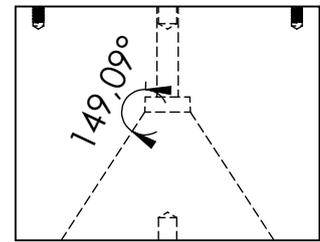
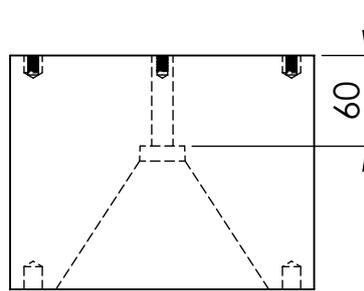
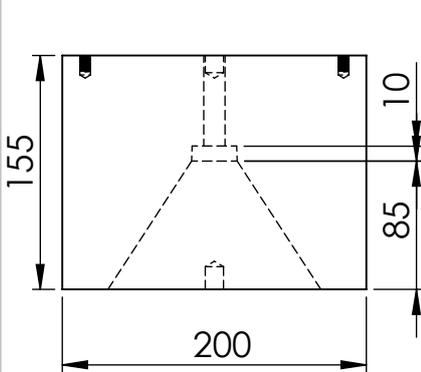
$\phi 14,00 \nabla 60,00$

TEMPLE + REVENIDO

6.3



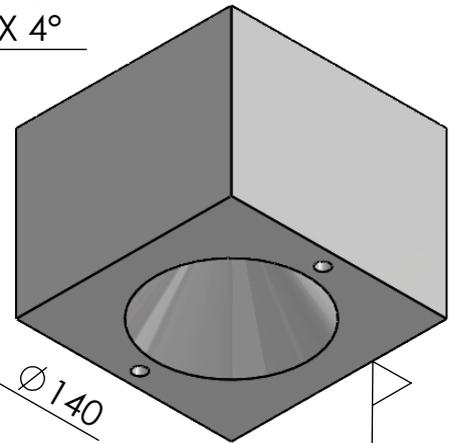
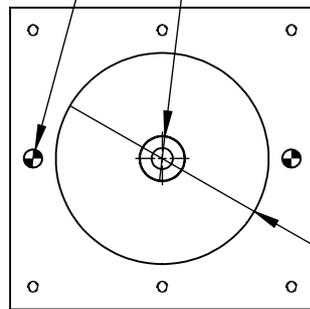
H7
6 x $\phi 7,00$ h7 $\nabla 15,00$



2 x $\phi 12,00$ H7/h7 $\nabla 15,00$

$\phi 14$ POR TODO

$\sphericalangle \phi 30 \times 4^\circ$



$\phi 140$

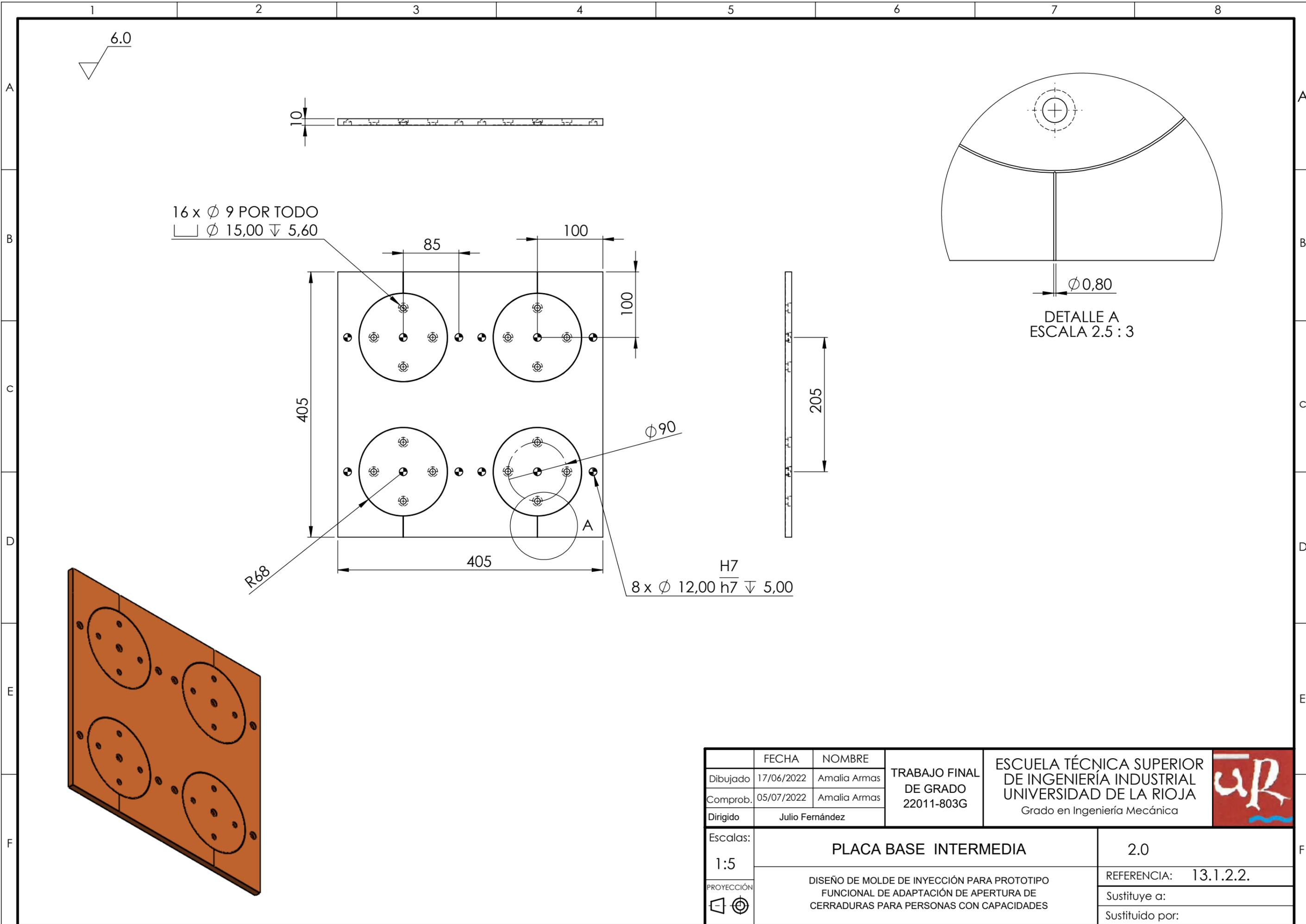
6.3

TEMPLE + REVENIDO

Notas:

- Temple y Revenido solo aplicado a superficies de trabajo (horizontales)

	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en ingeniería Mecánica	
Dibujado	17/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
ESCALAS	PIEZA HEMBRA			Número	1.0
A 1:5	DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS			Referencia	13.1.2.3
PROYECCIÓN				Sustituye a	
				Sustituido por	

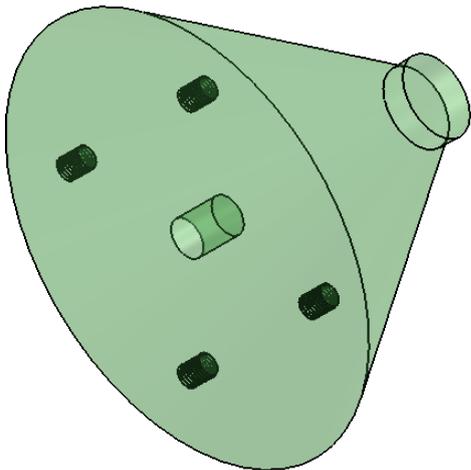
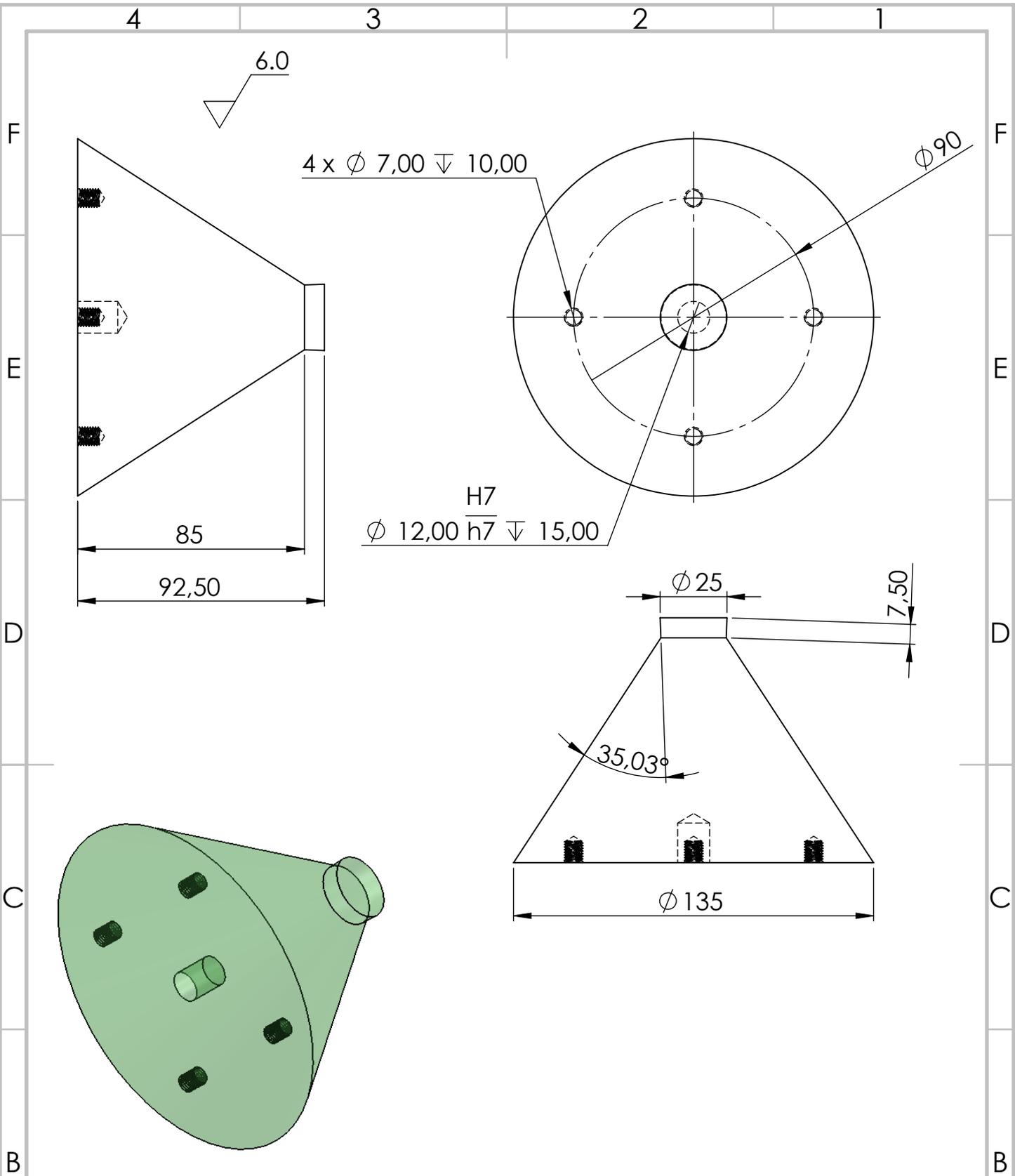


16 x ϕ 9 POR TODO
 \square ϕ 15,00 ∇ 5,60

DETALLE A
 ESCALA 2.5 : 3

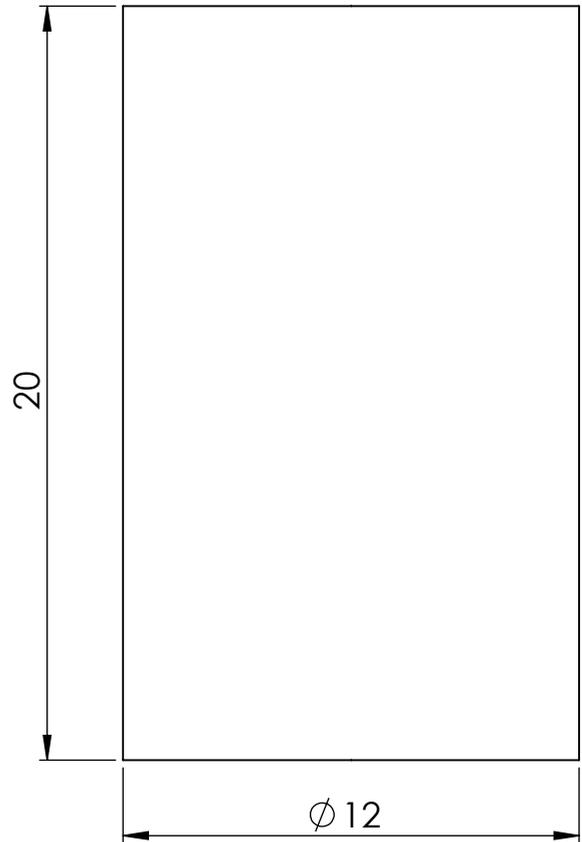
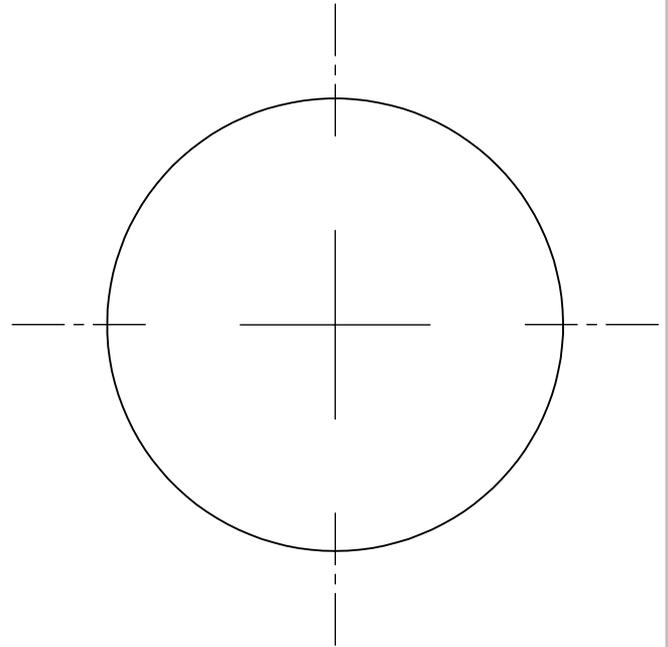
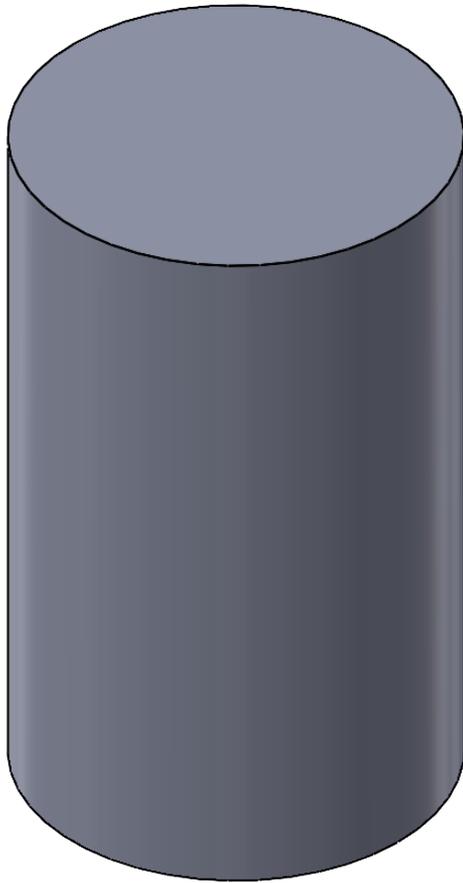
H7
 8 x ϕ 12,00 ∇ 5,00

	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	17/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
Escalas:	PLACA BASE INTERMEDIA			2.0	
1:5	DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES			REFERENCIA: 13.1.2.2.	
PROYECCIÓN				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

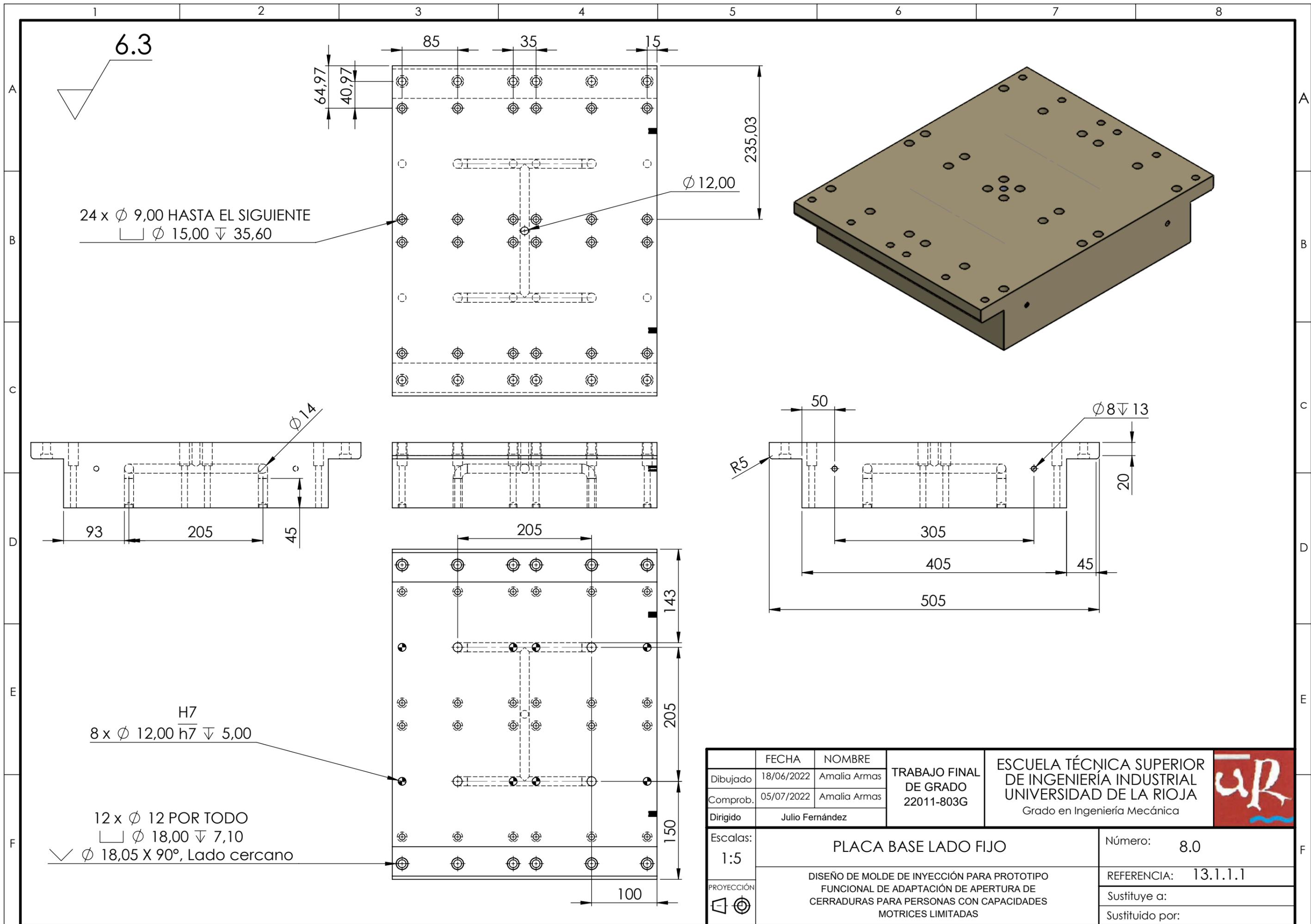


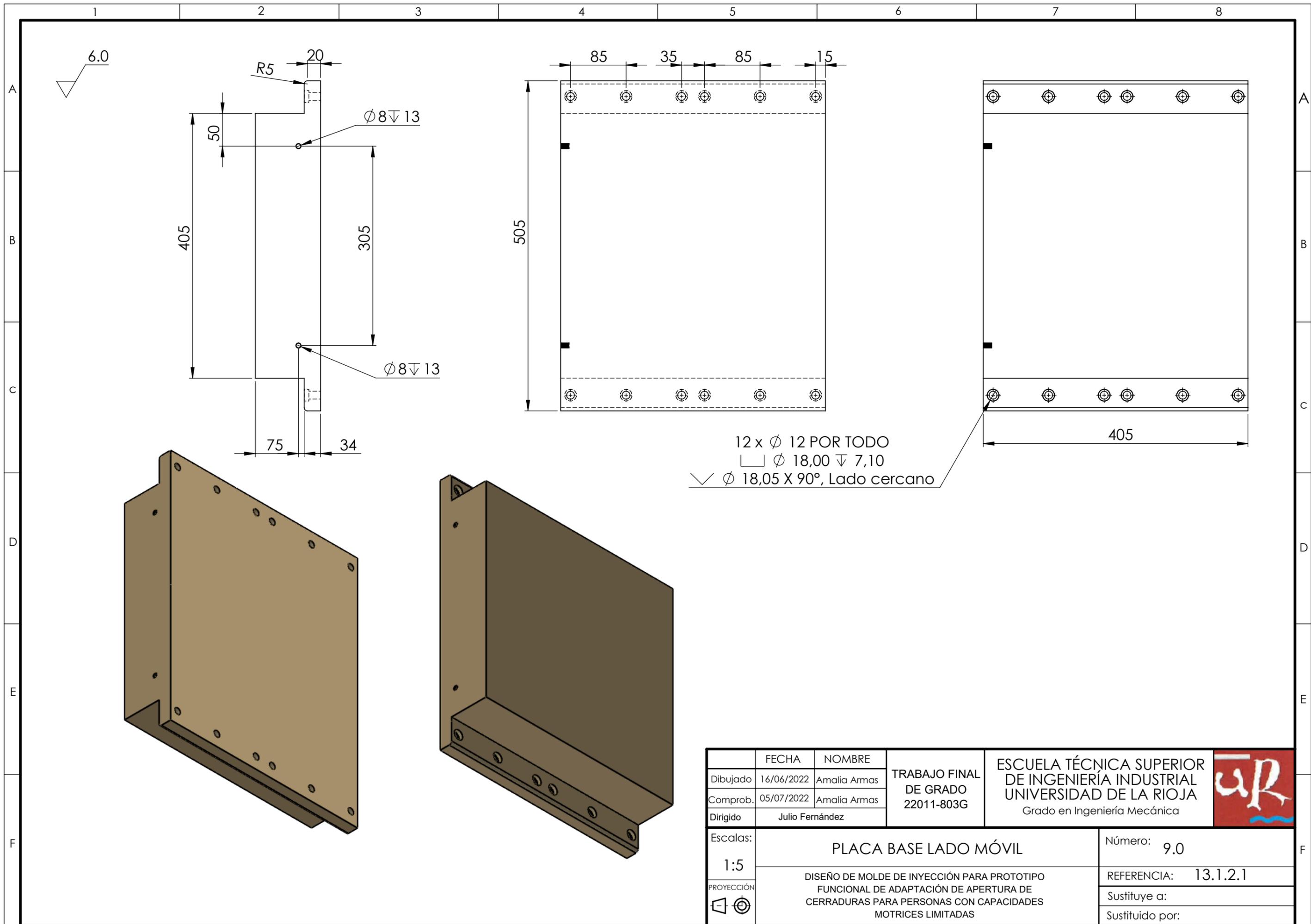
	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en ingeniería Mecánica	
Dibujado	17/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
ESCALAS	PIEZA MACHO			Número	
A 1:2				3.0	
PROYECCIÓN 	DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS			Referencia	13.1.2.4.
				Sustituye a	
				Sustituido por	

6.0

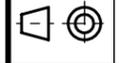


	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en ingeniería Mecánica	
Dibujado	16/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
ESCALAS	CENTRADOR			Número	4.0
A 5:1	DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES			Referencia	13.1.1.3
PROYECCIÓN 				Sustituye a	
				Sustituido por	





12 x Ø 12 POR TODO
 □ Ø 18,00 x 7,10
 ✓ Ø 18,05 X 90°, Lado cercano

	FECHA	NOMBRE	TRABAJO FINAL DE GRADO 22011-803G	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	16/06/2022	Amalia Armas			
Comprob.	05/07/2022	Amalia Armas			
Dirigido	Julio Fernández				
Escalas:	PLACA BASE LADO MÓVIL			Número:	9.0
1:5	DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS			REFERENCIA:	13.1.2.1
PROYECCIÓN				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PLIEGO DE CONDICIONES

22011-803

TITULACIÓN: Grado en INGENIERÍA MECÁNICA

CURSO: 2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO: Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

Tabla de contenido

1.	DISPOSICIONES GENERALES:	4
1.1	Objeto:	4
1.2	Trabajos no especificados:	4
1.3	Documentos que definen los trabajos:	4
1.4	Compatibilidad entre los documentos:	4
1.5	Dirección Técnica:	4
1.6	Disposiciones a tener en cuenta:	5
2.	CONDICIONES TÉCNICAS:	5
2.1	Características de los materiales:	5
2.2	Sistema de inyección:	6
2.3	Sistema de refrigeración:	7
2.4	Sistema de expulsión:	7
2.4.1	Montaje de la válvula de aguja expulsora de los sistemas de alimentación:	7
2.5	Sistema de guiado:	7
2.6	Cavidades del molde:	8
2.7	Trabajos no especificados:	8
2.8	Mantenimiento del molde:	8
2.8.1	Requisitos de limpieza del molde y de la máquina:	9
2.8.2	Requisitos de lubricación del molde:	9
2.8.3	Mantenimiento del sistema de inyección:	9
2.8.4	Mantenimiento del sistema de refrigeración:	9
2.8.5	Mantenimiento del sistema de expulsión:	10
2.8.6	Mantenimiento de las cavidades del molde:	10
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA:	11
3.1	Remisión de solicitud de ofertas:	11
3.2	Representante del fabricante:	11
3.3	Reclamaciones de la dirección técnica:	11
3.4	Copia de los documentos:	11
3.5	Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución:	11
3.6	Condiciones generales de ejecución de los trabajos:	12
3.7	Trabajos defectuosos:	12
3.8	Vicios ocultos:	12
3.9	Materiales no utilizables o defectuosos:	12
3.10	Medios auxiliares:	13
3.11	Recepción provisional:	13
3.12	Plazo de garantía:	13
3.13	Recepción definitiva:	13

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

3.14	Liquidación final:	13
3.15	Liquidación en caso de rescisión:	14
3.16	Facultades de la dirección técnica del proyecto:	14
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA:	14
4.1	Base fundamental:	14
4.2	Precios y revisiones:	14
4.3	Reclamaciones y aumento de precios:	14
4.4	Elementos comprendidos en el presupuesto:	15
4.5	Valoración de los trabajos:	15
4.6	Equivocaciones en el presupuesto:	15
4.7	Valoraciones de trabajos incompletos:	15
4.8	Abono de los trabajos:	15
4.9	Indemnización por retraso de los trabajos:	15
4.10	Indemnización por daños de causa	15
4.11	Mejoras en los trabajos:	16
5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE GENERAL:	16
5.1	Jurisdicción:	16
5.2	Accidentes de trabajo y daños a terceros:	16
5.3	Causas de rescisión del contrato:	16
Tabla 1 Composición química del acero Uddeholm. Fuente: uddelholm [40].		6
Tabla 2 Características del acero empleado en la tornillería.		6

1. DISPOSICIONES GENERALES:

1.1 Objeto:

Se consideran sujetos a las condiciones de este Pliego todos los trabajos cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto. Los trabajos accesorios se realizarán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija, se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En aquellos casos de menos importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule la Dirección Técnica. Se entiende por trabajos accesorios aquellos que, por su naturaleza, no pueden ser previstos en todos sus detalles, si no a medida que avance la ejecución de los trabajos previstos.

1.2 Trabajos no especificados:

Si en el transcurso de la ejecución de los trabajos fuese necesario ejecutar cualquier operación o trabajo que no se encontrase descrito en este Pliego de Condiciones, el Fabricante estará obligado a realizarlo con estricta sujeción a las órdenes que, a tal efecto, reciba de la Dirección Técnica. La Dirección Técnica tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, aquellas partes o trabajos que resulten defectuoso total o parcialmente deberán ser eliminados, reconstruidos o repuestos, lo que resulte más indicado en cada caso, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del fabricante.

1.3 Documentos que definen los trabajos:

Los documentos que definen los trabajos y que la propiedad entregue al Fabricante, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Son documentos con carácter contractual los Planos, el Pliego de Condiciones, y las Mediciones y Presupuesto, que se incluyen en el presente Proyecto. Los datos incluidos en la Memoria tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento del proyecto que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

1.4 Compatibilidad entre los documentos:

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.5 Dirección Técnica:

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de los trabajos del presente Proyecto. La Dirección Técnica de la realización del proyecto es una labor que requiere un profundo conocimiento del proyecto, por esta razón lo más indicado es que esta labor recaiga sobre el autor de este, sin embargo, dado que la Dirección Técnica será quien vigile el cumplimiento de lo indicado en el presente proyecto y defienda los intereses de la Propiedad, esta es libre de otorgar esta misión a la persona

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

o personas que estime oportuno. El Fabricante proporcionará toda clase de facilidades para que la Dirección Técnica, pueda llevar a cabo su trabajo con la mayor eficacia posible.

1.6 Disposiciones a tener en cuenta:

- EN 292-1; 1991; UNE EN 292-1; 1993. Seguridad de máquinas. Conceptos básicos. Principios generales de diseño. Parte 1. Terminología básica. Metodología.
- EN 292 2; 1991, EN 292 2/AI; 1995, UNE EN 292 2; 1993. UNE EN 292 2/AI; 1996. UNE EN 292 2/AI; 1997. Seguridad de máquinas. Conceptos básicos. Principios generales de diseño. Parte 2: principios y especificaciones técnicas.
- EN 414; 1992, UNE EN 414; 1993; UNE EN 414 ERRATUM; 1994. Seguridad de máquinas. Reglas para la elaboración y presentación de normas de seguridad.
- R.D. 1495/1992. Disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- DIN 2095 Y 2096. Resortes de compresión.
- UNE 17 056 81 1R. Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal.
- UNE 17 108 81. Tornillos y tuercas de acero. Momentos de apriete.
- UNE 36 011 75. Aceros no aleados especiales para temple y revenido.
- UNE 36 012 75. Aceros aleados de calidad para temple y revenido.
- UNE 36 015 75. Aceros aleados especiales.
- UNE 36 013 75. Aceros al carbono y aleados para cementar.
- DIN 580/582. Cáncamos giratorios de ojo redondo.
- EN ISO 898-1:2013 Tornillería de acero inoxidable.
-

2. CONDICIONES TÉCNICAS:

2.1 Características de los materiales:

Esta sección del Pliego de Condiciones contiene las prescripciones sobre los materiales a utilizar en la realización del presente proyecto. Los materiales que se van a emplear en la elaboración de las distintas piezas del presente proyecto han sido cuidadosamente seleccionados por ajustarse sus cualidades físicas de dureza, resistencia, etc. a las necesarias en cada caso. Dichas propiedades están íntimamente relacionadas con la composición química de los materiales, por ello la composición de todos los materiales que se usen en la elaboración del presente proyecto deberán estar comprendidos entre los márgenes porcentuales que marcan las normas. Tan importante es la composición química de algunos materiales, como los tratamientos térmicos a los que son sometidos, que provocan cambios en su estructura cristalina y por extensión en sus propiedades.

La siguiente lista recoge los aceros empleados en la elaboración de este proyecto:

- Acero 1.1730 (C45W): es un acero no aleado que resulta muy atractivo económicamente ya que el material es de menor prestación. se caracteriza por una excelente trabajabilidad y una organización metalográfica uniforme. El acero es asequible, fácil de procesar y adecuado para tratamientos de endurecimiento de superficies como el temple de alta frecuencia y el endurecimiento por llama. El acero contiene carbono

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas (fracción de masa) $\geq 0,4$, excelente resistencia al desgaste, pero ductilidad reducida, templado fácil de deformar y agrietar, por lo que el templado es importante y el templado debe enfriarse bruscamente para evitar la fragilidad del templado.[41]

- Acero Uddeholm Polmax: El acero contiene carbono (fracción de masa) $\geq 0,4$, excelente resistencia al desgaste, pero ductilidad reducida, templado fácil de deformar y agrietar, por lo que el templado es importante y el templado debe enfriarse bruscamente para evitar la fragilidad del templado.

Tabla 1 Composición química del acero Uddeholm. Fuente: uddelholm [40]

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Carbono	Cromo
0.38	13.6
Silicio	Vanadio
0.9	0.3
Manganeso	
0.5	

- Tornillería: Se empleará principalmente acero de calidad 12.9. La tornillería de acero no inoxidable de acuerdo con la norma EN ISO 898-1:2013 está subdividida en clases de resistencia y es identificada por un símbolo constituido por dos números: el primero representa la centésima parte del valor nominal de la resistencia de tracción (Rm) expresado en MPa, el segundo representa la proporción multiplicada por diez entre la carga de enervación ReL (o bien la carga de desviación de la proporcionalidad Rp0,2) y la resistencia a la tracción final Rm. A continuación, se indican las características del material empleado siguiendo la norma UNE EN ISO 898-1: 2013.

Tabla 2 Características del acero empleado en la tornillería.

EN ISO 898-1:2013							
Composición química (%)	Material y tratamiento térmico	Composición (%)					T min descubrimiento
	Acero templado al carbono	C min	C máx.	P máx.	S máx.	B máx.	
		0.3	0.5	0.025	0.025	0.003	380
Características	Resistencia a tracción	Alargamiento después de rotura	Estricción	HV mín.	HV máx.	Hb mín.	Hb máx.
	1200 Mpa	9%	44%	385	435	314	141

2.2 Sistema de inyección:

Esta sección del Pliego de Condiciones hace referencia al suministro de los materiales, mano de obra, equipo y accesorios, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la elaboración del sistema de inyección del molde. El agujero en la mitad fija del molde, en que irá insertado el manguito del bebedero, será

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

elaborado mediante un proceso de mecanizado por arranque de viruta en un centro de mecanizado. Garantizando la calidad superficial necesaria y la ausencia de tensiones residuales que puedan afectar negativamente a la pieza.

2.3 Sistema de refrigeración:

Esta sección del Pliego de Condiciones hace referencia al suministro de los materiales, mano de obra, equipo y accesorios, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la elaboración del sistema de refrigeración del molde. El sistema de refrigeración del molde se elaborará mediante un proceso de arranque de viruta, concretamente de taladrado profundo, que deberá garantizar siempre una calidad superficial suficiente, así como la ausencia de tensiones residuales que puedan afectar negativamente a la resistencia de la pieza, ya que los taladros del sistema son pasantes y atraviesan la pieza por su núcleo. En la pieza el sistema de refrigeración estará situado en el perímetro del macho del molde, habiendo también un saliente hacia la superficie por dónde el aire entrará refrigerando de manera natural la pieza.

2.4 Sistema de expulsión:

Esta sección del Pliego de Condiciones hace referencia al suministro de los materiales, mano de obra, equipo y accesorios, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la elaboración de los agujeros pasantes para el sistema de expulsión del molde. Se realizarán dos agujeros pasantes por cada macho del molde que atravesará este mismo, la placa de unión y por último la placa de fijación inferior a la máquina. En estos agujeros se insertarán elementos móviles, expulsores cilíndricos, que permiten el desmoldeo de forma sencilla. Para la elaboración de estos, se utilizará un proceso de arranque de viruta, concretamente un taladrado. En todos los casos deberá garantizarse la calidad superficial necesaria y la ausencia de tensiones residuales que puedan afectar negativamente a la pieza.

2.4.1 Montaje de la válvula de aguja expulsora de los sistemas de alimentación:

Para la instalación de la válvula de aguja encargada de la expulsión en la parte fija del molde han de seguirse los pasos establecidos por el fabricante que se exponen a continuación.

1) Mecanizar alojamiento en el molde. Para el alojamiento del anillo elástico "C" puede utilizarse la herramienta de mecanizado de anillas.

2) Extraer temporalmente el anillo "A" y la junta "B".

3) Volver a montar la arandela y la tuerca.

4) Ajustar la cota a través del tornillo de ajuste.

5) Adaptar la longitud de la válvula acortando la aguja por la parte de atrás.

6) Extraer el tornillo de ajuste y volver a montar "A" y "B".

7) Fijar la válvula con las llaves apropiadas presionando simultáneamente la válvula hacia dentro.

2.5 Sistema de guiado:

Esta sección del Pliego de Condiciones hace referencia al suministro de los materiales, mano de obra, equipo y accesorios, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la elaboración de los agujeros necesarios para insertar el sistema de guiado. Los taladros en los que irán insertadas las columnas y sus casquillos se efectuarán de forma simultánea en ambas mitades del molde en un centro de mecanizado, mediante un

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

proceso de arranque de viruta. En todos los casos deberá garantizarse la calidad superficial necesaria y la ausencia de tensiones residuales que puedan afectar negativamente a la pieza.

2.6 Cavidades del molde:

Esta sección del Pliego de Condiciones hace referencia al suministro de los materiales, mano de obra, equipo y accesorios, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la elaboración de las cavidades del molde. Para la elaboración de las cavidades en ambas mitades del molde con la forma de la pieza a inyectar, se realizará un desbaste de aquellas partes en que sea posible mediante arranque de viruta en un centro de mecanizado, para el acabado se utilizará la electroerosión, debido al reducido tamaño de los elementos, su complicada geometría y la necesidad de alta calidad.

Las placas cavidad son de material 1.1730, que no ofrece especiales dificultades para los tratamientos térmicos, aunque para moldes de gran tamaño se recomienda no aplicar el templado y el revenido hasta que no se haya realizado los ciclos de desbaste. Se suministra templado y recocido con estas características técnicas proporcionadas por el proveedor del acero:

- Temperatura RECOCIDO: 610-650°C
- Temperatura TEMPLADO: 840-870°C
- Temperatura REVENIDO: 160-250°C
- Dureza: 260 HB
- Temperatura DISTENSIONADO: 100°C menos que la de Revenido.

Tras el mecanizado y posterior tratamiento térmico, los moldes se esmerilan y pulen para conseguir una buena superficie, la calidad superficial es, en definitiva, un factor decisivo para la calidad de las piezas. El mecanizado de las cavidades debe hacerse en un centro de mecanizado, mediante el programa de control numérico, que será generado, a partir de la geometría 3D de la pieza por el propio fabricante. Para realizar el acabado de la superficie de contacto entre las dos mitades del molde se efectuará un rectificado, que mejore el ajuste entre ambas superficies. En todos los casos deberá garantizarse la calidad superficial necesaria y la ausencia de tensiones residuales que puedan afectar negativamente a las piezas.

2.7 Trabajos no especificados:

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de trabajo que no se encuentre regulado en el presente Pliego de Condiciones, el Fabricante queda obligado a ejecutarlo con arreglo a las instrucciones que reciba de la Dirección Técnica, que a su vez cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Fabricante no tendrá derecho a reclamación alguna por este concepto.

2.8 Mantenimiento del molde:

En cuanto al mantenimiento de la máquina inyectora deberán seguirse las recomendaciones del fabricante de esta. El mantenimiento preventivo debe ser hecho cada vez que el molde entra a funcionar y cada vez que se quita. La inspección es observar problemas pequeños y programarlos para las reparaciones. Esta clase de mantenimiento se debe realizar por un operador o una persona experimentada, después de 20,000 ciclos, de 10 días de producción, o al final de una producción.

2.8.1 Requisitos de limpieza del molde y de la máquina:

Limpiar cuidadosamente las superficies de cierre, cavidades y planos de separación, utilizando los limpiadores y útiles adecuados. Es recomendable un sistema de limpieza industrial del tipo "dry-ice" (proyección de un chorro de partículas de hielo seco), puede resultar muy ventajoso para acelerar el proceso y la profundidad de la limpieza, al tiempo que se evita el uso de disolventes agresivos. Si el usuario no dispone de este tipo de sistema de limpieza basado en la proyección de partículas de hielo seco, se recomienda la utilización de gamuzas de limpieza suaves, no abrasivas, a fin de reducir las posibilidades de dañar o redondear los cantos afilados. Objetos, como, por ejemplo, cepillos de nylon o útiles de madera podrán ser utilizados.

Una contaminación grave puede requerir un desmontaje completo y todo tipo de residuos presentes debidos al proceso de limpieza deberán ser eliminados de la cara del molde. Los disolventes para limpieza deberán usarse con moderación a fin de prevenir la eliminación del lubricante presente en las áreas de difícil acceso.

2.8.2 Requisitos de lubricación del molde:

Después de la limpieza, las guías deben ser lubricadas de nuevo a fin de mantener un funcionamiento sin problemas. Se debe usar únicamente lubricantes de alta calidad, ya que una calidad inferior conduciría a un desgaste prematuro. Se recomienda la lubricación de los cierres del dispositivo a fin de garantizar la máxima longevidad durante la acción de la apertura y cierre de la unidad. Sin embargo, como las partículas transportadas por el aire se concentran durante la producción en las áreas lubricadas, resulta necesario que el aire que circunda el área de moldeo sea un aire limpio. Ello evita la contaminación de la grasa. La grasa contaminada con partículas actúa como una sustancia abrasiva en las superficies de trabajo. Si la calidad del aire de la planta no es buena, el engrasado de los cierres del dispositivo no es efectivo.

2.8.3 Mantenimiento del sistema de inyección:

Es importante limpiar cuidadosamente el punto de inyección con el mismo cuidado que una superficie de moldeo puesto que la mínima ralladura puede ser causante de una fuga debido a las presiones de inyección aplicadas.

El mantenimiento del sistema de inyección consistirá además en la limpieza de este, cuando por el motivo que sea el plástico inyectado lo bloquee. Debido al desgaste que sufre el manguito del bebedero por la acción del paso de la masa de moldeo está previsto que sea reemplazado cuando su desgaste se haga patente en alguna de las inspecciones periódicas a las que someta al molde.

2.8.4 Mantenimiento del sistema de refrigeración:

El mantenimiento del sistema de refrigeración del molde consistirá en la comprobación de estanqueidad de todas las conexiones y en la limpieza de los conductos del sistema, para evitar que la acumulación de los sedimentos del fluido en circulación y la oxidación se acumulen formando una capa en las paredes que reduzca la intensidad de la transmisión de calor. La periodicidad de la limpieza de la limpieza dependerá de la calidad del agua empleada en el sistema de refrigeración, pudiendo realizarse una inspección de estos cada seis meses aproximadamente, coincidiendo con alguna parada de mantenimiento de otra parte del molde.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

Resulta recomendable el empleo de agua tratada, como por ejemplo agua destilada, para el sistema de refrigeración, usándose esta en circuito cerrado, empleándose un sistema de acondicionamiento de la temperatura del agua, que compense el calor absorbido por la misma en el molde.

Como agente de limpieza resulta apropiado el ácido clorhídrico de 20°Bé, con dos partes de agua y un inhibidor de corrosión.

2.8.5 Mantenimiento del sistema de expulsión:

El mantenimiento del sistema de expulsión consistirá en la limpieza de este, engrase y ajuste, cuando sea necesario. Debido al desgaste por rozamiento que sufren las distintas partes del sistema de expulsión, aquellas partes que se observen deterioradas, deberán ser reemplazados de inmediato cuando su desgaste se haga patente en alguna de las inspecciones periódicas a las que someta al molde.

2.8.6 Mantenimiento de las cavidades del molde:

El mantenimiento de la cavidad de la pieza consistirá en la limpieza diaria de la misma, y en cuantas correcciones y ajustes sean necesarios para obtener piezas que resulten correctas a lo largo del periodo de vida del molde.

Hay que entender que la presencia de elementos extraños en el molde durante el proceso de inyección puede producir defectos en las piezas inyectadas, sin embargo, este no es el riesgo mayor que conlleva la falta de limpieza del molde. La presencia de cuerpos extraños puede producir el deterioro grave del molde si estos cuerpos quedan atrapados entre las dos mitades del molde al cerrarse el mismo o bloquean la carrera de las partes móviles del molde, lo que las sometería a tremendos esfuerzos de consecuencias catastróficas. Es por esto que la limpieza del molde forma una parte importante del mantenimiento del mismo y es un factor importante a la hora de lograr un correcto funcionamiento y una larga vida útil del molde.

También constatar que los orificios de ventilación permanezcan sin obstrucciones y medirlos para asegurar que correspondan con las especificaciones correctas, puesto que, con el tiempo, la profundidad efectiva del orificio de ventilación varía y pueden requerirse presiones de inyección más elevadas para llenar la pieza, lo que afecta la vida útil del molde.

Después de la limpieza, el molde debe ser lubricado para su correcto funcionamiento. Es pertinente decir que cuando la empresa produce piezas destinadas al sector alimenticio, los lubricantes deben tener el certificado FDA o el correspondiente para cada país. Para evitar que este lubricante se convierta en un abrasivo al tener contacto con partículas de suciedad, es recomendable que el aire en el área de molde sea lo más limpio posible. Además, si el aire no es adecuado, el engrasado de los cierres, por lo general, no será bueno.

Al momento de instalar el molde nuevamente para iniciar la producción, es adecuado abrirlo y limpiar de nuevo sus superficies, base y cavidades, para retirar el polvo.

Debe tenerse en cuenta que los problemas repetitivos en el arranque del molde o en la calidad del punto de inyección son señales de que debe realizarse un mantenimiento un poco más minucioso.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA:

3.1 Remisión de solicitud de ofertas:

Por parte de la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a una serie de empresas especializadas del sector, cuyo número no será inferior a tres, para la realización de los trabajos especificados en el presente Proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto de este con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de las soluciones adoptadas en el presente proyecto, la o las soluciones que recomiende para resolver su realización. El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de veinte días.

3.2 Representante del fabricante:

En el momento en que le sea adjudicada la ejecución de los trabajos el Fabricante designará un representante debidamente autorizado, que actuará como interlocutor con la Dirección Técnica. Este representante deberá permanecer en contacto con la Dirección Técnica con el fin de que esta pueda poner en conocimiento del Fabricante aquellas cuestiones que estime oportunas, y para pedir a éste cualquier información sobre la ejecución de los trabajos. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo de mayor categoría técnica de los empleados u operarios que intervengan en los trabajos, y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, del Fabricante en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes del Fabricante.

3.3 Reclamaciones de la dirección técnica:

Las reclamaciones que el Fabricante quiera hacer contra las órdenes efectuadas por La Dirección Técnica sólo podrán ser presentadas a través de este ante la Propiedad, en el caso de que estas sean de carácter económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico o facultativo de la Dirección Técnica, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Fabricante salvar su responsabilidad, si lo considera oportuno, mediante la exposición razonada de su reclamación, dirigida a la Dirección Técnica, que podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones

3.4 Copia de los documentos:

El Fabricante tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos del presente proyecto. La Dirección Técnica, si el Fabricante lo solicitase, autorizará las copias después de contratados los trabajos.

3.5 Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución:

El Fabricante deberá dar cuenta a la Dirección Técnica del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas desde su iniciación. El Fabricante comenzará los trabajos dentro del plazo de 10 días desde la fecha de adjudicación. Los trabajos quedarán concluidos dentro del plazo de tres meses desde la fecha de adjudicación del proyecto.

3.6 Condiciones generales de ejecución de los trabajos:

El Fabricante, como es natural, deberá emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en el presente proyecto y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de los trabajos, el Fabricante es el único responsable de la ejecución de estos y de las faltas y defectos que puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Técnica no le haya llamado la atención sobre el particular.

3.7 Trabajos defectuosos:

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Técnica advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones estipuladas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o una vez finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de los mismos, podrá disponer que las partes defectuosas sean eliminadas, reconstruidas o repuestas de acuerdo con lo contratado, y todo ello se efectuará a expensas del Fabricante. En el caso en el que el Fabricante no estimase justa la resolución de la Dirección Técnica y se negase a efectuarla, se procederá según lo previsto para los casos de rescisión del contrato, siendo la Propiedad libre de iniciar las acciones legales contra el fabricante por este concepto, que estime convenientes.

3.8 Vicios ocultos:

Si la Dirección Técnica tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en los trabajos ejecutados, ordenará efectuar en cualquier momento, siempre antes de la recepción definitiva de los trabajos, los ensayos que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos ordenados por la Dirección Técnica serán de cuenta del Fabricante, siempre que los vicios resultasen existir realmente, en caso contrario correrán a cargo del Propietario.

3.9 Materiales no utilizables o defectuosos:

El Fabricante no procederá al empleo o colocación, de materiales o aparatos sin que tenga la absoluta seguridad de que estos cumplen con las especificaciones recogidas en el Pliego de Condiciones. Para ello, el Fabricante deberá aportar las comprobaciones, ensayos o pruebas que sean necesarias para asegurar el cumplimiento de las especificaciones. El Fabricante tendrá la opción de solicitar la realización de los ensayos a sus proveedores, realizarlos el mismo, o encargarlos a un tercero. En cualquier caso, los ensayos deberán realizarse conforme a la normativa vigente en cada caso y con las suficientes garantías. Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados correrán a cargo del Fabricante. Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Fabricante los reemplazará por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estas, a las órdenes de la Dirección Técnica. Los resultados de todas las pruebas o ensayos a los que se hayan sometido tanto las materias primas, como los trabajos realizados, serán entregados a la propiedad en el momento de la recepción de los trabajos, y estarán en todo momento a disposición de la Dirección Técnica.

3.10 Medios auxiliares:

Es obligación del Fabricante el ejecutar todo cuanto sea necesario para la buena realización de los trabajos contenidos en el proyecto, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Técnica y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada tarea. Serán de cuenta y riesgo del Fabricante, los medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no teniendo por tanto el Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

3.11 Recepción provisional:

Para proceder a la recepción provisional de los trabajos será necesaria la asistencia del Propietario, de la Dirección Técnica y del Fabricante o de su representante debidamente autorizado. Si los trabajos han sido correctamente ejecutados con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidos provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de seis meses. Cuando no se hallen en estado de ser recibidos, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que la Dirección Técnica debe señalar al Fabricante para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de los trabajos.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si todo estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la Propiedad y la otra se entregará al Fabricante.

3.12 Plazo de garantía:

Desde la fecha en que se efectúe la recepción provisional de los trabajos, comenzará a contarse el plazo de garantía, que será de seis meses. Durante este período de tiempo, el Fabricante deberá hacerse cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

3.13 Recepción definitiva:

Terminado el plazo de garantía, se verificará automáticamente la recepción definitiva de no haber aparecido ningún problema, en ese momento el Fabricante quedará relevado de toda responsabilidad. En caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio de la Dirección Técnica, y dentro del plazo que se marque, queden efectuados los trabajos del modo y forma que se determinan en este Pliego de Condiciones.

3.14 Liquidación final:

Terminados los trabajos, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de los trabajos realizados y los que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados por la Dirección Técnica con sus correspondientes precios. De ninguna manera tendrá derecho el Fabricante a formular reclamaciones por modificaciones que no estuviesen autorizadas por escrito por la Propiedad con el visto bueno de la Dirección Técnica.

3.15 Liquidación en caso de rescisión:

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de mutuo acuerdo entre ambas partes. Incluirá el importe de los trabajos realizados hasta la fecha de la rescisión.

3.16 Facultades de la dirección técnica del proyecto:

Además de todas las facultades particulares, que corresponden a la Dirección Técnica, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la supervisión de los trabajos que se realicen, con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en este Pliego de Condiciones, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Fabricante, si considerase que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la debida marcha de los trabajos.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA:

4.1 Base fundamental:

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el Fabricante debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre y cuando estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que lo rigen.

4.2 Precios y revisiones:

Si ocurriese algún caso del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo de la siguiente forma: El Fabricante formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección técnica estudiará el que según su criterio deba utilizarse. Si ambas son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando formalizado el precio contradictorio. Si no fuera posible conciliar por simple discusión de resultados, la Dirección Técnica propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Fabricante o, la segregación de los nuevos trabajos, para ser ejecutados por otro fabricante. La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente antes de acometer el trabajo al que se refiere, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Fabricante estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle la Dirección Técnica y a cumplir a satisfacción de éste.

4.3 Reclamaciones y aumento de precios:

Si el Fabricante, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar el aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de los trabajos. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre los trabajos, se hagan en la Memoria, por no tratarse de un documento con carácter contractual, sino meramente informativo. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”.

4.4 Elementos comprendidos en el presupuesto:

Al fijar los precios en el presupuesto del proyecto, se ha tenido en cuenta el importe de toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o los trabajos por el Estado, Provincia o Municipio. Por esta razón no se abonarán al Fabricante cantidad alguna por dichos conceptos.

4.5 Valoración de los trabajos:

La medición de los trabajos concluidos se hará según el apartado correspondiente del presupuesto del proyecto. La valoración deberá obtenerse aplicando a los diversos conceptos, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial e impuestos.

4.6 Equivocaciones en el presupuesto:

Se supone que el Fabricante ha hecho un estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que los trabajos ejecutados con arreglo al Proyecto producen un mayor coste, no tiene derecho a reclamación alguna.

4.7 Valoraciones de trabajos incompletos:

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar los trabajos incompletos, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de los trabajos fraccionándolos en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

4.8 Abono de los trabajos:

El abono de los trabajos se efectuará por parte del Propietario una vez efectuada la recepción definitiva de los trabajos, en los plazos y forma previamente establecidos por ambas partes.

4.9 Indemnización por retraso de los trabajos:

El importe de la indemnización que debe abonar el Fabricante por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de los trabajos contratados, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por los retrasos, debidamente justificados.

4.10 Indemnización por daños de causa

El Fabricante no tendrá derecho en ningún caso a indemnización por causas de pérdidas, avería o perjuicio ocasionados en los trabajos o por causa de estos.

4.11 Mejoras en los trabajos:

No se admitirán mejoras en los trabajos, más que en el caso en que la Dirección Técnica haya ordenado por escrito la ejecución de las mismas. Tampoco se admitirán aumentos de las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Técnica ordene, también por escrito, la ampliación de las mismas.

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE GENERAL:

5.1 Jurisdicción:

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por la Dirección Técnica, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad. El Fabricante es responsable de la ejecución de los trabajos en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos con carácter contractual que componen el presente Proyecto (la Memoria no tiene consideración de documento con carácter contractual). El Fabricante se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

5.2 Accidentes de trabajo y daños a terceros:

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución del proyecto, el Fabricante se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El Fabricante está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en la medida de lo posible, los accidentes. De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Fabricante lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. El Fabricante será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse durante las operaciones de ejecución del proyecto. El Fabricante cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

5.3 Causas de rescisión del contrato:

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Fabricante.
2. La quiebra del Fabricante. En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo los trabajos, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

3. La suspensión de los trabajos comenzados y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas al Fabricante, no se dé comienzo a los trabajos adjudicados dentro del plazo a partir de la adjudicación, señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
4. La suspensión de los trabajos comenzados, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un mes.
5. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la propiedad
6. La terminación del plazo de ejecución de los trabajos, sin haberse llegado a ésta.
7. El abandono de los trabajos sin causa justificada.
8. La mala fe en la ejecución de los trabajos.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

22011-803

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

**DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE
ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON
CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS**

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

ÍNDICE DOCUMENTO

MEDICIONES

PRESUPUESTO



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDICIONES

22011-803

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

**DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE
ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON
CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS**

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

Tabla de contenido

1. OBJETO:.....	3
2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:	3
3. MEDICIONES:.....	3
3.1. DISEÑO EN 3D DE LA PIEZA	3
3.2. ESTUDIO DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE.....	3
3.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE	3
3.4. MOLDEADO (MÁQUINA INYECTORA).....	3
3.5. POSTNOLDEADO.....	4
3.6. CONTROLES DE CALIDAD	4
3.7. COSTES GENERALES.....	4

1. OBJETO:

El documento trata de definir y determinar las unidades de cada partida o unidad de obra del producto terminado. Por “unidad de obra” se entiende una parte elemental de la misma, que suponga una determinada actuación, utilización de mano de obra y/o maquinaria generalmente para la aplicación en obra de ciertos elementos que tendrán el carácter de materiales.

2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:

El documento presente de Mediciones junto con el de Presupuesto, se dedica a cubrir únicamente el proceso de producción de la unidad mencionada.

Las mediciones y el presupuesto serán de la fabricación de las piezas. En total, se realizan 20.000 inyectadas lo que supone un total de 80.000 piezas.

3. MEDICIONES:

A continuación, se procede a enumerar y cuantificar las unidades de obra requeridas por el proceso productivo de unidad del producto, desde la recepción de materias primas hasta la salida del producto embalado y listo para su distribución.

Tabla 1 Unidades de obra para el proceso productivo.

CÓDIGO		CANTIDAD
3.1. DISEÑO EN 3D DE LA PIEZA		
1.1	SolidWorks 2021-2022: Se incluye el coste de mano de obra y el coste por uso y amortización del equipo necesario en el coste por unidad de tiempo del diseño gráfico.	1,00
3.2. ESTUDIO DE LLENADO Y DISEÑO DEL MOLDE		
2.1	SolidWorks 2021-2022: Se incluye el coste de mano de obra y el coste por uso y amortización del equipo necesario en el coste por unidad de tiempo del estudio reológico.	1,00
3.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE		
3.1	Mantenimiento del molde: Se lleva a cabo un mantenimiento preventivo del molde para evitar su desgaste una vez que el mismo haya sido instalado.	1,00
3.4. MOLDEADO (MÁQUINA INYECTORA)		
4.1	Consumo eléctrico: En el coste del consumo eléctrico para la fabricación de las piezas, se incluye lo que disipa la máquina por cada 500 inyectadas. Dichos datos,	1,00

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

	son proporcionados por el Ingeniero de procesos que es el encargado de controlar todo lo referente a las máquinas de inyección.	
4.2	Coste de la máquina: En el presupuesto se incluirá el coste de la máquina por hora (coste de mantenimiento preventivo y correctivo). Estos costes engloban todas las operaciones realizadas para el correcto mantenimiento de la máquina (recambios, aceite hidráulico etc)	1,00
3.5. POSTNOLDEADO		
5.1	Embalaje: Coste de embalaje por unidad producida (Cajas, pallets, láminas de plástico, etc.)	1,00
5.2	Envío: Se incluyen los gastos del envío, el cuál es, el salario del transportista.	1,00
3.6. CONTROLES DE CALIDAD		
6.1	Medición: Utilización de la MMC y calibre, se incluyen los gastos generales de utilización (electricidad, aire comprimido, etc.), así como la amortización y mano de obra.	1,00
6.2	Control final y volante: Se incluyen los gastos de mano de obra de parte del Departamento de Calidad por la realización del control final y volante	1,00
3.7. COSTES GENERALES		
7.1	Coste por operario: Se incluirán los gastos que supone el operario para el control y embalaje de las piezas.	1,00
7.2	Coste por mecánico: Se incluirán los costes que supone el mecánico para el cambio y puesta a punto de los moldes.	1,00



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESUPUESTO

22011-803

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2021-2022

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

**DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN PARA PROTOTIPO FUNCIONAL DE
ADAPTACIÓN DE APERTURA DE CERRADURAS PARA PERSONAS CON
CAPACIDADES MOTRICES LIMITADAS**

ESTUDIANTE: AMALIA ARMAS RUIZ

TUTORES/AS: JULIO BLANCO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

Tabla de contenido

1. OBJETO:.....	3
2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:	3
3. PRESUPUESTO FABRICACIÓN:	3
3.1. Lista de materiales:.....	3
3.2. Costes de trabajo:	4
3.2.1. Mano de obra:	4
3.2.2. Maquinaria para la fabricación:	4
3.3. Fase de operación:	5
3.3.1. Polímero a inyectar:.....	5
3.3.2. Coste del proceso de inyección durante la fase de funcionamiento:	6
3.3.3. Coste total fase de operación:	6
3.4. Coste total:.....	7

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 Precios unitarios y totales de los componentes	3
Tabla 2 Precios por el trabajo realizado	4
Tabla 3 tasa horaria por útiles de trabajo.	5
Tabla 4 Coste total fase de operación.....	6
Tabla 5 Coste total del proyecto.....	7

1. OBJETO:

El presente documento tiene como finalidad reflejar el coste económico del proceso productivo necesario para la materialización del producto final desarrollado en el presente proyecto. Se realizará el presupuesto de la primera fabricación (20000 inyectadas) que indicará un balance de los costes a tener en cuenta para futuras fabricaciones, así como, el presupuesto global del proyecto.

2. ESTRUCTURA Y CONSIDERACIONES:

A continuación, con la ayuda del “Consultor de costes” del programa utilizado para la simulación del diseño del molde (“SolidWorks”), se realiza un presupuesto estimado del coste del proyecto, los costes del proceso de fabricación, material, embalaje, etc.

Por último, se realizará el presupuesto global desde el diseño hasta la construcción del molde, sin incluir gastos de fabricación.

3. PRESUPUESTO FABRICACIÓN:

3.1. Lista de materiales:

Tabla 1 Precios unitarios y totales de los componentes

COMPONENETE	FABRICANTE	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
Pieza hembra	-	Acero Polmax	4	1.200,00	4.800,00
Pieza macho	-	Acero Polmax	4	1835,53	7.342,12
Placa base lado fijo	-	Acero 1.1730	1	935,00	935,00
Centrador	-	Acero 1.1730	20	55,20	1.104,00
Válvula de separación	Carbone	Latón	8	8,00	64,00
Placa base lado móvil	-	Acero 1.1730	1	935,00	935,00
Placa base intermedia	-	Acero Polmax	1	564,20	564,20
Cáncamo	Mitari	Acero C15E	4	1,34	5,36
DIN6912-M8X70	Hasco	12.9	22	0,74	16,28
DIN6912-M10X90	Hasco	12.9	24	1,02	24,48
DIN6912-M10X80	Hasco	12.9	12	0,95	11,4
Bebedero	Hasco	1.2826	1	59,6	59,6

TOTAL (€)	1.5861,44
------------------	------------------

3.2. Costes de trabajo:

En este apartado se desglosan los costes directos estimados del proyecto, incluyendo la fase de desarrollo y la fase de fabricación y montaje del molde.

3.2.1. Mano de obra:

En este proyecto participan un ingeniero, 3 operarios de máquina y un ajustador/matricero. Se han establecido las siguientes tasas horarias, incluyendo en ellas tributaciones y otras contingencias, y la estimación de horas necesarias para el normal desarrollo del proyecto.

Para la puesta a punto de la máquina, es necesario un período de prueba, que se realizarán inyecciones durante un total de 15 horas aproximadamente, el cual se incluyen en este apartado sus gastos.

Tabla 2 Precios por el trabajo realizado

TRABAJADOR – ETAPA	HORAS	€/HORA	SUBTOTAL
FASE DE DESARROLLO			
INGENIERO	150,00	35,00	5.250,00
FASE DE FABRICACIÓN			
OPERARIO CNC	100	25,00	2.500,00
OPERARIO ELECTROEROSIÓN	25	27,00	675,00
MATRICERO	80	30,00	2.400,00
FASE DE PRUEBAS DE INYECCIÓN			
OPERARIO MÁQUINA INYECCIÓN	15	25,00	375,00
		TOTAL(€)	11.200,00

3.2.2. Maquinaria para la fabricación:

Seguidamente se presentan los estimados de horas de máquina necesarias para la fabricación del molde, así como las tasas horarias establecidas para ellas. No ha sido necesaria para la fabricación de este molde la adquisición de ninguna máquina o herramienta específica.

Todos los consumibles habituales de cada máquina se incluyen en la tasa horaria correspondiente (herramientas, fluidos de corte, dieléctricos), así como su consumo eléctrico y el mantenimiento.

De igual forma, en la tasa horaria de las computadoras de oficina técnica, se incluyen consumibles de periféricos y licencias de aplicaciones de uso cotidiano en la compañía.

Tabla 3 tasa horaria por útiles de trabajo.

TRABAJADOR – ETAPA	HORAS	€/HORA	SUBTOTAL
FASE DE DESARROLLO			
COMPUTADORA DE OFICINA	150,00	7,00	1.050,00
FASE DE FABRICACIÓN			
CONTROL DE TALLER (ORDENADOR)	40,00	5,00	200,00
MECANIZADO CNC	75,00	30,00	2.250,00
TORNO	20,00	20,00	400,00
TALADRO	10,00	16,00	160,00
MÁQUINA ELECTROEROSIÓN	35,00	25,00	875,00
FASE DE PRUEBAS DE INYECCIÓN			
MÁQUINA INYECCIÓN	30	53,00	1.590,00
		TOTAL(€)	6.525,00

3.3. Fase de operación:

3.3.1. Polímero a inyectar:

Como ya se había adelantado, se calcula que se llevarán a cabo un total de 10.000 inyectadas. Para dicho proceso será necesario la determinación del presupuesto desglosado, en el que se incluirá el coste del material, gasto de funcionamiento de la inyectora, operario...

En primer lugar, según fabricante, se facilita el precio unitario del PVC que se va a utilizar en la inyección, siendo de 0.72 €/kg.

SolidWorks es capaz de determinar el volumen de polímero necesario por cada inyectada, diferenciando el volumen del sistema de alimentación y el de las piezas. Una vez introducido el precio del material, el programa relaciona el coste con el volumen de las piezas y el número de inyectadas, y calcula automáticamente el coste del material por inyectada y el coste total de la producción.

- Coste por inyectada = 0.85 €
- Coste total (20.000 inyectadas) = 16992 €

La producción total también se ve afectada por los rechazos (número de piezas malas por fabricación), como es la primera vez que se fabrica, no se dispone de un índice exacto de “piezas malas”, por lo que se introduce el porcentaje de índice de rechazos perteneciente al sistema de alimentación, ya que es una parte que se debe desprender de las piezas. Además, ciertas piezas que han sido rechazadas y no son vendibles, pueden ser recicladas para poder reutilizar el material en la fabricación de las demás piezas.

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

En este caso, el cliente permite utilizar material reciclado, ya que la pieza no va a soportar grandes esfuerzos. Por tanto, según lo interior, se estima un 5 % más del coste de material por diversos motivos que pueden provocar un proceso de inyección incorrecto.

-Coste total = 6837.75 €

3.3.2. Coste del proceso de inyección durante la fase de funcionamiento:

Este apartado del presupuesto trata de partidas alzadas, es decir, es una estimación. Según los resultados proporcionados por el programa de simulación, el tiempo total de ciclo de inyección se estima en 3 segundos. Por otra parte, se estiman en un 20 % la suma de tiempos improductivos, por lo que se va a determinar el tiempo necesario para la realización de las 20.000 inyectadas.

- Total de horas de funcionamiento = 120

Teniendo en cuenta los gastos de electricidad, como el coste del operario encargado del funcionamiento de la máquina, así como las tasas al mecánico para mantenimiento y reparaciones, se ha estimado un total de 25 € / hora de funcionamiento, por lo que el coste total del proceso de inyección es de 3.000 €.

Como ya se ha mencionado en las mediciones, se incluye el salario del encargado de Calidad, así como el consumo de la MMC por la medición de las piezas.

- Coste MMC = 3 horas x 90 €/hora = 270 €

- Coste encargado de Calidad= 10 horas x 24€/ hora =240 €

- Coste total calidad = 510 €

Por último, habrán de incluirse los gastos debidos al embalaje de las piezas producidas para su posterior venta. Se ha determinado que el coste total del proceso de embalaje (materias primas + salarios) se encuentra en torno al 10 % del gasto total del proceso de inyección durante la fase de funcionamiento, siendo este valor de 300 €.

3.3.3. Coste total fase de operación:

Como ya se ha adelantado, el valor del gasto durante la fase de funcionamiento es aproximado, lo que se describe como partida alzada.

Tabla 4 Coste total fase de operación

CONCEPTO	SUBTOTAL
Polímero	6.837,75
Inyección	3.000,00
Calidad	510,00
Embalaje	300,00
TOTAL (€)	10647.75

Diseño de molde de inyección para prototipo funcional de adaptación de apertura de cerraduras para personas con capacidades motrices limitadas

3.4. Coste total:

Finalmente, se presenta el presupuesto final del Proyecto. Se ha considerado un porcentaje de costes para posibles imprevistos que son del 15 % del coste total del proyecto.

Tabla 5 Coste total del proyecto.

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
COSTES DE MATERIALES	
SUBTOTAL MATERIALES (€)	1.5861,44
COSTES DE TRABAJO	
-Mano de obra (puesta a punto)	11.200,00
-Horas de máquina (puesta a punto)	6.525,00
-Fase de operación	10.647,75
SUBTOTAL TRABAJO (€)	44.235,25
OTROS	
Imprevistos (15% del total del proyecto)	66.35,2875
TOTAL (€)	50.869,50

Asciende la cantidad total del presupuesto de la fabricación de 20000 inyectadas a CIUNCENTA MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS Y 50 CÉNTIMOS.

Firma el presente documento

Amalia Armas Ruiz, Estudiante del Grado de Ingeniería Mecánica, con DNI 16634860H.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

A fecha 6 de Julio de 2022