



Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada
en su sistema de fijación a poste

Design and development of a 50 liters bin with a simplified
system of post fixing

- Anexo -
Tomo 2/2

Autora

Miriam Rodrigo Bartolomé

Directora

María Aránzazu Martínez Pérez

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2017



FASE 1

3. Información previa	2
3.1 ¿Qué es una papelera?	2
3.2 Tipos de papeleras	2
3.3 Papelera escogida para desarrollar	3
3.4 Normativa.....	4
3.5 Proceso de inyección	5
3.6 Desmoldeo	7
4. Estudio de mercado	8
4.1 Empresas.....	8
4.2 Papeleras atadas a poste	9
4.3 Conclusiones	12
5. Análisis	13
5.1 Análisis de entorno.....	13
5.2 Análisis de usuario.....	14
5.3 Análisis formal.....	15
5.4 Análisis de la muestra.....	17
5.5 Conclusiones	20
6. EDP'S	21
6.1 Críticas.....	21
6.2 Deseables	21

FASE 2

7. Generación de ideas	24
7.1 Primeras ideas	24
8. Conceptos	26
8.1 Motivos naturales	26
8.2 Realizados y rehundidos.....	27
8.3 Estrías o panelada	28
8.4 Tapas	29
9. Modelado 3D Papelera	30
9.1 Introducción	30
9.2 Propuestas de diseño del cuerpo	31
9.3 Tabla de ponderación	41

ÍNDICE

10. Modelado 3D Tapa	46
10.1 Propuestas de diseño de la tapa	46
10.2 Tabla de ponderación	48

11. Selección del concepto final	50
--	----

FASE 3

12. Desarrollo 3D	52
12.1 Cuerpo	52
12.2 Soporte	66
12.3 Tapa	67

FASE 4

13. Selección de material	70
14. Ensayos de inyección	72
14. 1 Introducción	72
14.2 Estudio de balanceo del cuerpo	76
14.3 Estudio de inyección del cuerpo	77
14.4 Estudio de balanceo de la tapa	82
14.5 Estudio de inyección de la tapa	83
15. Ensayos de resistencia	88
15.1 Introducción	88
15.2 Papelera de espesor 2,5 mm para soporte nuevo	89
15.3 Papelera de espesor 2,5 mm para soporte antiguo	98
15.4 Papeleras de espesor 3 mm	100
15.5 Soporte	101
15.6 Pieza auxiliar: clip	103

FASE 5

16. Renders	110
16.1 Cuerpo	112
16.2 Tapa	117
16.3 Concepto final	120

PLANOS	122
1 Cuerpo para soporte nuevo	122
2 Cuerpo para soporte antiguo	123
3 Tapa	124
4 Soporte	125
5 Pieza clipada	126

FASE 1

INFORMACIÓN PREVIA

DEFINICIÓN

TIPOS DE PAPELERAS

CONCEPTO ELEGIDO

NORMATIVA

PROCESO DE INYECCIÓN

DESMOLDEO

ESTUDIO DE MERCADO

EMPRESAS

PAPELERAS

CONCLUSIONES

ANÁLISIS

ENTORNO

USUARIO

ESTÉTICA

MUESTRA

CONCLUSIONES

EDP'S

CRÍTICAS

DESEABLES

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.1 ¿QUÉ ES UNA PAPELERA?

Para comenzar con este trabajo se ha querido mostrar la definición de la Real Academia Española (R.A.E.) para conocer el significado exacto de esta palabra.

Una papelera es un recipiente con forma de balde o cesto para tirar los papeles y los objetos que no sirven.

3.2 TIPOS DE PAPELERAS

Existen diferentes tipos de papeleras. Su primera clasificación sirve para definir cuáles van a ser utilizadas en el exterior (parques, calles, playas...) y cuáles se usarán en zonas interiores (oficinas, domicilios...).



Figura 3.2.1 Papelera de interior metálica [F.1]



Figura 3.2.2 Papelera de exterior de plástico [F.2]

Dentro de las papeleras exteriores y si se clasifican por la manera de colocarlas en el entorno, estas pueden colocarse en el suelo o en farolas o postes. En caso de que se coloquen en el suelo, pueden anclarse a éste con unos tornillos, sin embargo, si se colocan en farolas, se necesita utilizar un sistema de fijación formado por una brida metálica que rodee a la farola.

En cuanto al material de fabricación, las papeleras exteriores normalmente son, o bien metálicas de fundición, o bien de plástico, en concreto HDPE.



Figura 3.2.3 Papelera anclada al suelo [F.3]



Figura 3.2.4 Papelera agarrada a farola [F.4]

Una tercera clasificación viene dada en cuanto al tipo de residuo que recogen. Las papeleras se pueden clasificar en aquellas en las cuales se puede tirar todo tipo de residuos o las de recogida selectiva, es decir, tienen un recipiente para cada tipo de residuo (plástico, papel o cartón, vidrio o residuo orgánico). Estas papeleras suelen utilizar un color determinado para diferenciar los recipientes.



Figura 3.2.5 Papelera con tapa [F.5]

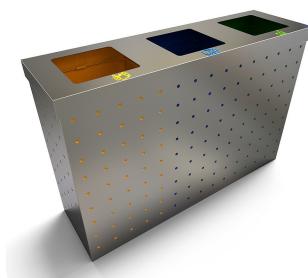


Figura 3.2.6 Papelera de recogida selectiva [F.6]

Como dato general, añadir que en todos los casos, se colocará en las papeleras una bolsa de plástico desechable, para que los residuos depositados en ellas, no entren en contacto con la mismas, y la recogida sea más sencilla. Según la configuración de la papelera, la recogida de la bolsa será más o menos sencilla. Más adelante se describirá en detalle este aspecto.

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.3 PAPELERA ESCOGIDA PARA DESARROLLAR

La papelera que se ha decidido estudiar en este trabajo es una papelera de exterior que se coloca en farolas o postes. Además está fabricada en plástico y tiene una capacidad de aproximadamente 50 litros.

Esta papelera está formada por un cuerpo, en el que va remachada una de las piezas del soporte, y por una tapa, sobre la que se monta la segunda pieza del mencionado soporte, y que luego se sujetará al poste. Además, estas papeleras incluyen una cerradura que servirá para que la tapa no pueda abrirse a no ser que el operario lo haga con una llave especial.



Figura 3.3.1 Papelera de plástico atada a farola

El cuerpo tiene una forma de cesta y se fabrica en plástico inyectado. Algunos recipientes tienen pequeños detalles para mejorar la estética de la papelera.

La tapa se fabrica con plástico por inyección y con el mismo material que el cuerpo.

El soporte está formado por dos elementos. El primero se une a la tapa y es el que se agarra al poste mediante una brida metálica. La otra parte es la que se une al cuerpo mediante remachado. Ambos elementos, posteriormente se ensamblan entre sí para que la tapa tenga movimiento relativo con respecto al recipiente y así facilitar el vaciado de la papelera. Estos soportes se pueden encontrar fabricados en metal o en plástico.

La cerradura, de tipo profesional, mantendrá la tapa solidaria al cuerpo cuando esté cerrada, y solo cuando el operario vaya a vaciar la papelera, se abrirá la cerradura para poder abrir la tapa respecto al cuerpo.

Actualmente el proceso de montaje es el que sigue:

- Se remacha sobre la tapa de la papelera el primer elemento del soporte.
- Se remacha sobre el cuerpo, que ya contará con la cerradura, el segundo elemento del soporte.
- Se coloca la tapa y el primer elemento del soporte sobre el poste y se embrida al mismo hasta que quede bien fija.
- Se ensambla el cuerpo y se cierra la cerradura para obtener un único conjunto con todas las piezas solidarias.

Tal y como se ha descrito en el objetivo de este documento, en este trabajo de fin de grado se pretende desarrollar una nueva pieza que une el recipiente y su soporte para tener que evitar un paso en el montaje y por otras razones que se explicarán más adelante.

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.4 NORMATIVA

La normativa que debe seguir este tipo de papeleras es la DIN 30713 [1].

Esta norma establece las dimensiones que debe tener una papelera de 50 litros.

A continuación, se pueden ver las dimensiones de esta papelera y los elementos que la forman.

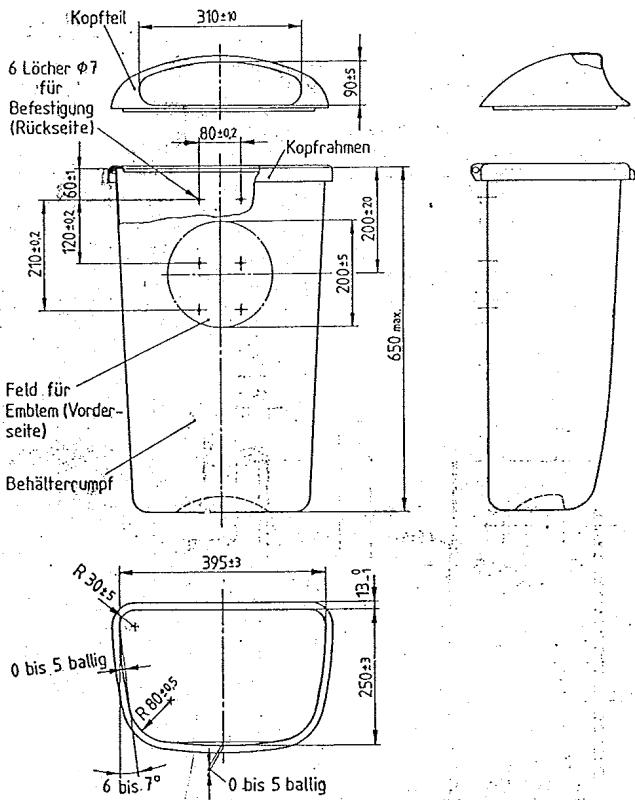


Figura 3.4.1 Dimensiones generales de la tapa y el cuerpo [1]

Algunas medidas importantes son las siguientes:

- Altura del cuerpo: máximo 650 mm
 - Anchura del cuerpo: 395 mm
 - Profundidad del cuerpo: 250 mm
 - Altura de la boca de la tapa: 90 mm
 - Anchura de la boca de la tapa: 310 mm

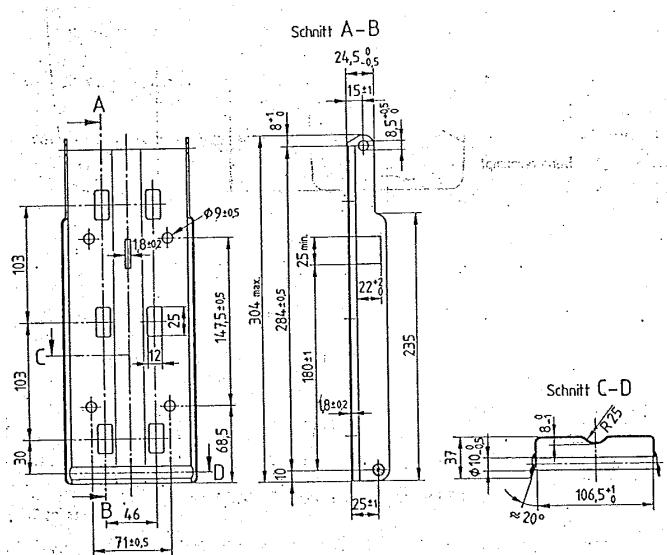
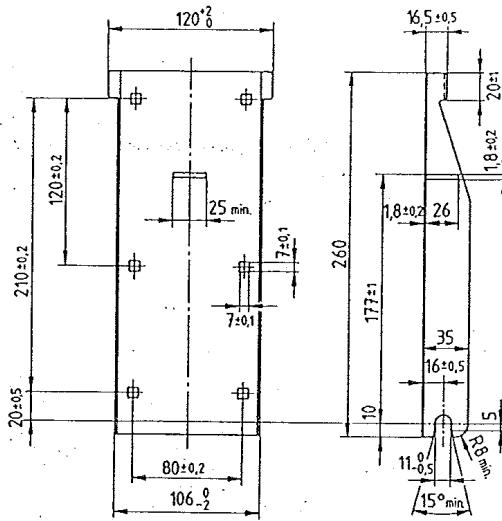


Figura 3.4.2 Dimensiones generales del soporte [1]

En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura.

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.5 PROCESO DE INYECCIÓN

El moldeo por inyección es uno de los métodos de procesado de plástico más utilizado. Este proceso requiere temperaturas y presiones más elevadas que cualquier otro pero, a pesar de esto, proporciona piezas y objetos de precisión con superficies limpias y lisas. Además, este método permite que se produzca un gran aprovechamiento del material [2].

La máquina consta de 3 partes: la unidad de inyección, el molde y la unidad de cierre. La unidad de inyección está formada por la tolva y por el husillo y es la encargada de cargar, plastificar e inyectar el plástico. La unidad de cierre es la encargada del accionamiento y funcionamiento del molde y éste último está diseñado específicamente para fabricar una pieza determinada.

La unidad de cierre está formada por un cilindro hidráulico que aportará la fuerza de cierre necesaria para que el molde no se abra durante el ciclo de inyección.

En el caso de que ésta fuerza de cierre no fuera suficiente, el molde se abriría un poco y el material saldría del molde dando lugar a un defecto típico denominado rebaba.

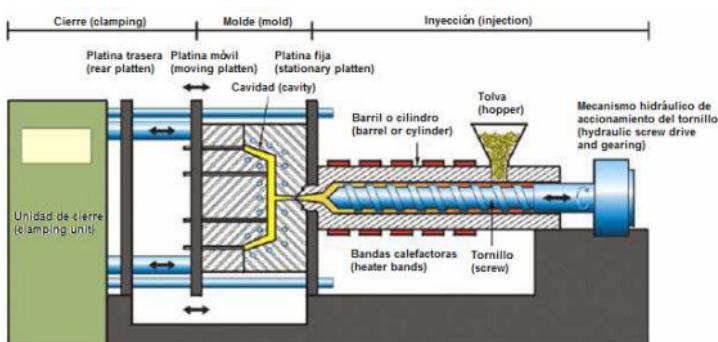


Figura 3.5.1 Máquina de inyección [F.7]

El ciclo de inyección está compuesto de 4 fases:

DOSIFICACIÓN

La primera fase comienza con el molde cerrado y vacío. Se coloca la granza en la tolva y gracias al giro del husillo y al rozamiento entre las partículas, éstas se van fundiendo. Además, a lo largo de todo el cilindro de plastificación hay colocadas unas resistencias que ayudan a que el material plástico se funda.

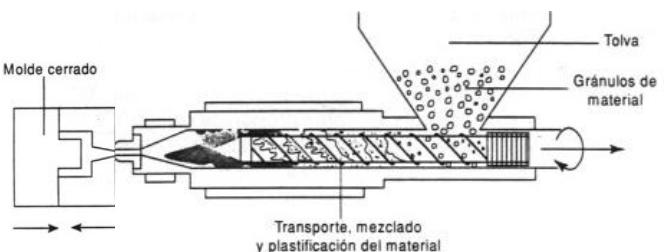


Figura 3.5.2 Plastificación del material [F.8]

LLENADO

Una vez el material ya se encuentra en la parte delantera y fundido se debe efectuar el llenado del molde. El husillo avanza a una velocidad programada por el operario y esto permite que el molde se llene.

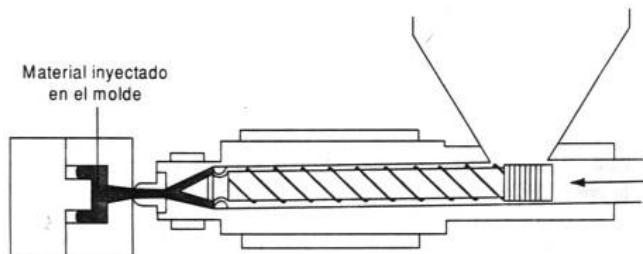


Figura 3.5.3 Inyección del material [F.8]

3. INFORMACIÓN PREVIA

COMPACTACIÓN

El material ya se encuentra en el molde y se está enfriando. Todos los materiales plásticos al enfriarse se contraen por lo que en esta fase el husillo avanza con una presión programada por el operario para llenar adecuadamente el molde. Además, al ser el plástico un material compresible cuando está en estado fundido, la presión aplicada permite comprimir el plástico para meter más masa dentro del molde y conseguir el peso adecuado de la pieza. Al final, el plástico ha solidificado pero se encuentra todavía caliente.

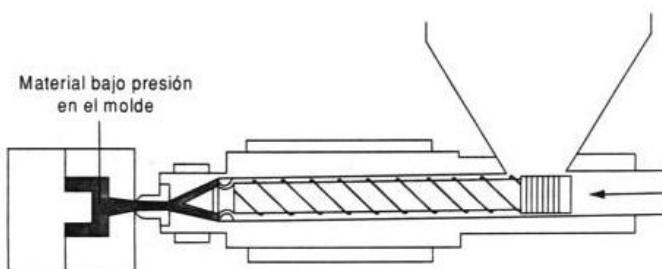


Figura 3.5.4 Aplicación de la presión de sostenimiento [F.8]

ENFRIAMIENTO

Por último, se debe esperar a que el plástico llegue a una temperatura determinada gracias a los canales de refrigeración del molde. Cuando la pieza está lo suficientemente fría, es expulsada.

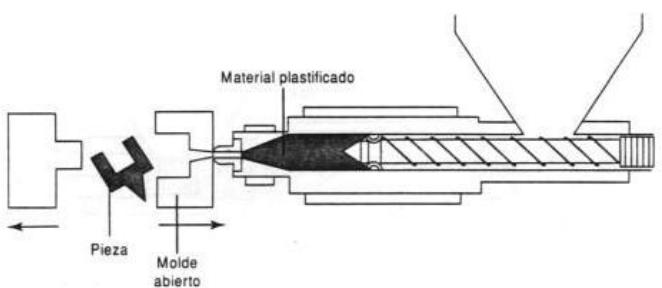


Figura 3.5.5 Enfriamiento y extracción de la pieza [F.8]

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.6 DESMOLDEO

El desmoldeo es un proceso importante durante el diseño de las piezas. Este puede ser directo o indirecto. En el caso de que un desmoldeo sea directo, las dos partes del molde se separan en direcciones opuestas y la pieza sale correctamente fabricada [3]. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo.

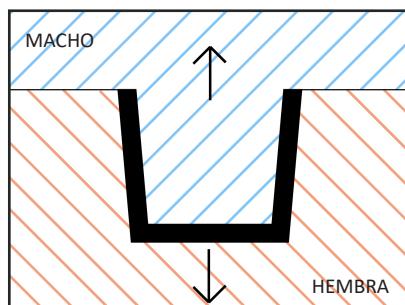
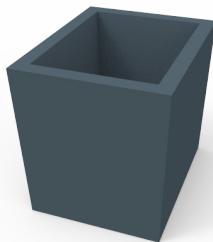


Figura 3.6.1 Desmoldeo directo

Si el desmoldeo no puede ser directo debido a la geometría de la pieza, se deben utilizar desplazables que permitirán separar el molde de la parte problemática para que después la pieza pueda salir correctamente.

Una posibilidad es que la pieza tenga unos salientes en el exterior que hacen que el desmoldeo directo no sea posible como en la figura 3.6.2.

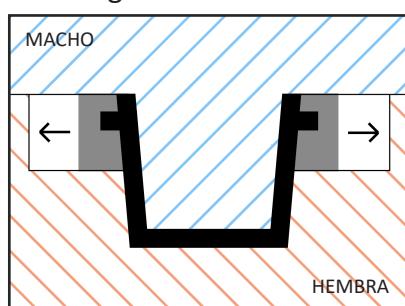


Figura 3.6.2 Desmoldeo con desplazables en la hembra (1^{er} paso)

Este desmoldeo indirecto se caracteriza por tener desplazables en la pieza hembra del molde. El primer paso consiste en mover esos desplazables hacia el exterior gracias a cilindros hidráulicos o por guías inclinadas.

Después, una vez los desplazables están alejados de la pieza y la contrasalida está liberada, ésta ya puede salir correctamente.

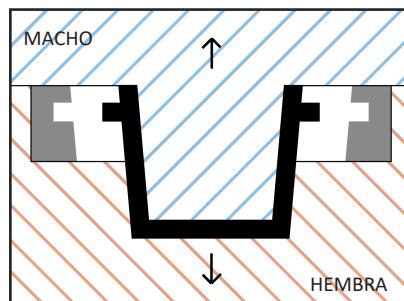


Figura 3.6.3 2º paso del desmoldeo

Otra posibilidad que existe es que las contrasalidas se encuentren en el interior. Primero los desplazables deben moverse hacia el interior y dejar liberada la contrasalida.

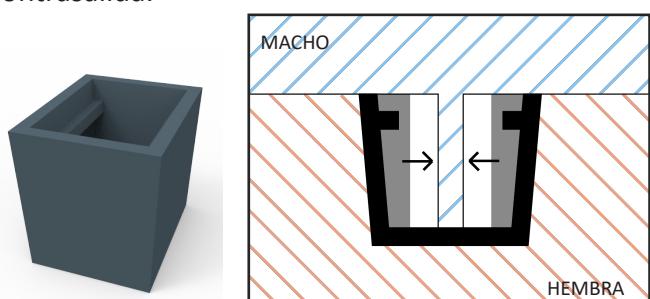


Figura 3.6.4 Desmoldeo con desplazables en el macho (1^{er} paso)

Después, la pieza puede desmoldear sencillamente.

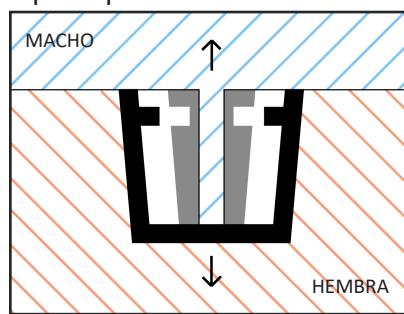


Figura 3.6.5 2º paso del desmoldeo

También puede ocurrir que haya contrasalidas en el interior y en el exterior y entonces se necesitarán desplazables tanto en el macho como en la hembra.

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1 EMPRESAS

Para comenzar, se va a buscar información sobre las empresas que se dedican al sector de la recogida de residuos urbanos (RSU). Además se comentará que tipo de productos desarrollan y su alcance como empresa.

CERVIC ENVIRONMENT

Cervic es una empresa familiar con 45 años de experiencia en la fabricación de productos metálicos y de plástico. Esta empresa se dedica especialmente a la recogida selectiva de residuos ya sea en entornos urbanos interiores o exteriores. Además también fabrica productos de mobiliario urbano como papeleras, ceniceros y bancos.



Figura 4.1.1 Logo de Cervic Environment [F.9]

CONTENUR

Contenur es una empresa con más de 30 años de experiencia en el sector de la recogida o gestión de residuos sólidos urbanos. Son líderes en el mercado ibérico y terceros en Europa. Se dedican al desarrollo y producción de contenedores de superficie y soterrados, papeleras y contenedores apilables para el transporte y almacenamiento de productos industriales y agrícolas.



Figura 4.1.2 Logo de Contenur [F.10]

GLASDON

Glasdon es una empresa con una antigüedad de 50 años que produce papeleras y ceniceros, además de carros de limpieza varia o equipamiento invernal. Sus productos normalmente están fabricados con plástico ya que utilizan desde sus comienzos este material.



Figura 4.1.3 Logo de Glasdon [F.11]

PLASTIC OMNIUM

Plastic Omnia lleva más de 65 años trabajando para las entidades públicas españolas. Es líder mundial en la gestión de residuos urbanos. Se dedican a la fabricación de contenedores de carga trasera, lateral y superior, contenedores soterrados, papeleras urbanas y contenedores plegables.



Figura 4.1.4 Logo de Plastic Omnia [F.12]

WEBER

Es una empresa alemana con casi 50 años de experiencia. Primero se dedicaron al sector del automóvil y de los acumuladores. Después crearon una planta para la fabricación de productos de recogida de residuos sólidos urbanos. Esta empresa fabrica contenedores de 2 y 4 ruedas y papeleras de diferentes capacidades.



Figura 4.1.5 Logo de Weber [F.13]

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.2 PAPELERAS ATADAS A POSTE

Se estudian a continuación las papeleras que se pueden encontrar en el mercado. En este análisis se van a analizar tanto papeleras de plástico como papeleras metálicas para sacar conclusiones.

Esto permitirá conocer los productos actuales y cuales son sus características más importantes para poderlas tener en cuenta a la hora de desarrollar el nuevo producto.

IMAGEN	FABRICANTE	Nº PIEZAS	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
	Weber	Tapa Cuerpo Soporte metálico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Apilable Cierre con llave de forma triangular Cuerpo sencillo y liso Tapa con nervios
	Glasdon	Tapa Cuerpo Soporte metálico	Polietileno	Capacidad 50L Tapa curva para la lluvia Posibilidad de cubeta metálica y sistema sujetabolsa Placa apaga-cigarrillos Refuerzo posterior metálico Cuerpo y tapa con curvas estéticas
	Glasdon	Tapa Cuerpo	Polietileno	Capacidad 25L Sistema de fijación a poste o pared Diseño con líneas rectas Tapa con pequeños rebordes
	Glasdon	Tapa Cuerpo	Acero	Capacidad 35L Antivandálica Con sistema sujetabolsa Sistema de fijación a poste o pared Diseño con líneas rectas

4. ESTUDIO DE MERCADO

IMAGEN	FABRICANTE	Nº PIEZAS	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
	Cervic Environment	Tapa Cuerpo Pie	Acero galvanizado	Capacidad 30L Aro sujetabolsas integrado Diseño innovador Recipiente con forma de mitad cónica
	Cervic Environment	Tapa Cuerpo Pie	Acero galvanizado	Capacidad 35L Tapa sencilla y circular Cuerpo sencillo y cilíndrico
	Cervic Environment	Tapa Cuerpo Pie	Polipropileno	Capacidad 50L Aro sujetabolsas integrado Chapa apaga-cigarrillos Tapa redondeada y sin nervios Cuerpo sencillo
	Contenur	Tapa Cuerpo Sistema de fijación de plástico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Se evita la entrada completa del agua Recipiente con superficies lisas y circular
	Contenur	Tapa Cuerpo Sistema de fijación de plástico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Llave estándar triangular Estructura anti-vandálica Diseño con curvas y recipiente circular
	Contenur	Tapa Cuerpo Soporte de fijación de plástico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Llave estándar triangular Cuerpo con acanaladuras verticales
	Contenur	Tapa Cuerpo Soporte de fijación de plástico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Cuerpo con curvas estéticas Tapa protectora de la lluvia Diseño con superficies lisas Sigue la norma DIN 30713

4. ESTUDIO DE MERCADO

IMAGEN	FABRICANTE	Nº PIEZAS	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
	Contenur	Cuerpo Soporte de fijación de acero	Acero	Capacidad 20L Apertura lateral del sistema de fijación Cuerpo cilíndrico con superficie lisa y pequeños orificios
	Plastic Omnium	Tapa Cuerpo Soporte de fijación	Polietileno de alta densidad y acero	Capacidad 50L Dimensión de bocas regulada Cuerpo cilíndrico con acanaladuras verticales u orificios Tapa protectora de lluvia
	Plastic Omnium	Tapa Cuerpo Soporte de fijación	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Se puede tirar basura desde casi todos los ángulos Cuerpo con acanaladuras verticales Tapa protectora de lluvia
	Plastic Omnium	Tapa Cuerpo Soporte de fijación	Polietileno de alta densidad y polipropileno	Capacidad 50L Tapa no cubre todo el cuerpo Cuerpo con superficie lisa Tapa con diseño diferente
	Plastic Omnium	Tapa Cuerpo Soporte de fijación	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Tapa protectora de lluvia Boca de tamaño regulada Cuerpo con superficie lisa y alguna curva estética
	Plastic Omnium	Tapa Cuerpo	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Cuerpo con acanaladuras verticales y asas Tapa incluye el soporte

Tabla 4.2.1 Resultado del estudio de mercado de papeleras atadas a poste

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.3 CONCLUSIONES

La mayoría de las papeleras que se colocan en postes o semáforos tienen una capacidad de 50 litros aunque hay algunas un poco más pequeñas de 20 o 35 litros.

Las papeleras pueden ser de plástico o de fundición. En caso de ser de fundición, suelen fabricarse de acero o acero galvanizado. Si son de plástico, el más utilizado es el polietileno de alta densidad o, en algunas ocasiones, el polipropileno.

Lo más común es que este tipo de papeleras tenga 3 piezas: la tapa, el cuerpo y el sistema de fijación que suele estar formado por 2 piezas.

Los sistemas de fijación o soportes pueden ser tanto metálicos como de plástico y permiten unir la papelera a farolas o postes gracias a las bridas metálicas.

Respecto a las características formales, estas se van a desarrollar con más profundidad en el apartado 5.3 Análisis formal.

5. ANÁLISIS

5.1 ANÁLISIS DE ENTORNO

Los entornos habituales en los que se encuentran las papeleras urbanas son los siguientes: parques y jardines; espacios urbanos peatonales y recintos privados con espacios al exterior.

PARQUES Y JARDINES

Los parques son áreas destinadas a la recreación y al descanso por lo que es necesario colocar papeleras para que la gente pueda tirar los desechos en ellas y no contaminen este lugar. Estas papeleras pueden encontrarse tanto en el suelo como agarradas a postes.

Al encontrarse a la intemperie, las papeleras deben resistir a los fenómenos atmosféricos. Además, al estar situadas en lugares públicos, pueden estar sometidas en ocasiones a actos vandálicos por lo que deben ser resistentes.

Además el público que acude a los parques y jardines es muy amplio por lo que las bocas de las papeleras se deben situar a una altura adecuada para que la mayoría de los usuarios las alcancen.



Figura 5.1.1 Parque

ESPACIOS URBANOS PEATONALES

Estos lugares son calles, avenidas, paseos... en los cuáles se colocan papeleras en las farolas o semáforos. Las papeleras de este entorno también deben ser resistentes a actos vandálicos y a los fenómenos atmosféricos.

Además, las papeleras son de colores fríos, suelen ser de color gris o verde oscuro para no llamar mucho la atención y que no contraste con el resto de la vía.

Es necesario que estas papeleras sean de mayor capacidad ya que hay muchos usuarios que pasan por estas vías y las papeleras no deberían llenarse rápidamente.

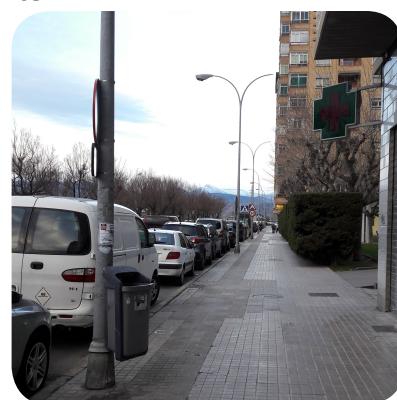


Figura 5.1.2 Espacio urbano peatonal

RECINTOS PRIVADOS

Este apartado incluye las urbanizaciones o viviendas privadas que tienen recintos exteriores con papeleras o aquellos edificios que tienen espacios exteriores.

En este caso las papeleras pueden tener colores más llamativos pero el diseño es más sencillo ya que es más fácil de fabricar y por lo tanto más barato.



Figura 5.1.3 Recinto privado

5. ANÁLISIS

5.2 ANÁLISIS DE USUARIO

Los usuarios potenciales de una papelera de exterior atada a un poste son las personas que van a tirar residuos en ella y aquellos que recogen estos residuos.

Debido a que esta papelera va a ser usada por personas con un rango de edad muy amplio, desde la infancia hasta la vejez, deberá colocarse a una altura determinada para que la mayoría de los usuarios la alcancen.

En el caso de los operarios, se debe estudiar el mejor modo de vaciar la papelera y como éste afecta a la persona. Los operarios suelen ser hombres desde los 20 a los 60 años aproximadamente.

Para ello primero se va a estudiar la secuencia de uso y ver los puntos en los cuáles se debe trabajar.

COLOCACIÓN DE LA PAPELERA

Esta acción la ejecuta la contrata que haya ganado el concurso para la implantación en un municipio o ciudad. En caso de colocarse en un espacio privado, la colocación podría llevarse a cabo por un conserje propio de la urbanización, ya que su colocación es muy sencilla y no precisa de herramientas específicas.

Primero se agarra el soporte al poste con las bridas metálicas a una altura determinada. Después se coloca el cuerpo en el soporte y se cierra la papelera con una llave para protegerla de hurtos o actos vandálicos.



Figura 5.2.1 Colocación de una papelera [F.31]

TIRADO DE RESIDUOS A LA PAPELERA

Esta acción es realizada por los usuarios. Estos tiran los residuos a la papelera hasta que se encuentre llena.



Figura 5.2.2 Tirado de residuos [F.32]

RECOGIDA DE LOS RESIDUOS

Esta acción la ejecuta el operario perteneciente a la contrata que elige el ayuntamiento para la recogida. Primero debe abrir la papelera con la llave y después puede retirar el recipiente y quitar la bolsa. A continuación, se coloca una nueva bolsa en el recipiente, y este en su lugar adecuado y se cierra la papelera.

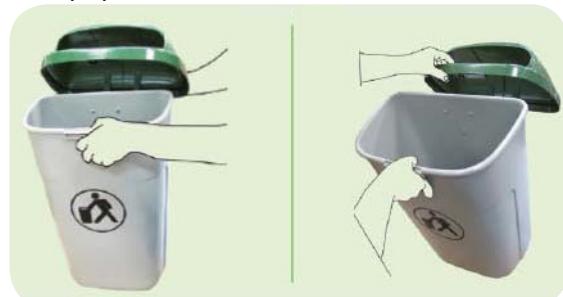


Figura 5.2.3 Recogida de residuos [F.29]

ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- La altura de la boca debe colocarse a menos de 1200 mm del suelo.
- El tamaño de la boca debe ser el dado por la norma.
- La cerradura debe colocarse en un lugar práctico para el operario.
- El cuerpo debe bascular lo suficiente para poder extraer la bolsa con facilidad.

5. ANÁLISIS

5.3 ANÁLISIS FORMAL

Tras observar las diferentes papeleras agarradas a poste que existen en el mercado se va a realizar un análisis formal para deducir cuáles son las principales tendencias. Todas las papeleras son bastante sencillas en cuanto a estética se refiere.

CUERPO

La mayoría de los cuerpos son rectangulares o cilíndricos. Algunos son más estrechos en la parte inferior y van aumentando su perímetro. Una forma diferente es la de la primera imagen pero también la papelera tiene menor capacidad.

Respecto a los diseños estéticos son sencillos. Algunas papeleras tienen acanaladuras verticales que dificultan el pegado de carteles y pegatinas ajenas a la contrata y otras papeleras tienen rebordes curvilíneos horizontales. Además, en los cuerpos existen superficies lisas en las que se pueden colocar vinilos o serigrafías con un mensaje sobre el reciclaje.



Figura 5.3.1 Cuerpos de papeleras [F.15, F.18, F.22, F.23, F.24, F.27]

TAPA

En cuanto a la estética de las tapas, la mayoría de ellas tienen una superficie abombada para que el agua de la lluvia no se acumule sino que resbale. Existen tapas que se unen completamente al cuerpo por lo que la boca de la papelera tiene un tamaño más reducido pero la ventaja de estas tapas es que son más resistentes contra los actos vandálicos. Además, este tipo de tapas hace más difícil la visión de los residuos desde el exterior.

Otro tipo de tapas son aquellas que solo cubren el cuerpo, su boca es más grande y algunas incluyen apaga-cigarrillos. Dentro de este tipo, hay una papelera que une la tapa con el cuerpo mediante unas columnas lo que permite establecer un tamaño determinado de boca.

Para reforzar las tapas, las papeleras tienen nervios lo que también les proporciona una diferencia estética respecto al resto.



Figura 5.3.2 Tapas de papeleras [F.15, F.18, F.21, F.23, F.24, F.26, F.27]

5. ANÁLISIS

SOPORTE

Los soportes pueden ser metálicos o de plástico. Algunos soportes forman una estructura en la que colocar el cuerpo o recipiente. Otros, incluyen la tapa pero ésta es de sombrero y el cuerpo que se coloca en el soporte bascula en la parte inferior. Existe otro tipo de papeleras que no incluyen la tapa en el soporte ya que para poder abrir la papelera la tapa debe girar sobre este.



Figura 5.3.3 Soportes de papeleras [F.15, F.23, F.26, F.27, F.28, F.30]

CERRADURA

Las cerraduras pueden estar colocadas en tres posiciones diferentes. Todas ellas son cómodas para el operario a la hora de extraer los residuos. Pueden estar colocadas en la parte superior, en el lateral o entre la tapa y el cuerpo.



Figura 5.3.4 Cerraduras de papeleras [F.29]

5. ANÁLISIS

5.4 ANÁLISIS DE LA MUESTRA

Dado que la papelera que se va a desarrollar en este proyecto es la papelera DIN, se ha creído conveniente analizar cada uno de sus componentes por separado en base a una muestra física que existe en el Área de Ingeniería Mecánica.



Figuras 5.4.1 y 5.4.2 Papelera DIN 50L de Contenur

Esta papelera está fabricada con polietileno de alta densidad, tiene un soporte de plástico y tiene una capacidad de 50 litros. Sus dimensiones son las siguientes, la altura total es de 746 mm, la anchura máxima de 430 mm y el tamaño de la boca es de 310 x 90 mm. Debido a los nervios que tiene la papelera, el apilado es de 165 mm. La papelera pesa 4,3 kg y está inyectada en un color denominado "verde alemán".

El cuerpo tiene una superficie lisa lo que permite que sea más fácil de limpiar. En cuanto a la estética, solo tiene unas curvas en la parte inferior. En la parte superior del cuerpo se encuentra parte de la cerradura que permite cerrar la papelera.

5. ANÁLISIS



Figuras 5.4.3 y 5.4.4 Cuerpo y soporte

En la parte trasera del cuerpo, se coloca remachado el soporte también fabricado en plástico y tiene nervios para reforzarlo.

En cuanto a la tapa, esta protege completamente el cuerpo. Solo tiene una boca de un tamaño específico y unos nervios en la parte que se une con el soporte. En la parte interior va colocada la otra parte de la cerradura.



Figuras 5.4.5 y 5.4.6 Tapa

5. ANÁLISIS

El soporte al cual va unida la tapa es rectangular y se une a los postes o farolas con las bridas metálicas que pasan por los orificios que este tiene. El espesor se mantiene constante en toda la pieza. Además, en algunas zonas se colocan nervios para reforzar el soporte y poder quitar material. Esto se puede ver en la parte inferior del soporte, el cilindro está formado por nervios.



Figuras 5.4.7 y 5.4.8 Soporte

Además, hay un último componente que es un muelle. Este va colocado en el eje que une el soporte y la tapa y permite que cuando se abra la cerradura de la papelera, la tapa se abra completamente. Esto le facilita al operario la tarea de sacar la bolsa ya que con una mano puede sujetar el cubo y con la otra sacar la basura.



Figuras 5.4.9 Muelle

5. ANÁLISIS

5.5 CONCLUSIONES

Respecto al entorno, las papeleras pueden encontrarse en parques, jardines, espacios urbanos peatonales o espacios privados.

El usuario al que van dirigidas es universal.

Respecto a la norma DIN 30713, algunas medidas importantes son las siguientes:

- Altura del cuerpo: máximo 650 mm
- Anchura del cuerpo: 395 mm
- Profundidad del cuerpo: 250 mm
- Altura de la boca de la tapa: 90 mm
- Anchura de la boca de la tapa: 310 mm

En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura.

Respecto a la estética, las superficies de las papeleras suelen ser lisas ya que de este modo son más fáciles de limpiar. Otra opción es que tengan acanaladuras verticales lo que dificulta la colocación de carteles.

Las papeleras suelen tener cuerpos con formas rectangulares o cilíndricas.

Las tapas son abombadas para no retener el agua, algunas tienen unas bocas más reducidas debido a que se unen completamente con el cuerpo lo que les permite ser más resistentes en caso de actos vandálicos.

Además, las tapas se usan para que desde el exterior no se vean los residuos que se han tirado.

Respecto al color de las papeleras, destaca mayoritariamente el color gris lo que permite que no llamen mucho la atención en cualquier entorno. El siguiente color más utilizado es el verde ya que es el que se relaciona normalmente con los residuos sólidos urbanos.

Los sistemas de montaje y recogida de residuos son muy sencillos y solo necesitan de una persona para llevarlos a cabo.

A continuación se van a redactar las especificaciones de diseño que ayudarán a definir los elementos esenciales del producto. Estas pueden ser críticas si son características que no deben faltar en el producto, o deseables.

6.1 CRÍTICAS

FUNCIONALIDAD

La papelera debe ser utilizada para recoger residuos sólidos urbanos.

ENTORNO

Debe situarse en el exterior, por ejemplo, parques, jardines, zonas urbanas peatonales o recintos privados.

MATERIALES

Debe estar fabricada en plástico.

NORMAS

Debe seguir la norma DIN 30713.

TAMAÑO

El cuerpo de la papelera debe medir máximo 650 mm de altura, 395 mm de altura y 250 mm de profundidad. El tamaño de la boca de la tapa debe ser de 90 x 310 mm. En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura. Debe tener una capacidad de 50 litros.

PROCESOS

Debe fabricarse por moldeo por inyección.

MANTENIMIENTO

Su mantenimiento debe ser mínimo, la papelera no debe tener hendiduras para facilitar su limpieza.

INSTALACIÓN

Debe ser sencilla y rápida para minimizar el tiempo.

APILADO

El apilado debe ser el menor posible, teniendo en cuenta que la nueva manera de sujeción va a aumentar el apilado actual de 165 mm.

COSTES

Sería recomendable reducir costes, no solo eliminando una pieza y su montaje, sino también reduciendo el coste de las piezas del conjunto.

6.2 DESEABLES

PESO

La papelera debería ser lo más ligera posible para poder colocarla y cambiar la bolsa lo más fácilmente posible.

ERGONOMÍA

Debería colocarse a una altura para que la mayoría de la población llegara a tirar los residuos. Teniendo en cuenta el vaciado de la papelera, se podría colocar un asa incorporada en el cuerpo para facilitar la extracción.

ESTÉTICA

Debería usarse una estética sencilla, que no dificulte el proceso de fabricación ni la limpieza. Los colores más comunes deben ser el gris y el verde.

RESIDUOS Y RECICLAJE

Según el plástico en el que se fabrique, podría ser reciclable.

MOLDE

Se prefiere que el desmoldeo de la pieza sea directo y que se utilicen el menor número de desplazables posibles.



FASE 2

GENERACIÓN DE IDEAS

PRIMERAS IDEAS

CONCEPTOS

MOTIVOS NATURALES

REALZADOS Y REHUNDIDOS

ESTRÍAS O PANELADA

TAPAS

MODELADO 3D PAPELERA

INTRODUCCIÓN

PROPUESTAS DE DISEÑO DE PAPELERAS

TABLA DE PONDERACIÓN

MODELADO 3D TAPA

PROPUESTAS DE DISEÑO DE TAPAS

TABLA DE PONDERACIÓN

SELECCIÓN CONCEPTO FINAL

7. GENERACIÓN DE IDEAS

7.1 PRIMERAS IDEAS

Tras finalizar la primera fase de búsqueda y análisis de información, se han llevado a cabo una serie de técnicas creativas para desarrollar nuevas ideas.

Primero se pensaron diferentes formas para el recipiente de la papelera: rectangular, con esquinas más o menos redondeadas, semicircular... La penúltima forma que se puede ver en la figura 7.1.1 no permite aprovechar bien el espacio por lo que será más difícil obtener una capacidad de 50 litros. El punto en contra de la última forma es que tiene menor superficie de apoyo en el soporte por lo que sería más fácil romper la papelera en caso de acto vandálico.

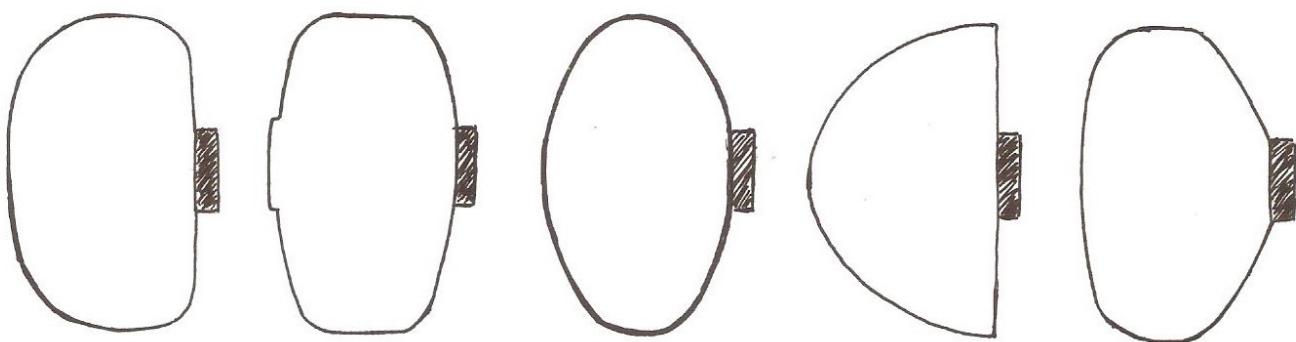


Figura 7.1.1 Formas de cuerpo (vista superior)

Primero se pensó que la papelera tuviera un ángulo de desmoldeo para poder realizar el molde y para que el cuerpo fuera apilable, y por esto, las papeleras tienen un área de sección decreciente desde la parte superior a la inferior de la misma.

Otra de las ideas que surgió fue el uso de rebordes o realzados, ya sean más rectos o con más curvas para estilizar el cuerpo de la papelera como se puede ver en la figura 7.1.2, segunda y cuarta papelera.

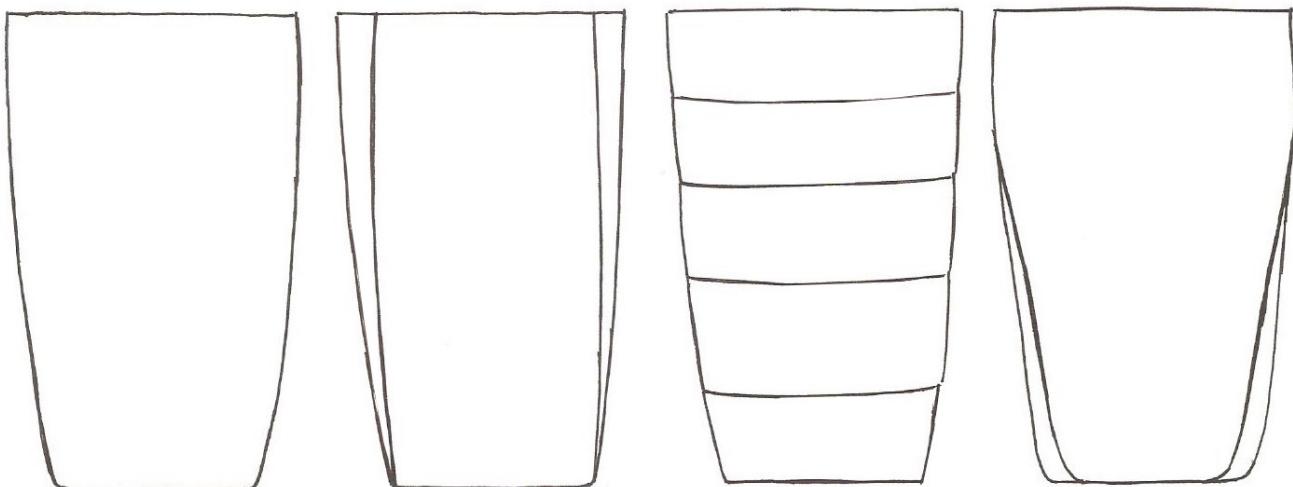


Figura 7.1.2 Inclinaciones del cuerpo (vista frontal)

7. GENERACIÓN DE IDEAS

Las primeras papeleras que se dibujaron se basaban en la naturaleza. Los diseños tienen curvas y pueden ser tanto realizados como paneles. Una de ellas tiene forma de medio cilindro y en la superficie tiene dibujadas unas líneas que se asemejan a las olas del mar. La segunda papelera también tiene líneas curvas con las que se formaría una papelera panelada y, basándose en la anterior y utilizando líneas más rectas, se desarrolló la tercera papelera.

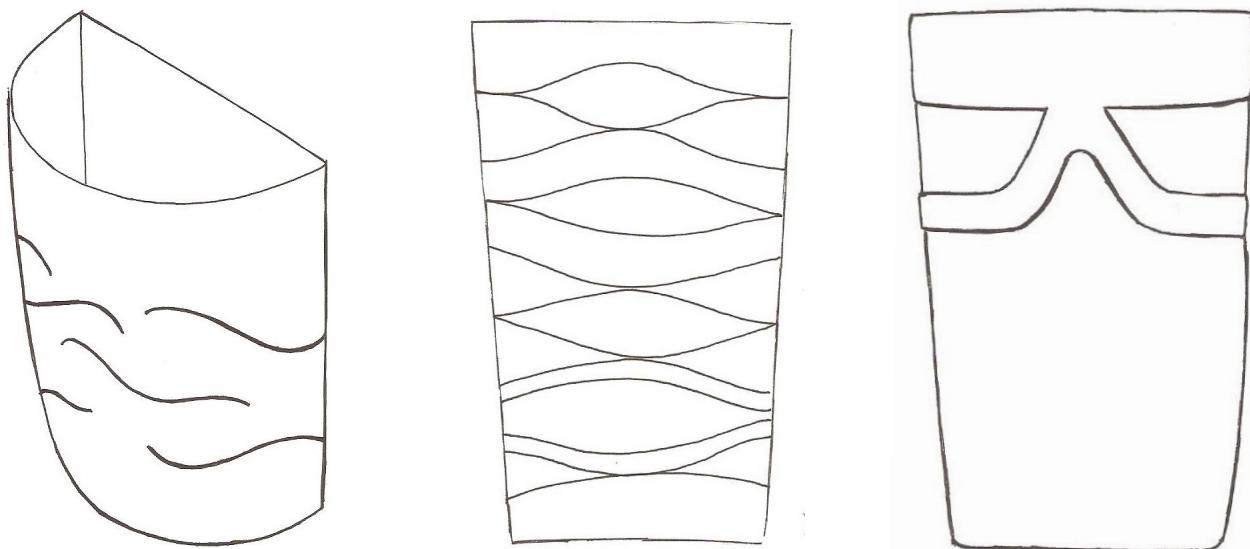


Figura 7.1.3 Papeleras basadas en la naturaleza

Las siguientes papeleras tienen forma cilíndrica u ovalada y en la parte delantera tienen un saliente que se puede utilizar como asa incorporada en la propia papelera. Además, una de ellas tiene acanaladuras verticales como algunas que ya existen en el mercado.

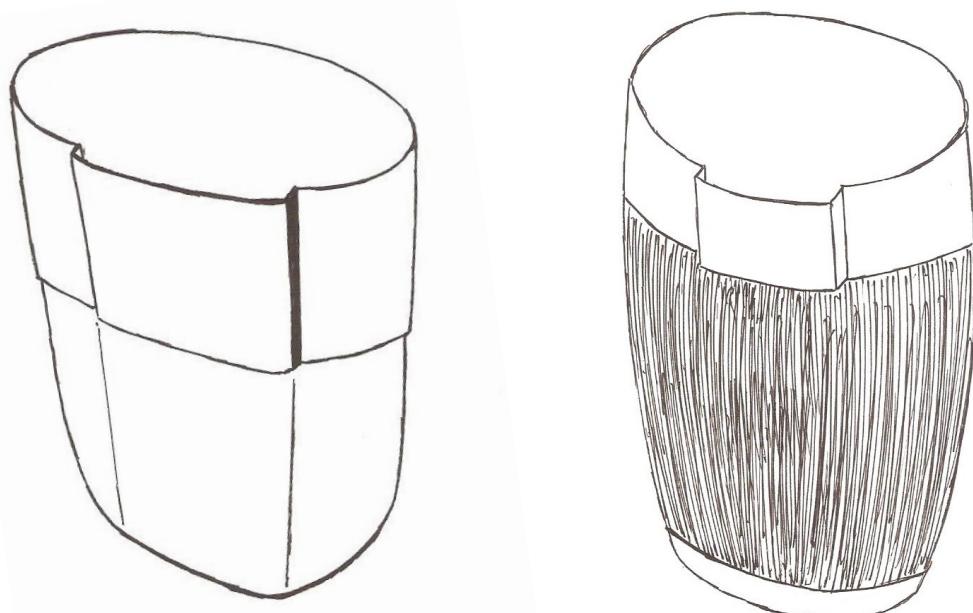


Figura 7.1.4 Papeleras circulares

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

8. CONCEPTOS

8.1 MOTIVOS NATURALES

El primer concepto está basado en la naturaleza ya que muchas papeleras se colocan en recintos verdes. Para ello se ha intentado simular la forma de las hojas o pétalos. Además, se han usado líneas curvas, lo que permite dar una sensación de ligereza.

1^a ALTERNATIVA

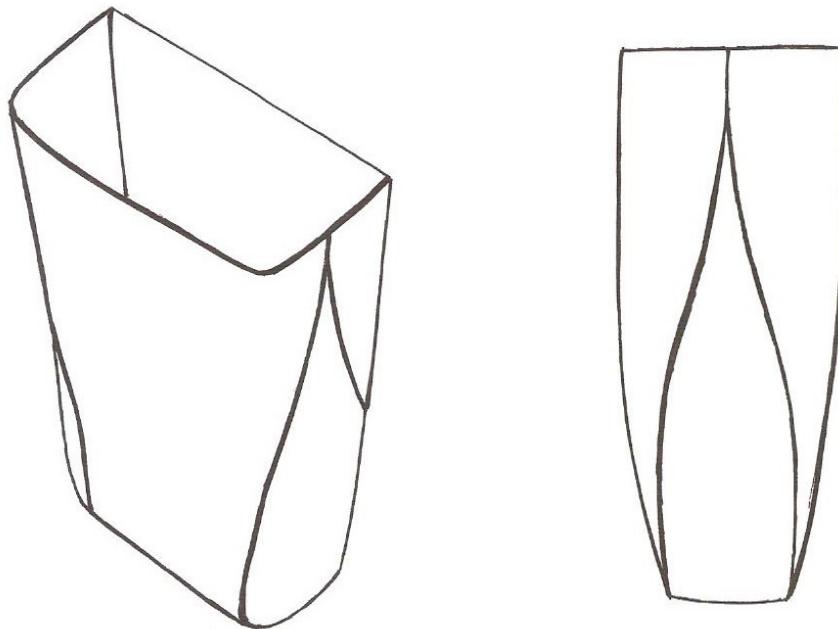


Figura 8.1.1 Primera alternativa de papelera con motivos naturales

2^a ALTERNATIVA

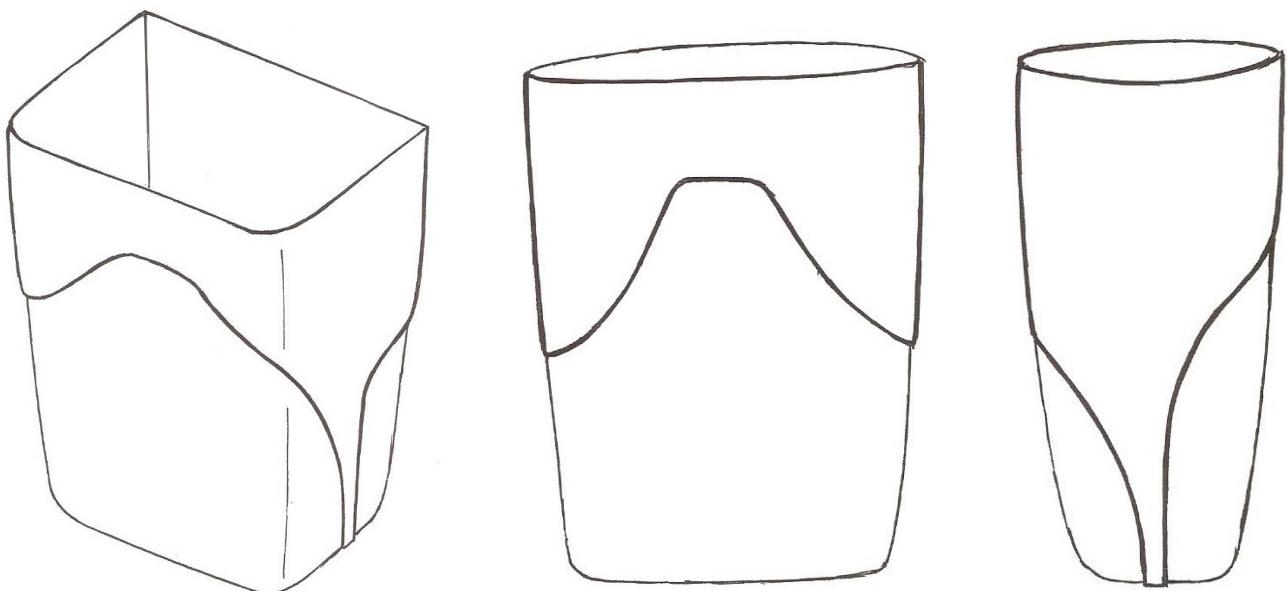


Figura 8.1.2 Segunda alternativa de papelera con motivos naturales

8. CONCEPTOS

8.2 REALZADOS Y REHUNDIDOS

El segundo concepto contiene papeleras que tienen realizados y rehundidos con diferentes formas en el propio cuerpo de la papelera. Esto refuerza la estructura del cuerpo para que sea más resistente.

1^a ALTERNATIVA

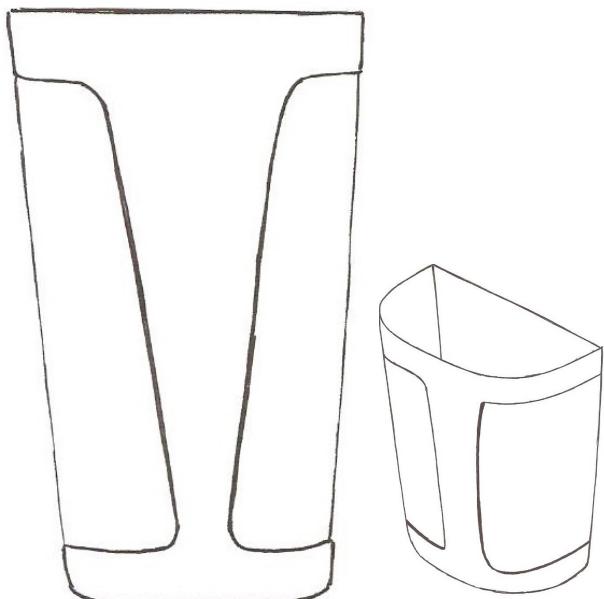


Figura 8.2.1 Primera alternativa de papelera con realizados y rehundidos

2^a ALTERNATIVA

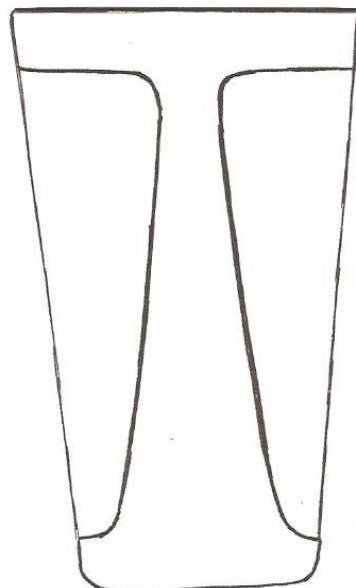


Figura Figura 8.2.2 Segunda alternativa de papelera con realizados y rehundidos

3^a ALTERNATIVA

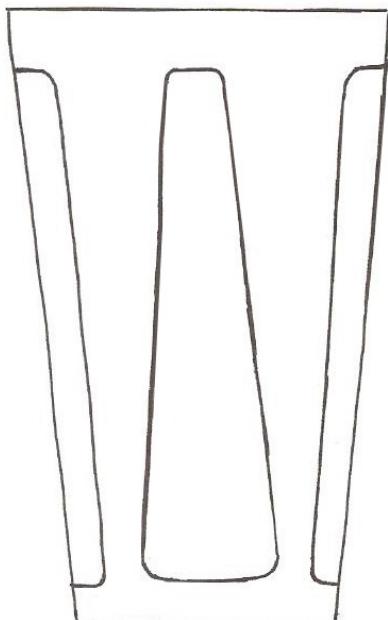


Figura 8.2.3 Tercera alternativa de papelera con realizados y rehundidos

4^a ALTERNATIVA

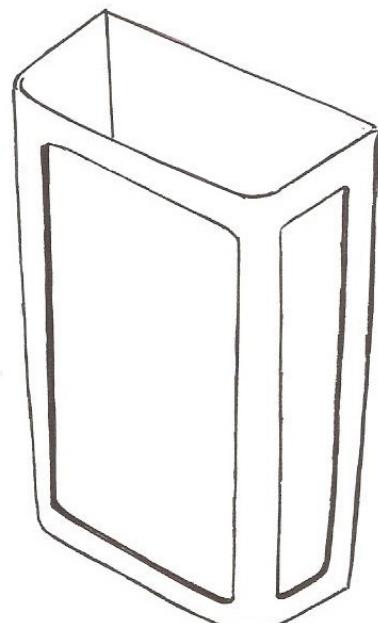


Figura 8.2.4 Cuarta alternativa de papelera con realizados y rehundidos

8. CONCEPTOS

8.3 ESTRÍAS O PANELADA

El tercer concepto consiste en el uso de estrías para fortalecer la estructura del cuerpo. El problema de estas papeleras es que tienen bastantes hendiduras o recovecos por lo que su limpieza es más costosa y el precio del modo de desmoldeo es mayor.

1^a ALTERNATIVA

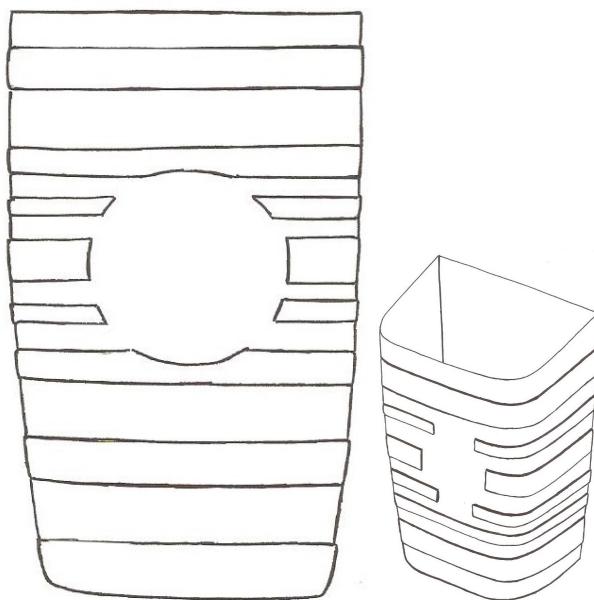


Figura 8.3.1 Primera alternativa de papelera con estrías o panelada

2^a ALTERNATIVA

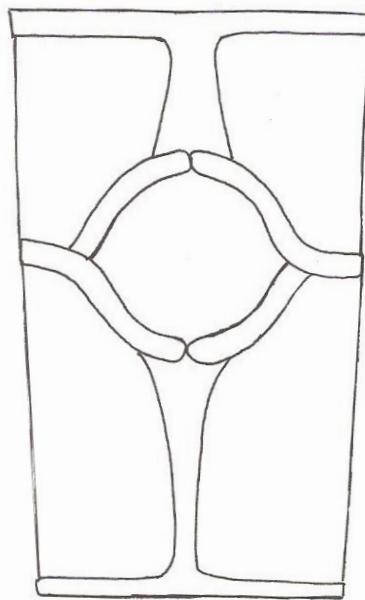


Figura 8.3.2 Segunda alternativa de papelera con estrías o panelada

3^a ALTERNATIVA

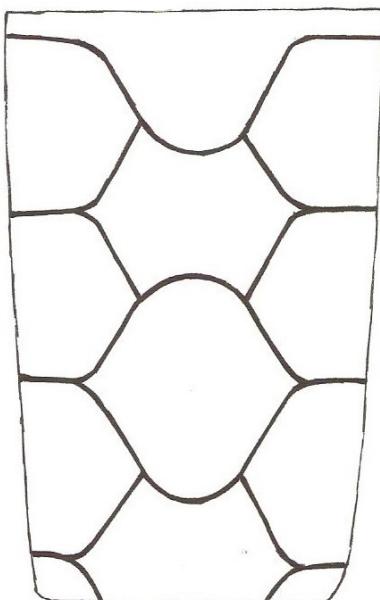


Figura 8.3.3 Tercera alternativa de papelera con estrías o panelada

4^a ALTERNATIVA

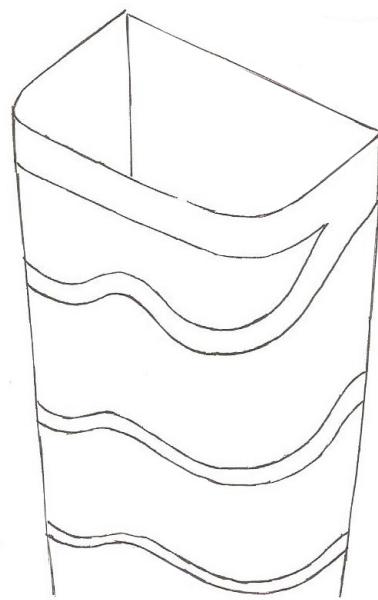


Figura 8.3.4 Cuarta alternativa de papelera con estrías o panelada

8. CONCEPTOS

8.4 TAPAS

Una vez generadas ideas para el cuerpo, se han pensado diferentes tipos de tapas que se diferencian gracias a los cambios que tienen en su estructura. Todas ellas tienen una superficie abombada para que el agua de lluvia resbale y no se acumule.

1^a ALTERNATIVA

Esta tapa desciende su altura en la parte trasera considerablemente lo que permite que el agua no se acumule. En la parte delantera se abomba hacia dentro lo que permite que la boca se encuentre más protegida.



Figura 8.4.1 Primera alternativa de tapa

2^a ALTERNATIVA

Esta tapa difiere de la anterior respecto a la forma de la boca. Esta se encuentra abombada hacia fuera y esto favorece al aumento de tamaño de la boca por lo que la papelera tendrá un mayor volumen.

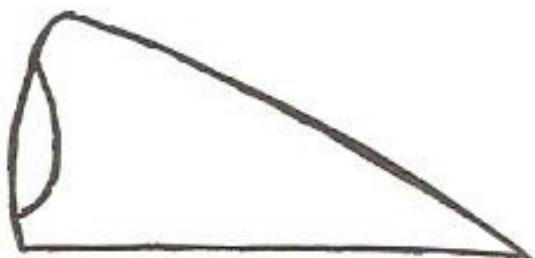


Figura 8.4.2 Segunda alternativa de tapa

3^a ALTERNATIVA

La tercera opción tiene la boca abombada hacia dentro como la primera alternativa. Sin embargo, el resto de la tapa es más redondeado y tiene menos inclinación.



Figura 8.4.3 Tercera alternativa de tapa

4^a ALTERNATIVA

Esta alternativa es la última combinación posible, consta de una boca abombada hacia afuera y de una superficie superior menos inclinada.

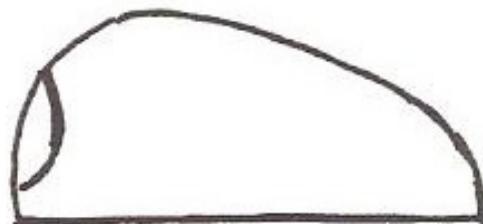


Figura 8.4.4 Cuarta alternativa de tapa

9. MODELADO 3D PAPELERA

9.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se van a mostrar los diferentes cuerpos y tapas en modelado 3D que se han realizado con el programa PRO Engineer. [4] [5]

Se van a mostrar imágenes de cada uno de los cuerpos que se ha desarrollado junto con sus características principales y el proceso de modelado que se ha llevado a cabo.

Además, en cada cuerpo se va a analizar el apilado y características sobre el molde.

En cuanto a las tapas, se han desarrollado varios tipos y todas ellas tienen un tamaño de boca de 310 x 90 mm.

Teniendo en cuenta las características de los cuerpos y las tapas y las limitaciones dadas por la norma y la fabricación, se evaluará cada alternativa y se obtendrá el concepto final que será el de mayor puntuación.

Las limitaciones son las siguientes:

- La capacidad que deben tener todas las papeleras es de 50 L como mínimo.
- El apilado debe ser de 165 mm como máximo ya que es lo que apilan las papeleras actuales. Con el futuro desarrollo que se va a realizar en el soporte de fijación esta medida podría cambiar.
- También se tendrán en cuenta los resultados de una encuesta que quiere conocer la opinión de los usuarios respecto a la estética de los cuerpos.

En las siguientes imágenes se pueden observar dos tipos de desmoldeos de cuerpos de papeleras:

- Este desmoldeo es un desmoldeo directo ya que el macho puede salir perfectamente, lo mismo que le ocurre a la pieza hembra.

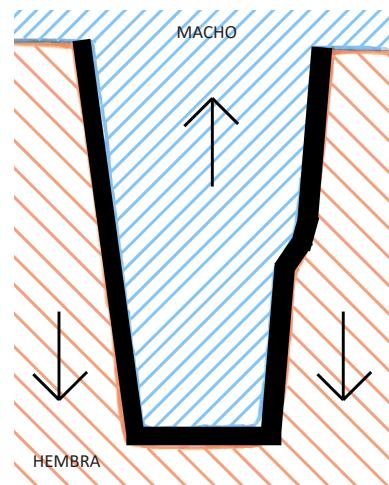


Figura 9.1.1 Desmoldeo directo

- Este desmoldeo es indirecto ya que debido a las contrasalidas de la papelera, se necesitan desplazables tanto en el interior como en el exterior para que se pueda desmoldear la pieza.

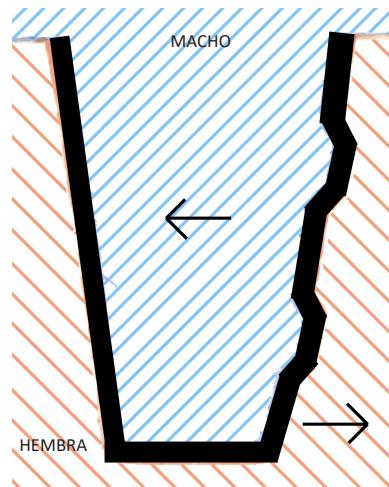


Figura 9.1.2 Desmoldeo indirecto con desplazables

9. MODELADO 3D PAPELERA

9.2 PROPUESTAS DE DISEÑO DEL CUERPO

PAPELERA 1 - MOTIVOS NATURALES



Figura 9.2.1.1 Vista en perspectiva de la papelera 1



Figuras 9.2.1.2 y 9.2.1.3 Vistas generales de la papelera 1

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 50,535 L
- **Apilado:** 160 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Directo, sin contrasalidas
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 °

PROCESO:

Solo ha sido necesario modelar esta papelera una vez ya que los aspectos que delimitan la forma de la papelera se encuentran dentro de los límites.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 2 - MOTIVOS NATURALES



Figura 9.2.2.1 Vista en perspectiva de la papelera 2

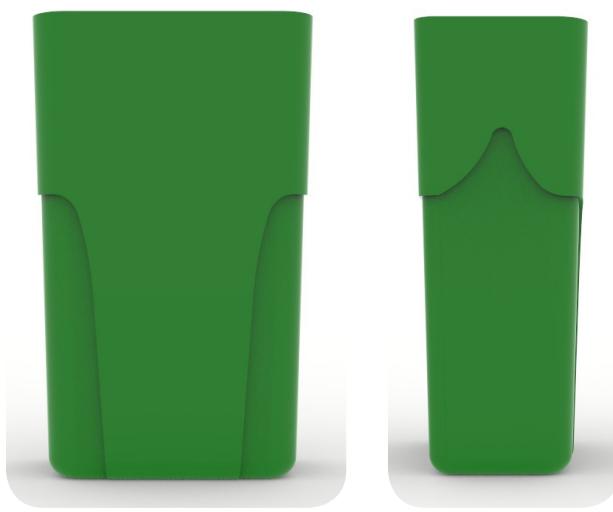


Figura 9.2.2.2 y 9.2.2.3 Vistas generales de la papelera 2

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 52,655 L
- **Apilado:** 160 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Directo, sin contrasalidas
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 °

PROCESO:

Esta papelera se incluye en el proceso de selección del concepto final ya que cumple con todas los parámetros establecidos.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 3 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.3.1 Vista en perspectiva de la papelera 3



Figura 9.2.3.2 y 9.2.3.3 Vistas generales de la papelera 3

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 50,075 L
- **Apilado:** 160 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Directo, sin contrasalidas
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 °

PROCESO:

Esta papelera tiene unas dimensiones y características dentro de los límites por lo que se incluye en la selección del concepto.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 4 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.4.1 Vista en perspectiva de la papelera 4



Figura 9.2.4.2 y 9.2.4.3 Vistas generales de la papelera 4

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 50,05 L
- **Apilado:** 350 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Indirecto, desplazable en el interior (frente) y en el exterior (frente)
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 °

PROCESO:

Esta papelera queda excluida del proceso de selección de concepto final ya que no se van a contemplar papeleras que necesiten desplazables en el macho del molde, es decir, en el interior.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 5 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.5.1 Vista en perspectiva de la papelera 5

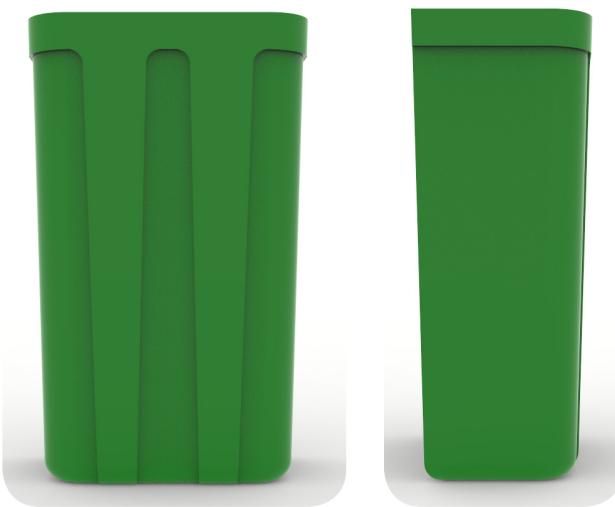


Figura 9.2.5.2 y 9.2.5.3 Vistas generales de la papelera 5

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 51,756 L
- **Apilado:** 160 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Directo, sin contrasalidas
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 °

PROCESO:

Tras la primera iteración, el modelado del cuerpo ya se encontraba dentro de los límites establecidos por lo que se incluye en la selección del concepto final.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 6 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.6.1 Vista en perspectiva de la papelera 6



Figura 9.2.6.2 y 9.2.6.3 Vistas generales de la papelera 6

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** 3 mm
- **Volumen:** 52,084 L --> 50,673 L
- **Apilado:** 230 mm --> 165 mm
- **Superficie interior:** No liso
- **Desmoldeo:** Indirecto, desplazable en el exterior (frente y laterales)
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 ° --> 2,1 °

PROCESO:

En este caso, la papelera no cumplía con la cota de apilado ya que esta era de 230 mm por lo que se aumentó el ángulo de desmoldeo para que disminuyera el apilado y siempre manteniendo un volumen mayor de 50 L.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 7 - ESTRÍAS O PANELADA



Figura 9.2.7.1 Vista en perspectiva de la papelera 7

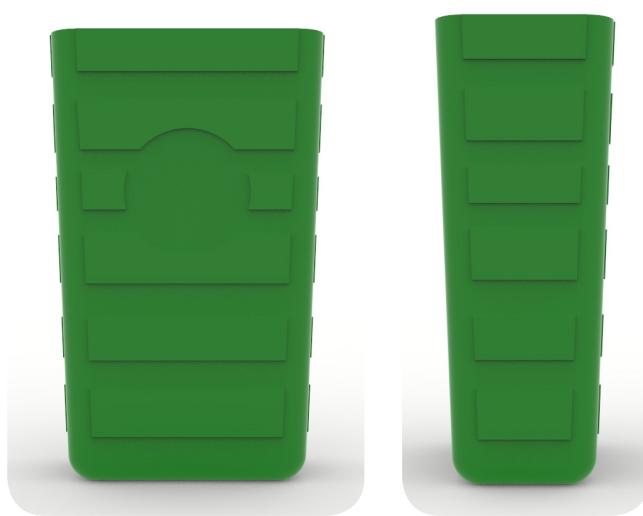


Figura 9.2.7.2 y 9.2.7.3 Vistas generales de la papelera 7

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 399 mm
- **Profundidad:** 252 mm
- **Espesor:** No constante e inyectable
- **Volumen:** 53,678 L --> 51,16 L
- **Apilado:** 230 mm --> 165 mm
- **Superficie interior:** Lisa
- **Desmoldeo:** Indirecto, desplazable en el exterior (frente y laterales)
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 ° --> 2,1 °

PROCESO:

Ha ocurrido lo mismo que con la papelera anterior, se ha aumentado el ángulo de desmoldeo para mejorar el apilado.

Además, esta papelera no tiene un desmoldeo directo por lo que su coste es más alto y requiere de accesorios más complejos en cuanto a su fabricación.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 8 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.8.1 Vista en perspectiva de la papelera 8



Figura 9.2.8.2 y 9.2.8.3 Vistas generales de la papelera 8

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 399 mm
- **Profundidad:** 254 mm
- **Espesor:** No constante e inyectable
- **Volumen:** 53,904 L --> 51,363 L
- **Apilado:** 230 mm --> 165 mm
- **Superficie interior:** Lisa
- **Desmoldeo:** Indirecto, desplazable en el exterior (frente y laterales)
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 ° --> 2,1 °

PROCESO:

En este caso, la papelera tenía una cota de apilado de 230 mm por lo que se aumentó el ángulo de desmoldeo para que disminuyera el apilado y siempre manteniendo un volumen mayor de 50 L.

Además, el proceso de fabricación es más caro y requiere más tiempo ya que el desmoldeo requiere más pasos.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 9 - ESTRÍAS O PANELADA



Figura 9.2.9.1 Vista en perspectiva de la papelera 9

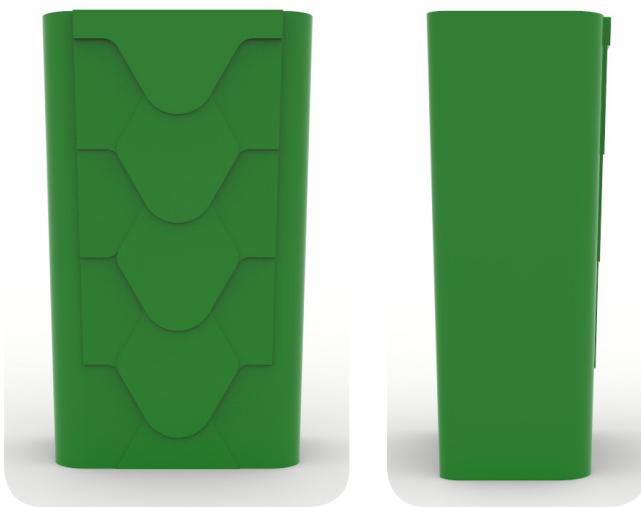


Figura 9.2.9.2 y 9.2.9.3 Vistas generales de la papelera 9

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 260 mm
- **Espesor:** No constante y con acumulaciones de espesor de hasta 10 mm
- **Volumen:** 53,903 L --> 47,7 L
- **Apilado:** 345 mm --> 195 mm
- **Superficie interior:** Lisa
- **Desmoldeo:** No es posible
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 ° --> 3 °

PROCESO:

Durante el modelado de esta papelera se han llevado a cabo varios procesos de iteración aumentando el ángulo de desmoldeo para disminuir el apilado.

Al aumentar el ángulo de desmoldeo a 3° con la vertical, el volumen se ha convertido en un valor menor de 50, por lo que esta papelera queda descartada para la selección del concepto ya que no cumple los requisitos.

Además, esta papelera tiene un gran espesor en algunas zonas por lo que no es posible la inyección del plástico.

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 10 - REALZADOS Y REHUNDIDOS



Figura 9.2.10.1 Vista en perspectiva de la papelera 10

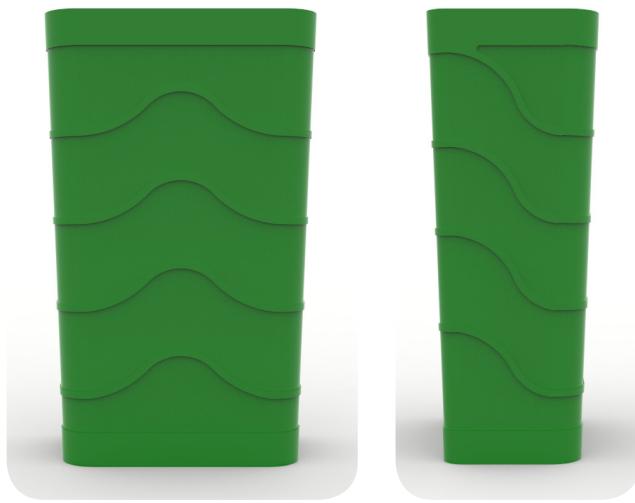


Figura 9.2.10.2 y 9.2.10.3 Vistas generales de la papelera 10

CARACTERÍSTICAS:

- **Altura:** 650 mm
- **Anchura:** 395 mm
- **Profundidad:** 250 mm
- **Espesor:** No constante e inyectable
- **Volumen:** 52,306 L --> 49,81 L
- **Apilado:** 230 mm --> 165 mm
- **Superficie interior:** Lisa
- **Desmoldeo:** Indirecto, desplazable en el exterior (frente y laterales)
- **Ángulo desmoldeo:** 1,5 ° --> 2,1 °

PROCESO:

La papelera 10 ha sido eliminada del proceso de selección ya que a pesar de haber aumentado el ángulo de desmoldeo, la capacidad de la papelera es menor de 50 L.

9. MODELADO 3D PAPELERA

9.3 TABLA DE PONDERACIÓN

Una vez presentados todos los cuerpos de las papeleras, se va a llevar a cabo su valoración a través de una tabla de ponderación.

Para realizar la tabla se van a normalizar todos los parámetros a tener en cuenta de forma que estén comprendidos entre 0 y 1, y por lo tanto, el 1 representará el valor más favorable en cada uno de ellos.

Además, cada uno de los parámetros está ponderado por un valor determinado que le confiere mayor o menor importancia de cara a la elección del cuerpo que se va a desarrollar.

Los valores de ponderación que multiplican a cada uno de los parámetros que van a determinar que papelera debe ser desarrollada con mayor profundidad son los siguientes:

- Volumen (x1)
- Apilado (x1,5)
- Desmoldeo directo (x2)
- Estética (x1)
- Serigrafía (x1)
- Limpieza (x1)

A continuación, se explica como se van a normalizar cada uno de los parámetros.

VOLUMEN

El volumen se normaliza respecto al valor máximo entre los obtenidos ya que el objetivo es maximizar el volumen y se calcula de este modo:

$$\text{Volumen} = V_i / V_{\max}$$

siendo V_i el volumen de cada papelera.

Por lo tanto, la papelera de mayor volumen tendrá el valor de 1 y el resto su valor correspondiente. En el caso de que la capacidad del cuerpo sea menor de 50 litros, este queda eliminado de la elección y de la encuesta.

APILADO

En el caso del apilado lo importante es que el valor sea el mínimo posible. Si el apilado es mayor que 165 mm, el cuerpo queda eliminado de la elección y de la encuesta. Por el contrario, si el apilado es menor que 165 mm, el cuerpo recibe un 1.

DESMOLDEO Y ESPESORES

El siguiente aspecto corresponde al desmoldeo del molde. En caso de que el desmoldeo sea directo se dará 1 punto, si el desmoldeo necesita desplazables en el exterior tendrá 0,6, si necesita desplazables tanto en el exterior como en el interior tendrá 0,3 y en caso de que sea imposible desmoldear la pieza o inyectar el plástico por los espesores se eliminará de la elección y de la encuesta.

ESTÉTICA

La valoración de la estética viene dada por una encuesta hecha a 71 personas que engloban a toda la población. Un 70% del valor corresponde a la nota total de cada papelera y un 30% al porcentaje de personas que han elegido esa papelera como favorita.

Las papeleras que no superaban alguno de los requisitos mínimos quedan eliminadas de la encuesta.

En el apartado 9.3.3 Encuesta, se pueden ver con mayor detalle los resultados obtenidos mediante la encuesta.

9. MODELADO 3D PAPELERA

SERIGRAFÍA

La posibilidad de que un cuerpo pueda tener serigrafiado un logo o escudo no debe ser determinante a la hora de descartar uno u otro. Sin embargo, el hecho de que una papelera se pueda serigrafiar debe tomarse como algo positivo. En caso de que la serigrafía sea posible en un cuerpo determinado el valor será igual a 1, por el contrario, si esta no se puede realizar el valor será igual a 0,5.

LIMPIEZA

Es un parámetro importante ya que la papelera va a estar situada en lugares públicos y al aire libre por lo que debe ensuciarse lo menos posible y ser fácil de limpiar. Cada cuerpo se va a valorar según su limpieza sea buena, media o mala y sus resultados correspondientes son los siguientes: 1, 0,5 y 0.

Tras la valoración de todos los parámetros, se realiza una suma ponderada de ellos en cada una de las papeleras y la puntuación se realiza sobre 7,5.

La papelera que obtenga mayor valoración será la elegida para desarrollarla.

9. MODELADO 3D PAPELERA

9.3.1 ENCUESTA

Tras realizar una encuesta para conocer la opinión de los usuarios acerca de la estética de las papeleras, se van a presentar los resultados mediante tablas y gráficas con el objetivo de analizarlos y obtener la contribución de la parte estética de las papeleras que se utilizará para decidir la papelera que se implementará.

Las siguientes tablas van a mostrar la puntuación de cada papelera.

PAPELERA 1:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	6	6
2	10	20
3	39	117
4	12	48
5	4	20
TOTAL	71	211

Tabla 9.3.1.1 Valoración de la papelera 1

PAPELERA 2:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	8	8
2	13	26
3	28	84
4	19	76
5	3	15
TOTAL	71	209

Tabla 9.3.1.2 Valoración de la papelera 2

PAPELERA 3:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	4	4
2	8	16
3	31	93
4	19	76
5	9	45
TOTAL	71	234

Tabla 9.3.1.3 Valoración de la papelera 3

PAPELERA 5:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	17	17
2	16	32
3	27	81
4	7	28
5	4	20
TOTAL	71	178

Tabla 9.3.1.4 Valoración de la papelera 5

PAPELERA 6:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	6	6
2	10	20
3	20	60
4	17	68
5	18	90
TOTAL	71	244

Tabla 9.3.1.5 Valoración de la papelera 6

PAPELERA 7:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	20	20
2	11	22
3	19	57
4	16	64
5	5	25
TOTAL	71	188

Tabla 9.3.1.6 Valoración de la papelera 7

9. MODELADO 3D PAPELERA

PAPELERA 8:

PUNTUACIÓN	PERSONAS	ACUMULADO
1	11	11
2	16	32
3	16	48
4	21	84
5	7	35
TOTAL	71	210

Tabla 9.3.1.7 Valoración de la papelera 8

La papelera que mayor puntuación ha obtenido ha sido la papelera 6 como se puede observar en la figura siguiente. La segunda papelera mejor valorada es la papelera 3, y la tercera, la 1.

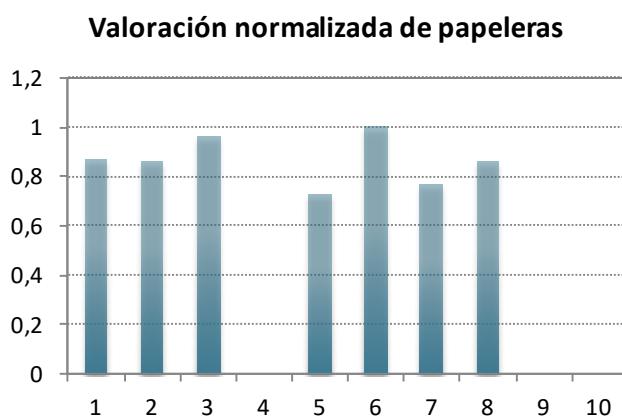


Figura 9.3.1.1 Diagrama de barras mostrando la valoración de cada papelera

En la siguiente figura se puede ver el porcentaje de personas que han elegido una papelera determinada como la que más les gusta.

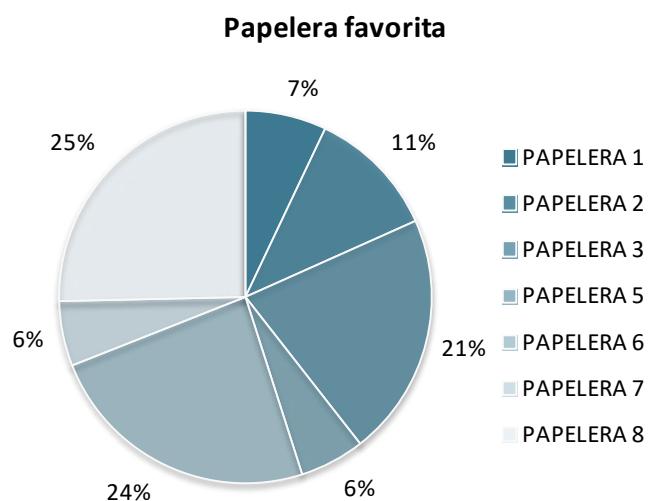


Figura 9.3.1.2 Gráfico circular para determinar la papelera elegida por los encuestados

La papelera que más ha gustado ha sido la número 8 con un 25 % de votos, le sigue la papelera 6 con un 24 % y, en tercera posición, la papelera 3 con un 21 %.

9. MODELADO 3D PAPELERA

9.3.2 RESULTADOS DE TABLA DE PONDERACIÓN

A continuación, se van mostrar las tablas de ponderación de todas las papeleras, siendo la papelera 3 la mejor valorada.

	PAPELERA 1	PAPELERA 2	PAPELERA 3	PAPELERA 4	PAPELERA 5
VOLUMEN (litros)	0,96	1	0,951	0,951	0,983
APILADO (mm)	1,5	1,5	1,5	0	1,5
DESMOLDEO	2	2	2	0,667	2
ESTÉTICA	0,689	0,733	0,921	-	0,577
POSIBILIDAD SERIGRAFÍA	1	1	1	0,5	0,5
LIMPIEZA	1	1	1	1	0,5
TOTAL	7,148	7,233	7,372	3,117	6,06

	PAPELERA 6	PAPELERA 7	PAPELERA 8	PAPELERA 9	PAPELERA 10
VOLUMEN (litros)	0,962	0,972	0,975	0	0
APILADO (mm)	1,5	1,5	1,5	0	1,5
DESMOLDEO	1,333	1,333	1,333	0	1,333
ESTÉTICA	0,983	0,606	0,902	-	-
POSIBILIDAD SERIGRAFÍA	1	1	1	0,5	0,5
LIMPIEZA	1	0	0,5	0	0
TOTAL	6,779	5,411	6,211	0,5	3,333

Tabla 9.3.2 Resultados de ponderación de las papeleras

10. MODELADO 3D TAPA

10.1 PROPUESTAS DE DISEÑO DE LA TAPA

A continuación se van a mostrar las diferentes tapas que se han desarrollado para su posterior evaluación.

TAPA 1

- **Volumen:** 7,302 litros



Figuras 10.1.1 y 10.1.2 Vistas generales de la tapa 1

TAPA 2

- **Volumen:** 7,167 litros



Figuras 10.1.3 y 10.1.4 Vistas generales de la tapa 2

TAPA 3

- **Volumen:** 9,208 litros

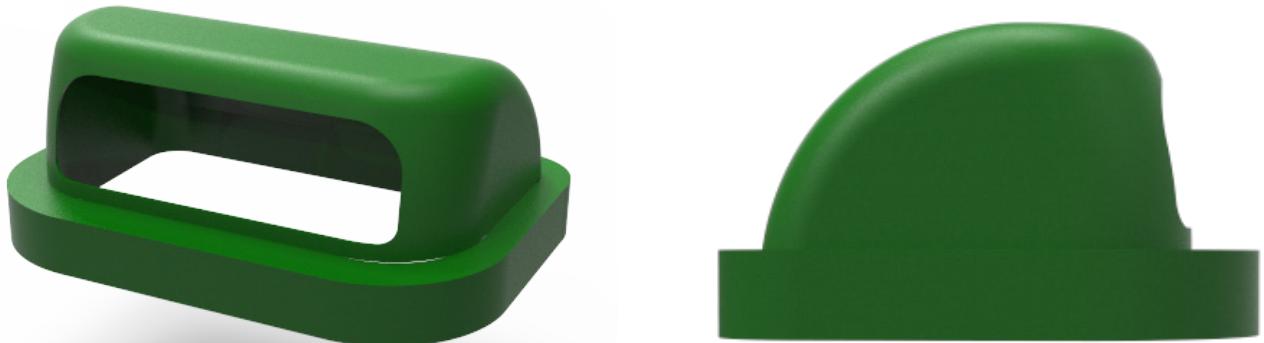


Figuras 10.1.5 y 10.1.6 Vistas generales de la tapa 3

10. MODELADO 3D TAPA

TAPA 4

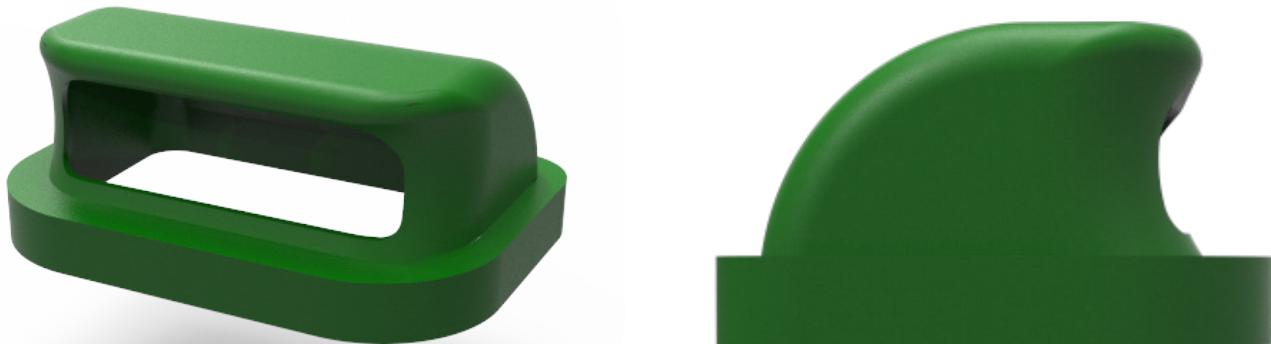
- **Volumen:** 9,515 litros



Figuras 10.1.7 y 10.1.8 Vistas generales de la tapa 4

TAPA 5

- **Volumen:** 8,841 litros



Figuras 10.1.9 y 10.1.10 Vistas generales de la tapa 5

10. MODELADO 3D TAPA

10.2 TABLA DE PONDERACIÓN

Una vez que la papelera ha sido elegida se va a llevar a cabo un proceso similar para seleccionar la tapa [4] [5].

Los parámetros que van a determinar la elección de la tapa son los mencionados a continuación:

- Acumulación de agua (x1)
- Protección de boca para entrada de agua (x1)
- Volumen (x1)
- Desmoldeo (x2)

ACUMULACIÓN DE AGUA

Este parámetro se regula según sea de inclinada la superficie exterior. Puede ser bastante inclinada (1), inclinada (0,8) y menos inclinada (0,7).

PROTECCIÓN DE BOCA PARA ENTRADA DE AGUA

Se tiene en cuenta lo protegida que se encuentra la boca y la tapa recibe un 1, 0,8 o 0,7. Este factor queda determinado por la necesidad del desmoldeo directo, tal y como se ve en las imágenes que ilustran como desmoldear la papelera.

VOLUMEN

Se calcula del mismo modo que el volumen en los cuerpos.

DESMOLDEO

Se calcula del mismo modo que el desmoldeo en los cuerpos.

Cada parámetro será evaluado del 0 al 1 según cada tapa se acomode a ellos. La puntuación se realizará sobre 5 puntos y aquella que tenga una mayor puntuación será la que se desarrolle en la siguiente fase.

En estas imágenes también se muestran posibles desmoldeos de las tapas:

- Este desmoldeo es directo ya que las piezas macho y hembra pueden salir sin ningún problema y desmoldear la pieza.

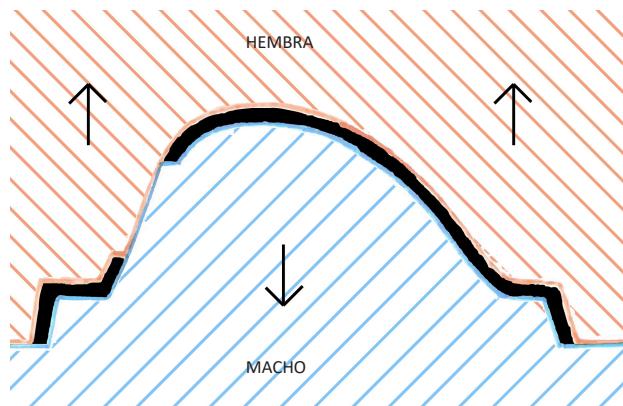


Figura 10.2.1 Desmoldeo directo de la tapa

- En este caso el desmoldeo no puede ser directo ya que la forma de la tapa hace que se necesiten desplazables tanto en el interior como en el exterior para poder desmoldearla.

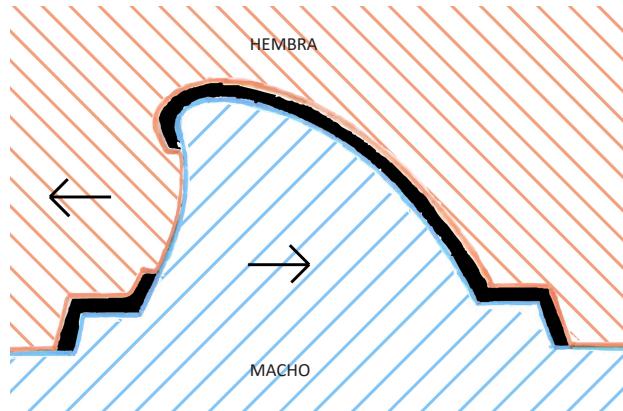


Figura 10.2.2 Desmoldeo indirecto de la tapa con desplazables

10. MODELADO 3D TAPA

En esta tabla de ponderación se pueden observar todas las tapas desarrolladas y su valoración. La tapa ganadora ha sido la 4.

	TAPA 1	TAPA 2	TAPA 3	TAPA 4	TAPA 5
ACUMULACIÓN AGUA	1	1	0,8	0,8	0,7
PROTECCIÓN BOCA	0,8	0,7	0,8	0,7	1
VOLUMEN	0,767	0,753	0,968	1	0,929
DESMOLDEO	1,333	2	1,333	2	1,333
TOTAL	3,901	4,453	3,901	4,5	3,962

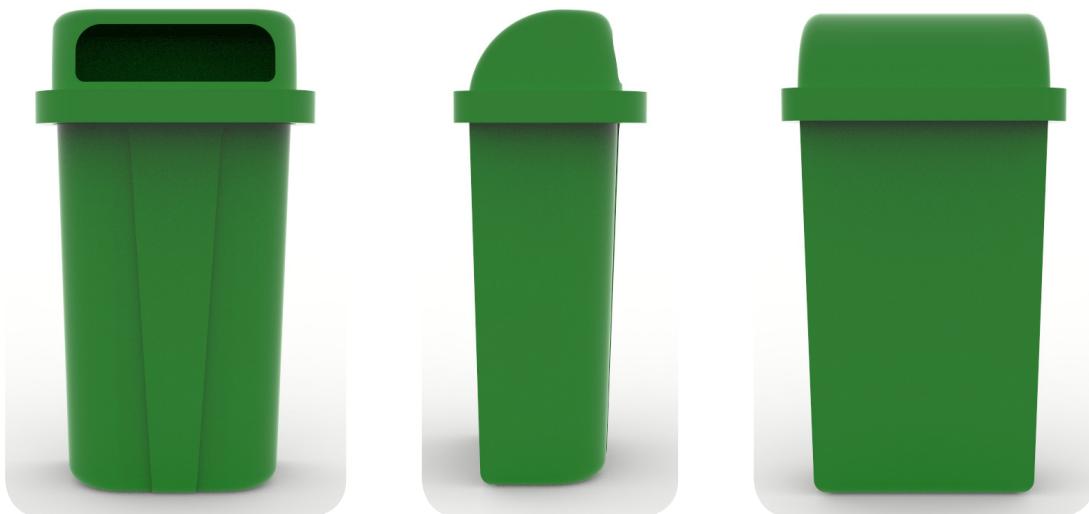
Tabla 10.2.1 Ponderación de las tapas

11. SELECCIÓN CONCEPTO FINAL

En las siguientes imágenes se puede ver el conjunto final con la papelera 3 y la tapa 4. Este conjunto se va a desarrollar en la siguiente fase para obtener un nuevo producto innovador y que satisfaga los requisitos de las papeleras DIN.



Figura 11.1 Vista 3D de la papelera final



Figuras 11.2, 11.3 y 11.4 Vistas frontal, lateral y posterior de la papelera final

FASE 3

DESARROLLO 3D

CUERPO

SOPORTE

TAPA

12. DESARROLLO 3D

12.1 CUERPO

El principal problema a la hora de modelar la papelera ha sido la combinación del soporte antiguo y el nuevo.

Se ha querido desarrollar una papelera que pudiera ofrecer ambas posibilidades a elección del cliente, de tal manera que pudiera elegir entre usar una papelera completamente nueva, o solo un cuerpo nuevo y la tapa y soporte que ya tuviera de antes.

Al combinar el cuerpo y una parte del soporte, ha sido necesario tener en cuenta el desmoldeo de la pieza, ya que convertir dos piezas en una sola requiere de muchas iteraciones hasta conseguir el resultado final.

A la vista del soporte antiguo se deben implementar en la papelera, y para los dos tipos de soporte, los siguientes elementos:

- Una zona de enganche para acoplar el eje del soporte (antiguo o nuevo) y que permita al cuerpo girar.
- Una zona de registro lateral para que el soporte entre en ella, inicialmente pensada mediante nervado.
- Al menos una zona de registro en altura, que también puede ser implementada mediante nervado.
- En cualquier caso, reducir al máximo las contrasalidas para evitar el mayor número posible de desplazables en el molde.

El trabajo de desarrollo de todas las piezas del conjunto no termina en esta etapa, ya que va a seguir evolucionando en función de los resultados de simulación que se obtengan en la inyección y el análisis resistente.

12. DESARROLLO 3D

PUNTO DE PARTIDA

Para comenzar a modelar el soporte incorporado en el cuerpo, se ha decidido comenzar con la localización de los enganches del soporte antiguo. También se ha añadido un registro en altura dictado por este soporte, para saber mejor como colocarlo.

En las imágenes se puede ver como desmoldea la pieza. Tiene un desplazable en la parte superior para desmoldear los nervios que sirven de registro, y el resto es demoldeo directo.

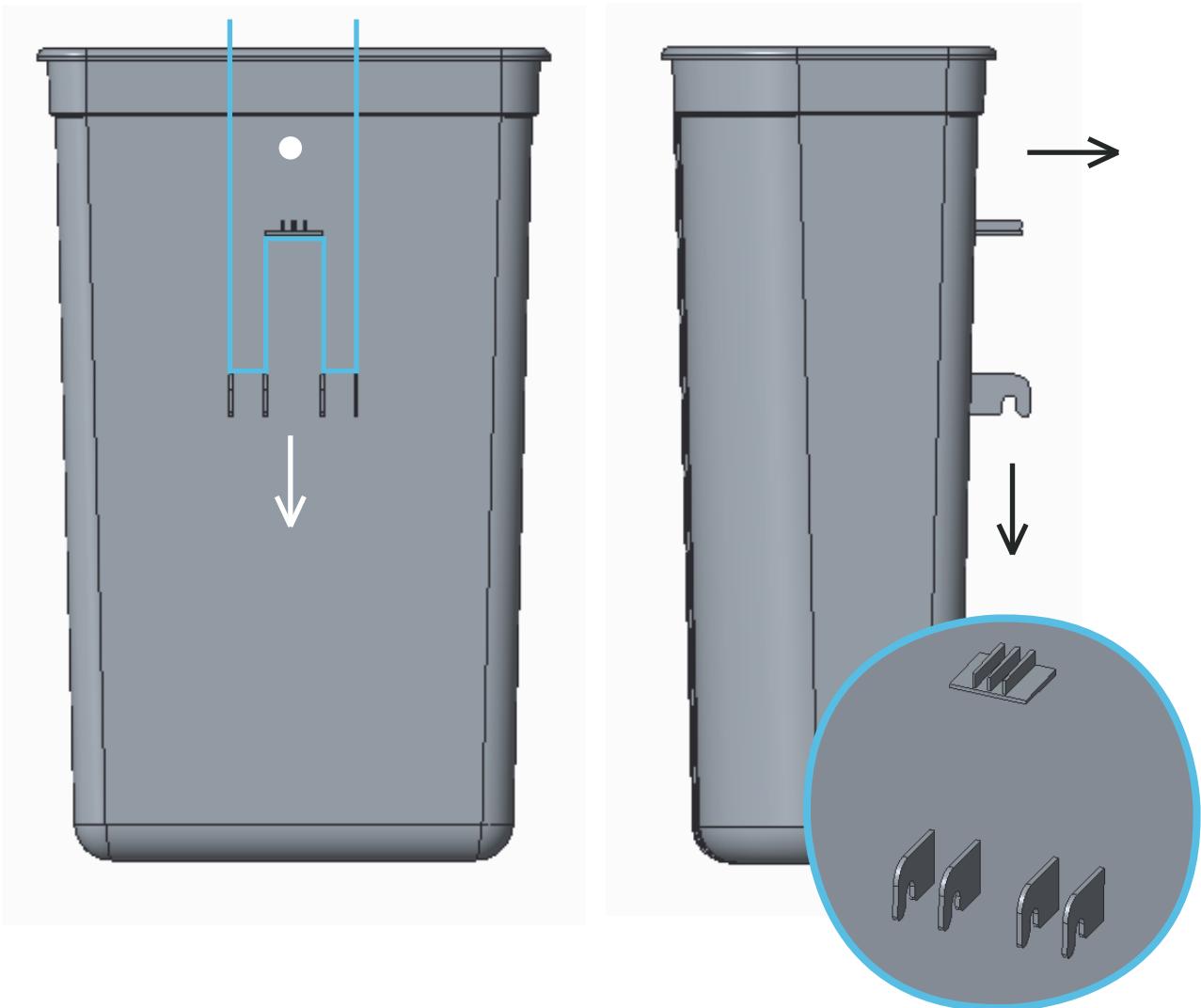


Figura 12.1.1 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones del comienzo del desarrollo del soporte.

12. DESARROLLO 3D

PRIMERA ITERACIÓN

Para que este cuerpo se pueda usar con ambos soportes, se ha pensado en situar dos ganchos adicionales, iguales a los del diseño antiguo, ligeramente encima de éstos, cumpliendo la restricción de apilado de 165 mm.

Esta opción se ha descartado ya que el desmoldeo no es posible.

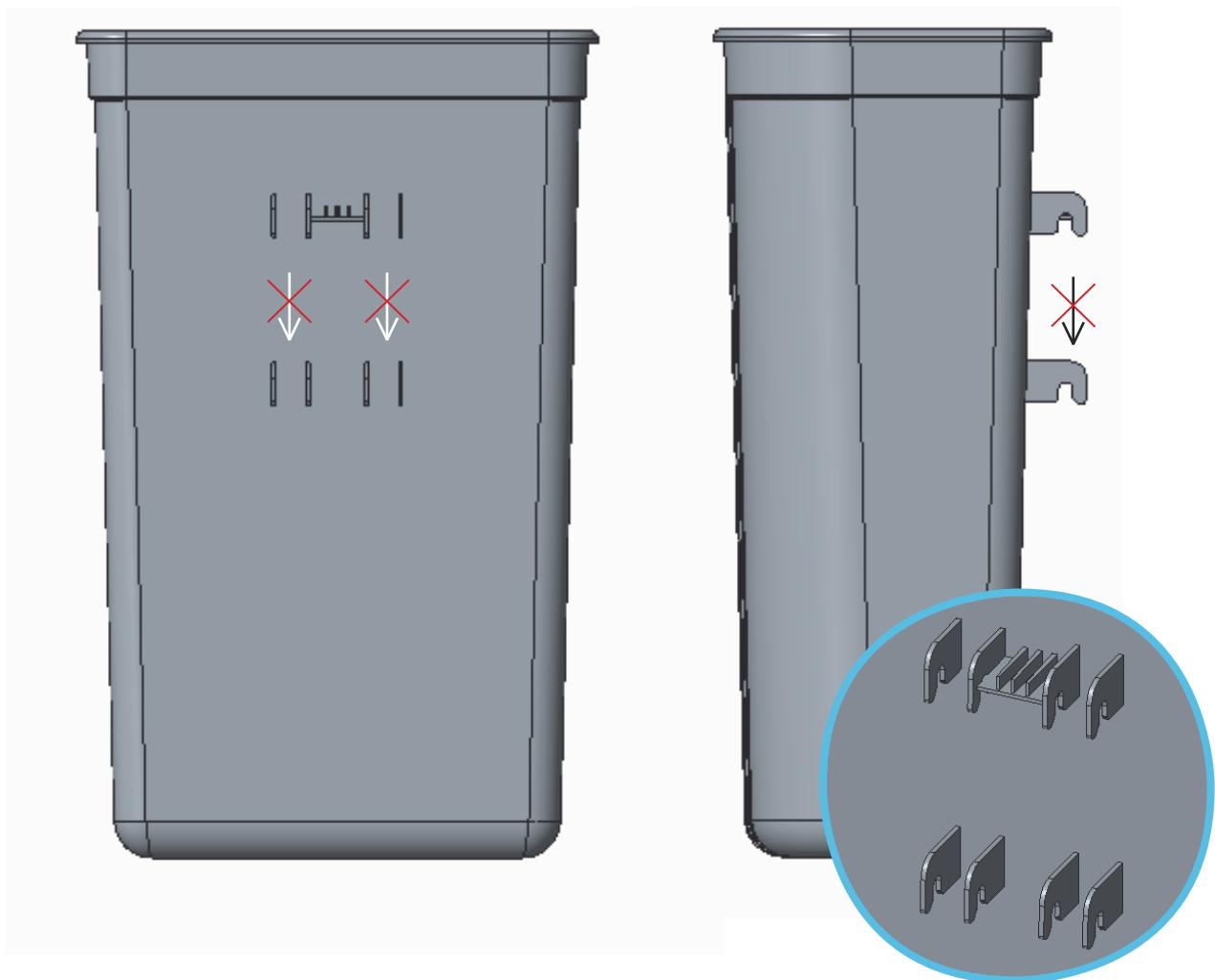


Figura 12.1.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la primera iteración.

12. DESARROLLO 3D

SEGUNDA ITERACIÓN

Como alternativa, se ha pensado en colocar un enganche central, a una altura suficiente para que el apilado de 165 mm sea posible. Este debe tener menor anchura que la distancia que hay entre los ganchos inferiores.

Sin embargo, una vez definida esta altura, se observa que el nuevo gancho coincide en el espacio con el registro en altura del soporte antiguo.

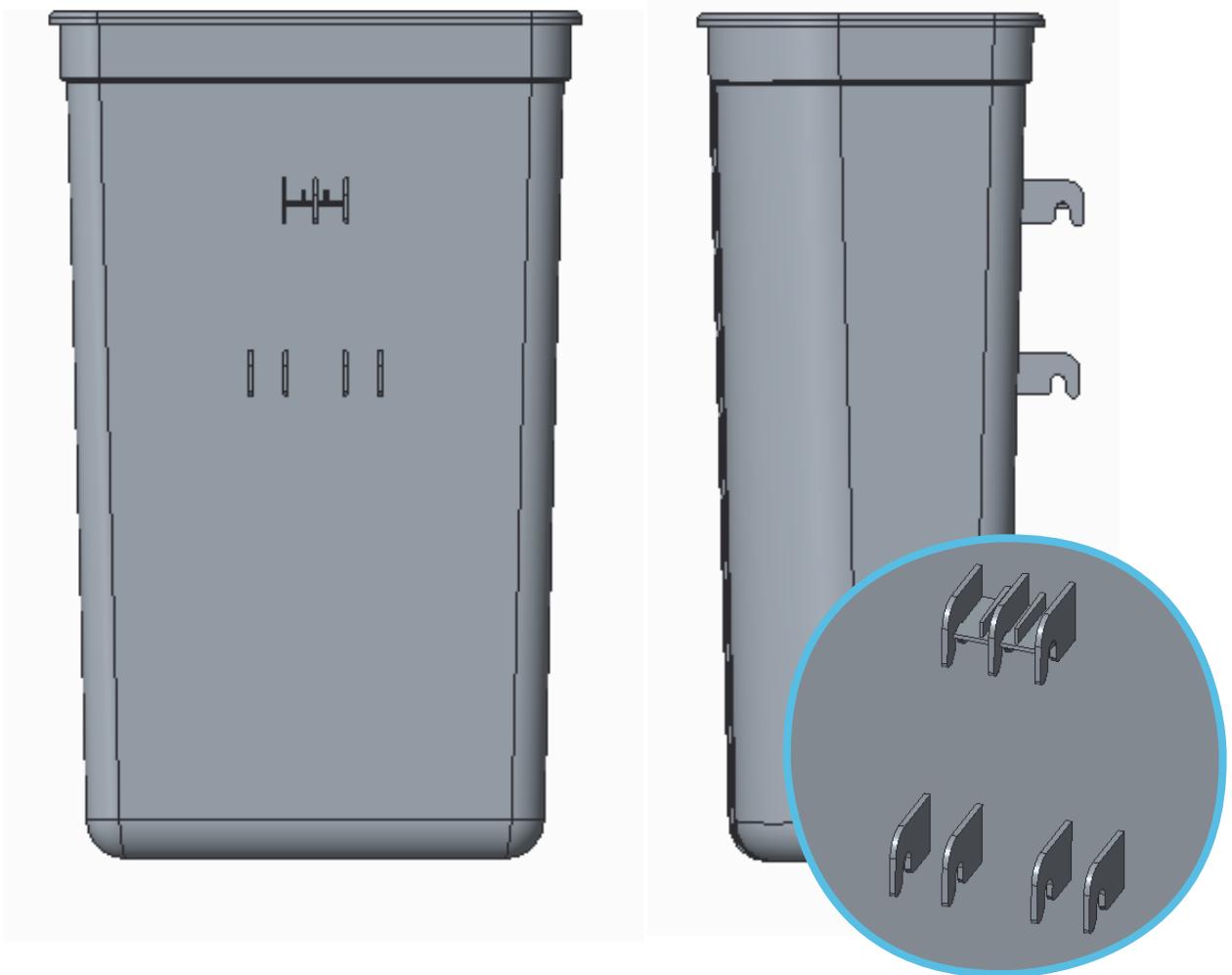


Figura 12.1.3 Vistas generales de la papelera. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la segunda iteración.

12. DESARROLLO 3D

TERCERA ITERACIÓN

La solución al anterior problema consiste en la sustitución del gancho central, por dos ganchos en una posición exterior a los ganchos del soporte antiguo. Esta alternativa implica diseñar un soporte más ancho y más corto que el habitual.

Esto provoca una modificación en la estética del soporte, una disminución de la resistencia del mismo, y además, el ángulo máximo de inclinación del cuerpo a la hora de extraer los residuos será menor, por lo que también queda descartada.

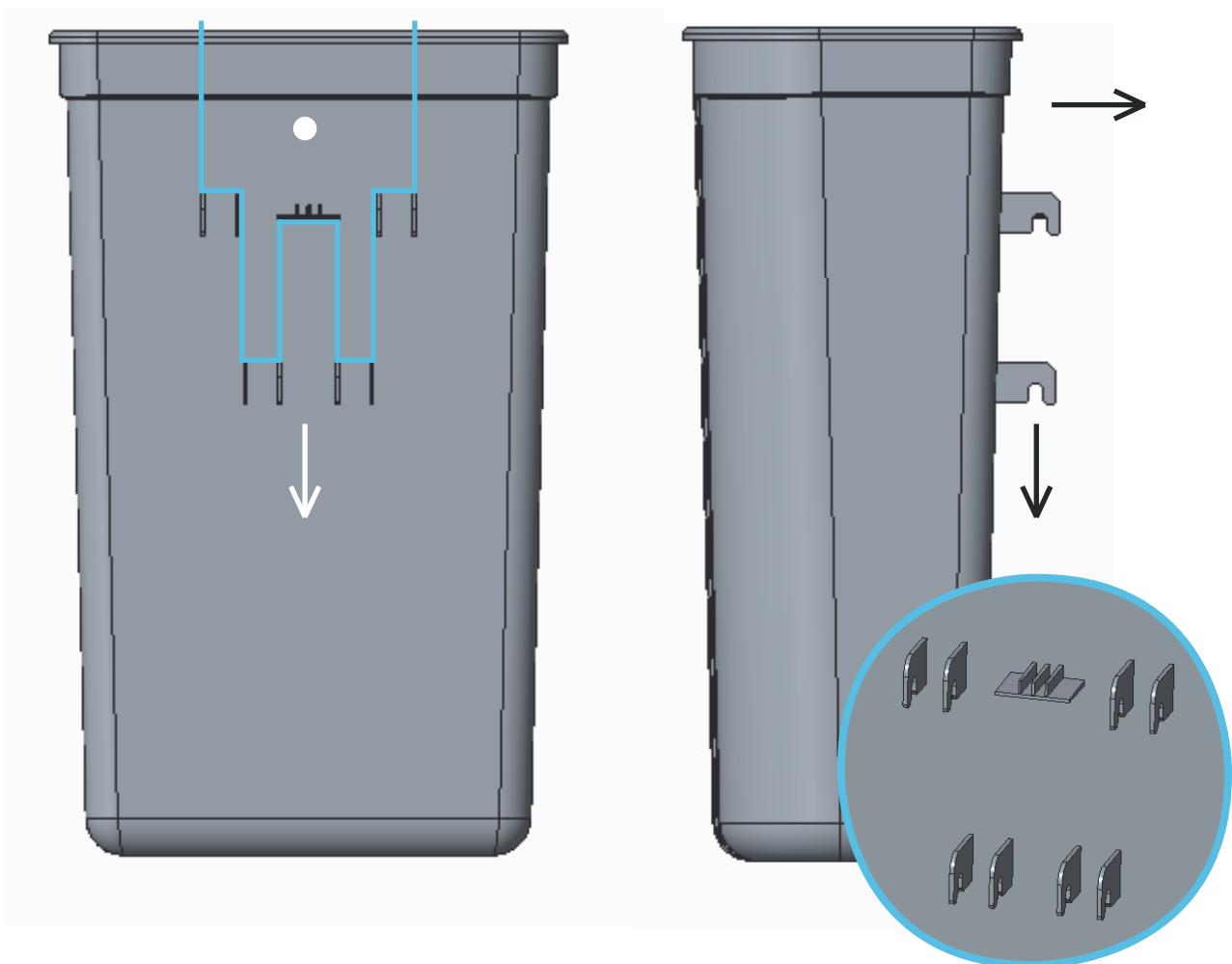


Figura 12.1.4 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la tercera iteración.

12. DESARROLLO 3D

CUARTA ITERACIÓN

La siguiente alternativa parte de la segunda iteración, consiste en utilizar un único gancho central para el soporte nuevo, que a la vez, permita el desmoldeo directo de todos los ganchos.

Como consecuencia de este diseño, el apilado no se mantiene en 165 mm, intentando mantenerlo en el mínimo posible.

También se añade otro registro en altura que sirve para el soporte nuevo. Además, se añaden unos perfiles que sirven para dar consistencia a la pared del cuerpo y de registro para colocar el soporte.

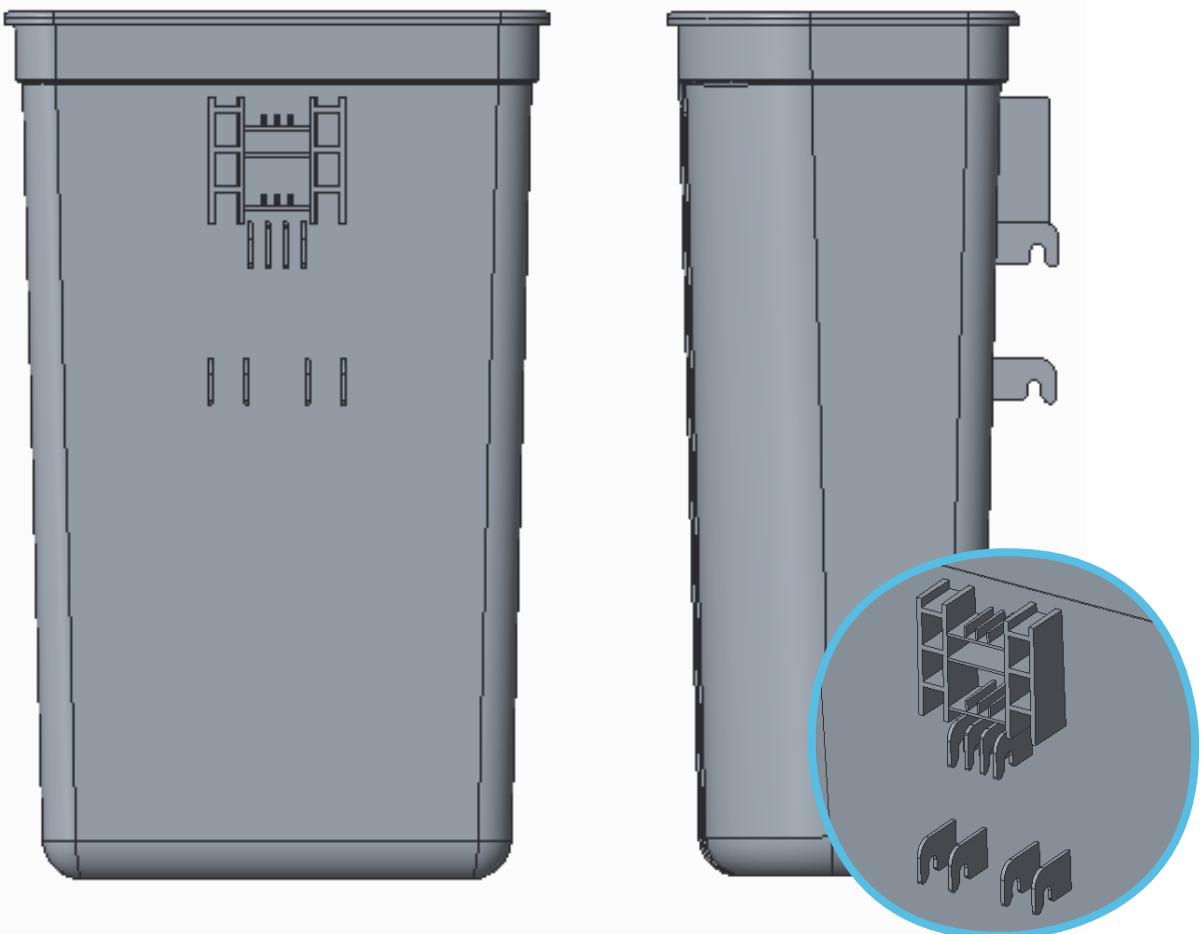


Figura 12.1.5 Vistas generales de la papelera. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la cuarta iteración.

12. DESARROLLO 3D

QUINTA ITERACIÓN

A continuación, se lleva a cabo una simplificación de la idea, uniendo el hueco que existía entre el gancho superior y el registro inmediatamente superior a éste. Esto contribuye a disminuir la distancia de apilado.

Además, los perfiles que estaban presentes en los laterales del gancho superior se transforman en un realzado de 5 mm, que facilitará la colocación de los soportes.

El registro superior cambia completamente su forma, pasando a ser una "visera" con cartelas en la parte inferior de ésta. A los ganchos inferiores se les añade un perfil horizontal que los une por parejas.

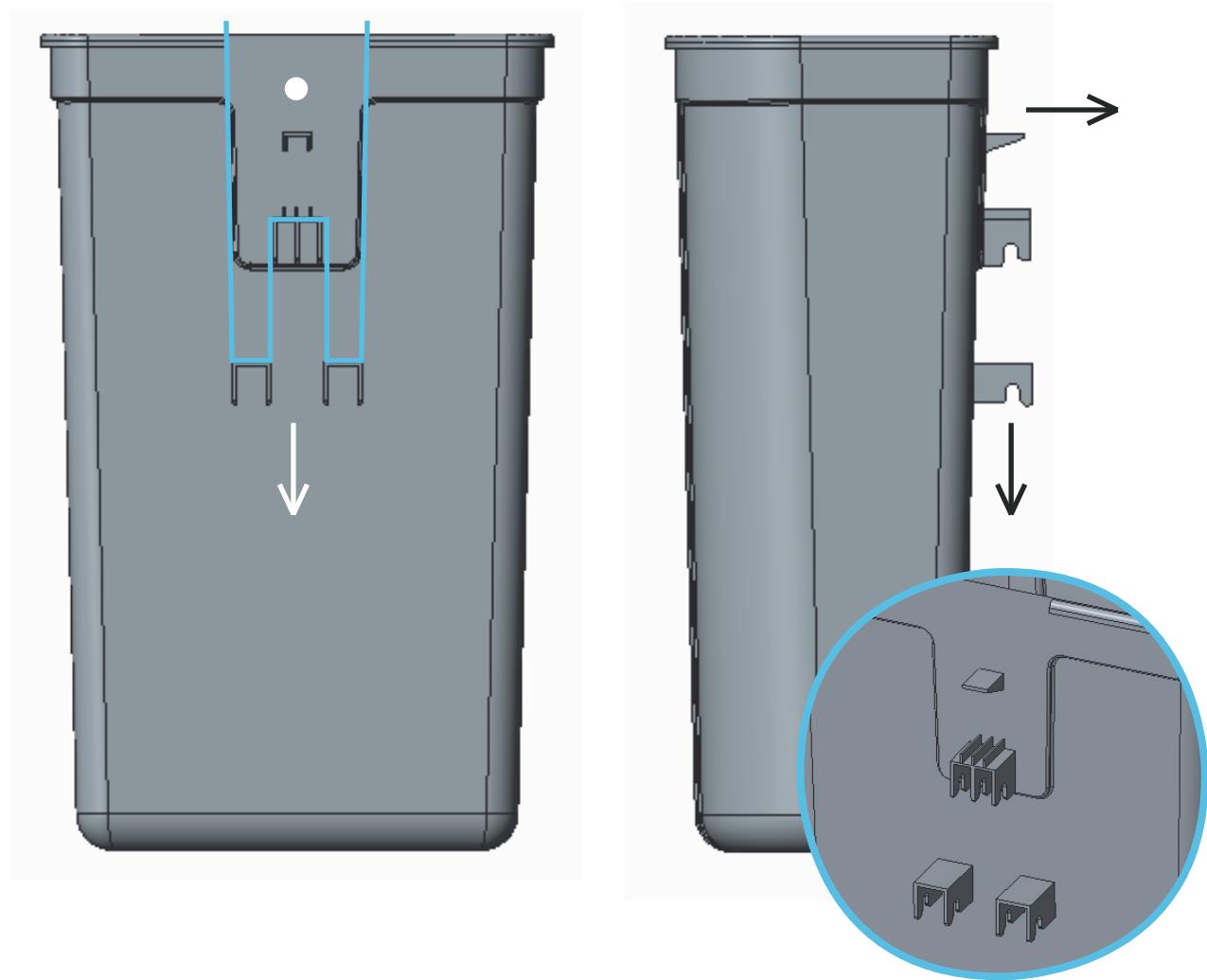


Figura 12.1.6 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la quinta iteración.

12. DESARROLLO 3D

SEXTA ITERACIÓN

El hecho de que el cuerpo de la papelera y los ganchos asociados al soporte antiguo pertenecieran a una sola pieza, dificultaba en gran medida el apilado, por lo que se pensó en eliminar estos ganchos del cuerpo, y convertirlos en una pieza independiente que se pudiera unir al cuerpo a través de unos clips, y de este modo, evitar el remachado.

A partir de ahora, cada alternativa tendrá dos opciones: la primera, que todo (cuerpo y ganchos inferiores) salga del mismo molde; y la segunda usar los ganchos con clip, independientes del cuerpo, siendo esta pieza necesaria solo si se quiere aprovechar el montaje del soporte antiguo.

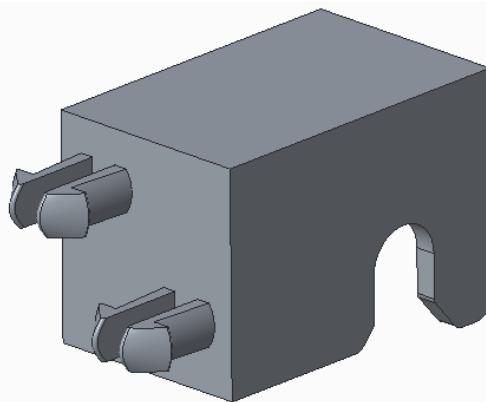


Figura 12.1.7.1 Geometría de la pieza clipada

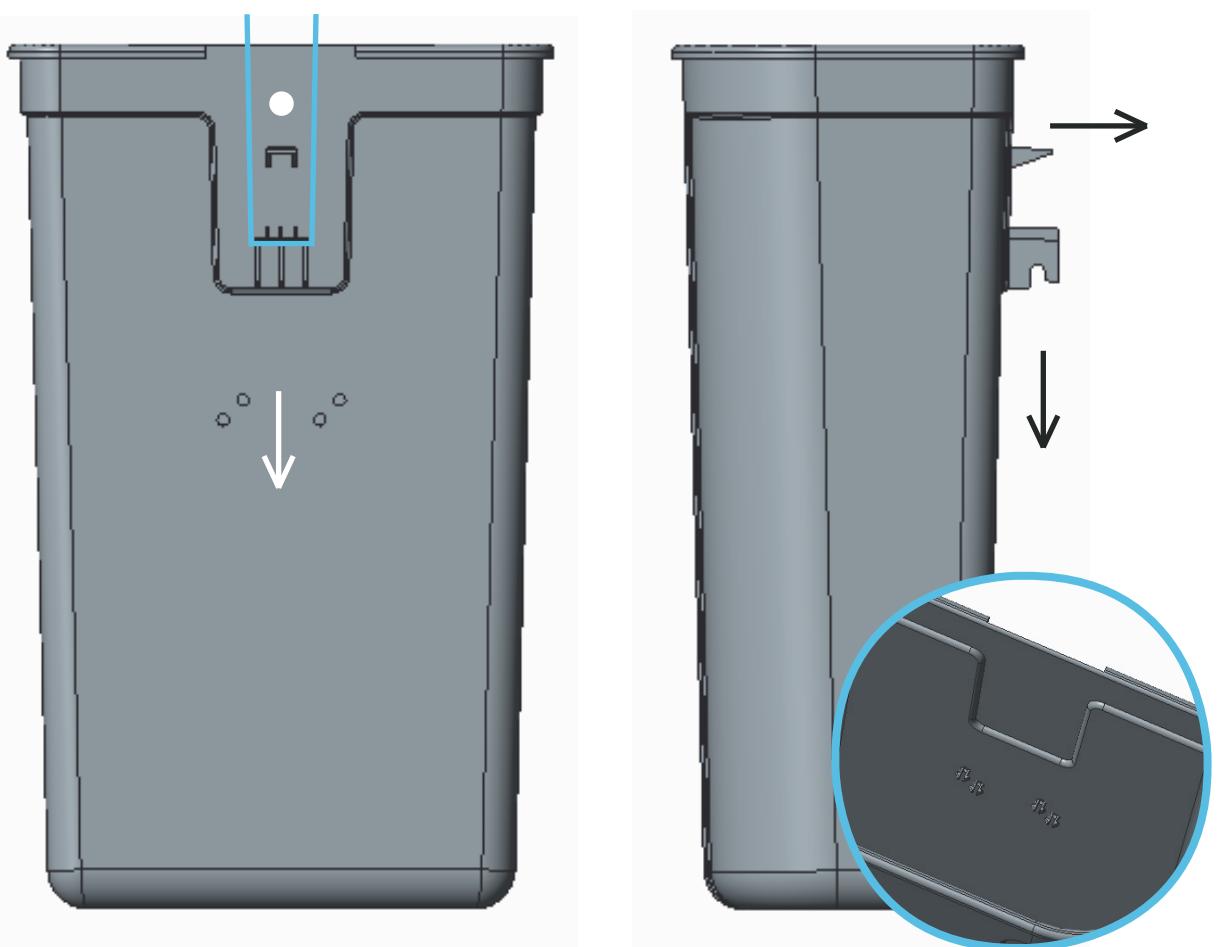


Figura 12.1.7.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la sexta iteración.

12. DESARROLLO 3D

SÉPTIMA ITERACIÓN

Con el objetivo de mejorar el registro al colocar el soporte en el cuerpo, se ha aumentado la profundidad del realzado de 5 a 11 milímetros. La profundidad máxima que puede tener este realzado viene determinada por la tapa de la papelera.

Para evitar la interferencia entre el soporte y el nuevo realzado, se altera la forma del realzado en la parte superior del cuerpo, siguiendo la geometría del soporte.

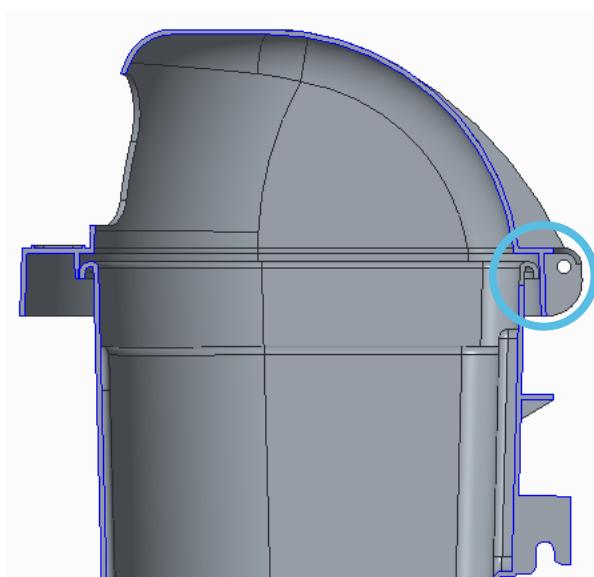


Figura 12.1.8.1 Sección de la papelera para observar la restricción de dimensión

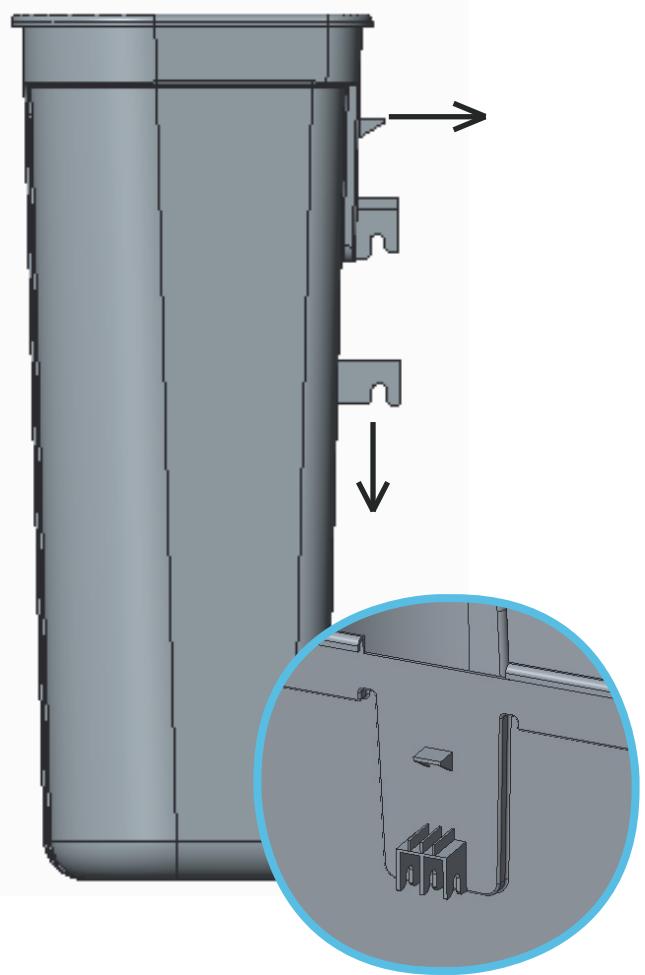
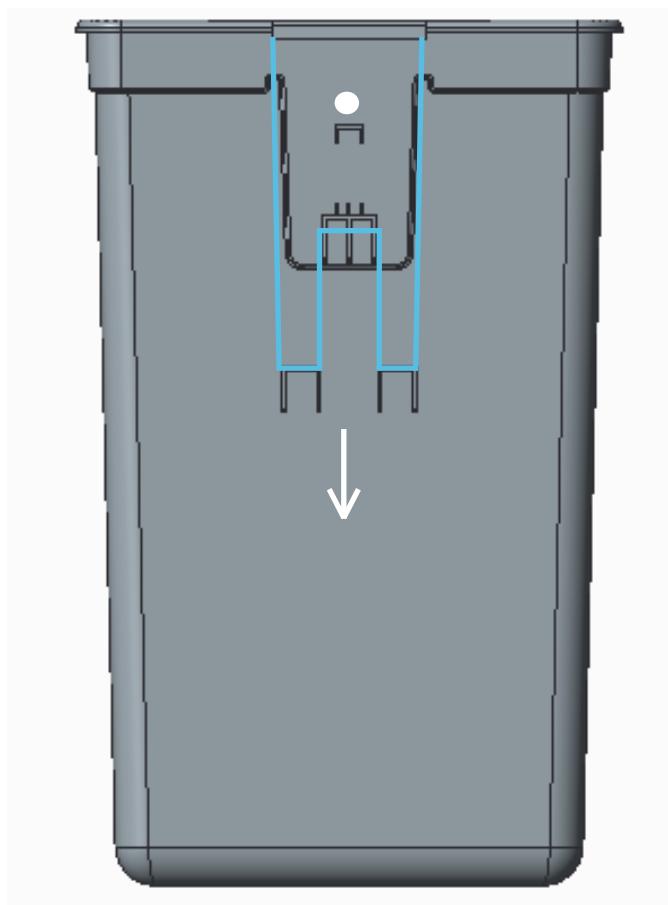


Figura 12.1.8.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la séptima iteración.

12. DESARROLLO 3D

OCTAVA ITERACIÓN

Con el objetivo de reducir la longitud de los ganchos inferiores y reducir la flexión de éstos, se decide extender el realzado hasta estos ganchos.

El problema de este cuerpo es que no es posible el desmoldeo directo del macho del molde. Por lo que se descarta esta idea ya que se había decidido utilizar el menor número de desplazables.

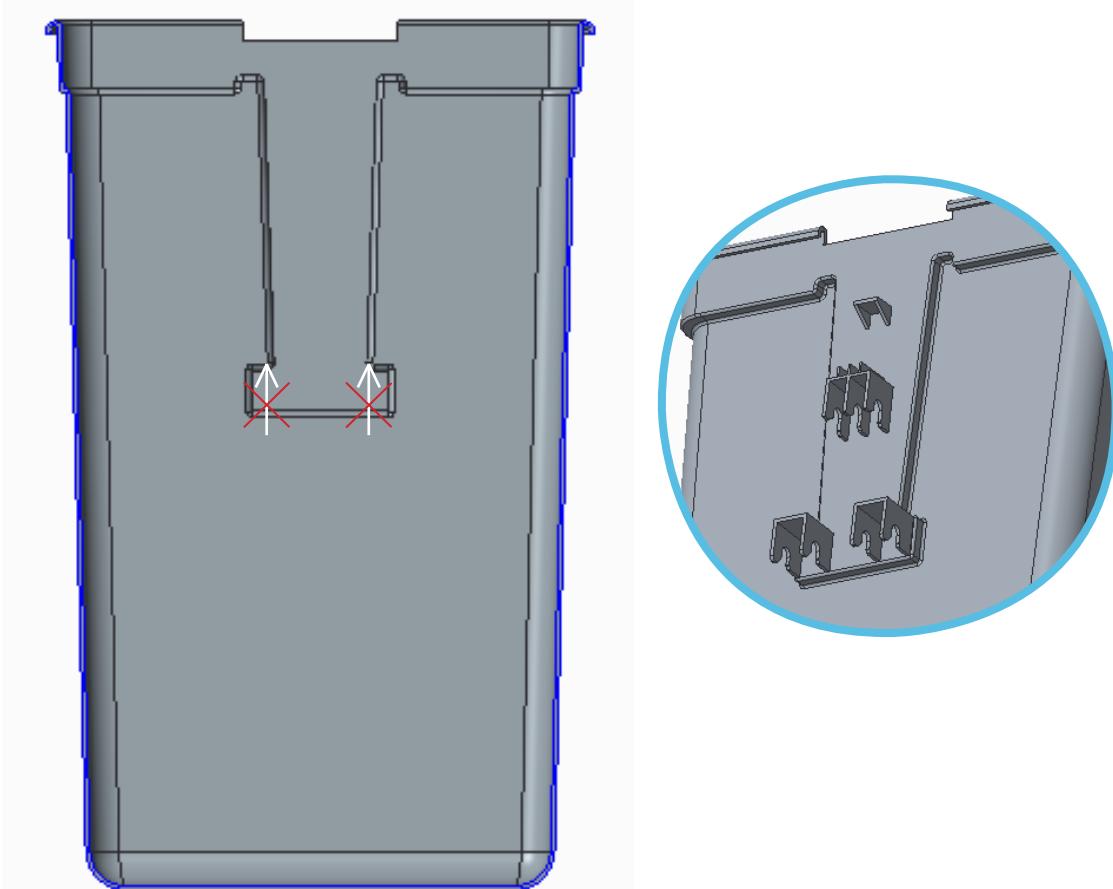


Figura 12.1.9 Sección de la papelera mostrando que no es posible el desmoldeo directo. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la octava iteración.

12. DESARROLLO 3D

NOVENA ITERACIÓN

Como el desmoldeo en la parte interior del cuerpo no es directo, se decide cambiar la geometría del realizado ajustándose a la silueta de los ganchos para intentar que el desmoldeo de la parte interna sea directo.

Además, como en la parte interior de la papelera aparece un hueco creado por esta extensión del realizado, se decide que sea rellenado.

Sin embargo, esta alternativa no es viable, ya que se requeriría demasiada cantidad de plástico en esa zona, lo que complicaría el enfriamiento y aumentaría el tiempo de ciclo.

Además, esta opción no es compatible con la idea de colocar los ganchos inferiores a través de clips, ya que la superficie libre que se necesitaría para unir los clips al cuerpo es muy limitada.

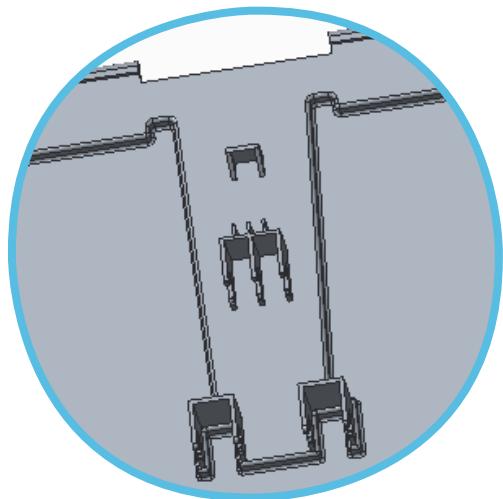


Figura 12.1.10.1 Vista en tres dimensiones de la novena iteración

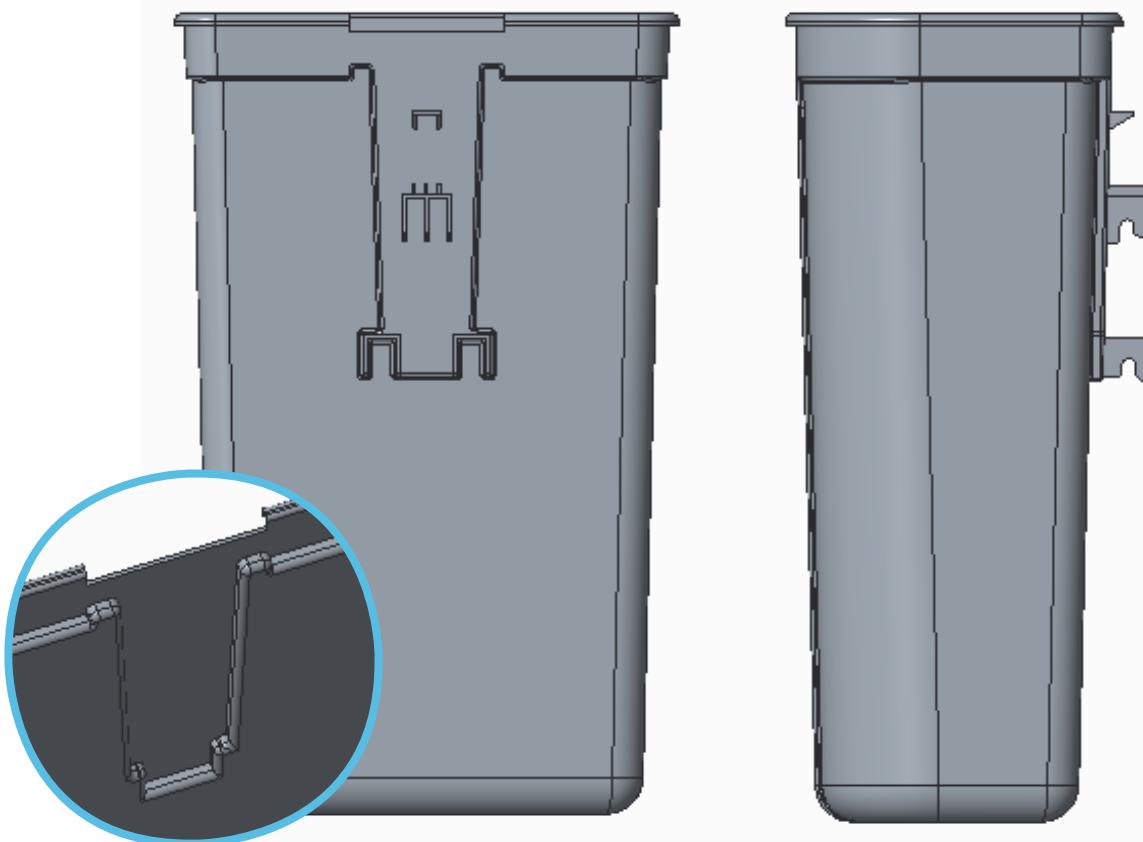


Figura 12.1.10.2 Vistas generales de la papelera. A la izquierda, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones del interior del cuerpo.

12. DESARROLLO 3D

DÉCIMA ITERACIÓN

Para llevar a cabo una nueva simplificación de la pieza, se ha decidido eliminar del cuerpo la visera superior y mantener el registro inferior para el soporte antiguo. Por este motivo, en el soporte, se elimina también el apoyo triangular superior.

Además, con el objetivo de mejorar la resistencia de los ganchos inferiores, se les añade unas cartelas en la parte superior.

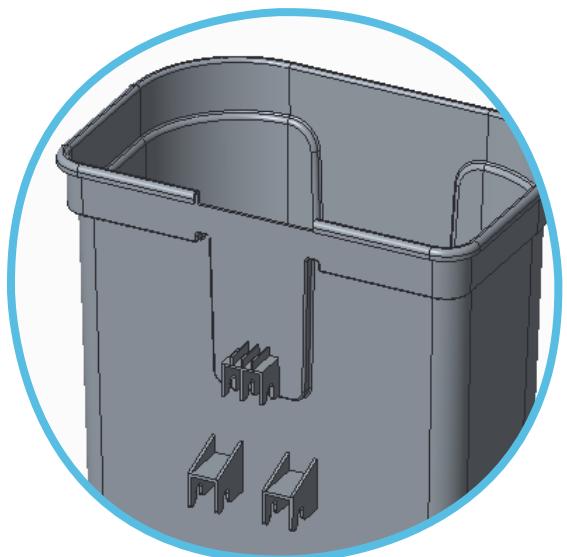


Figura 12.1.11.1 Vista en tres dimensiones de la décima iteración.

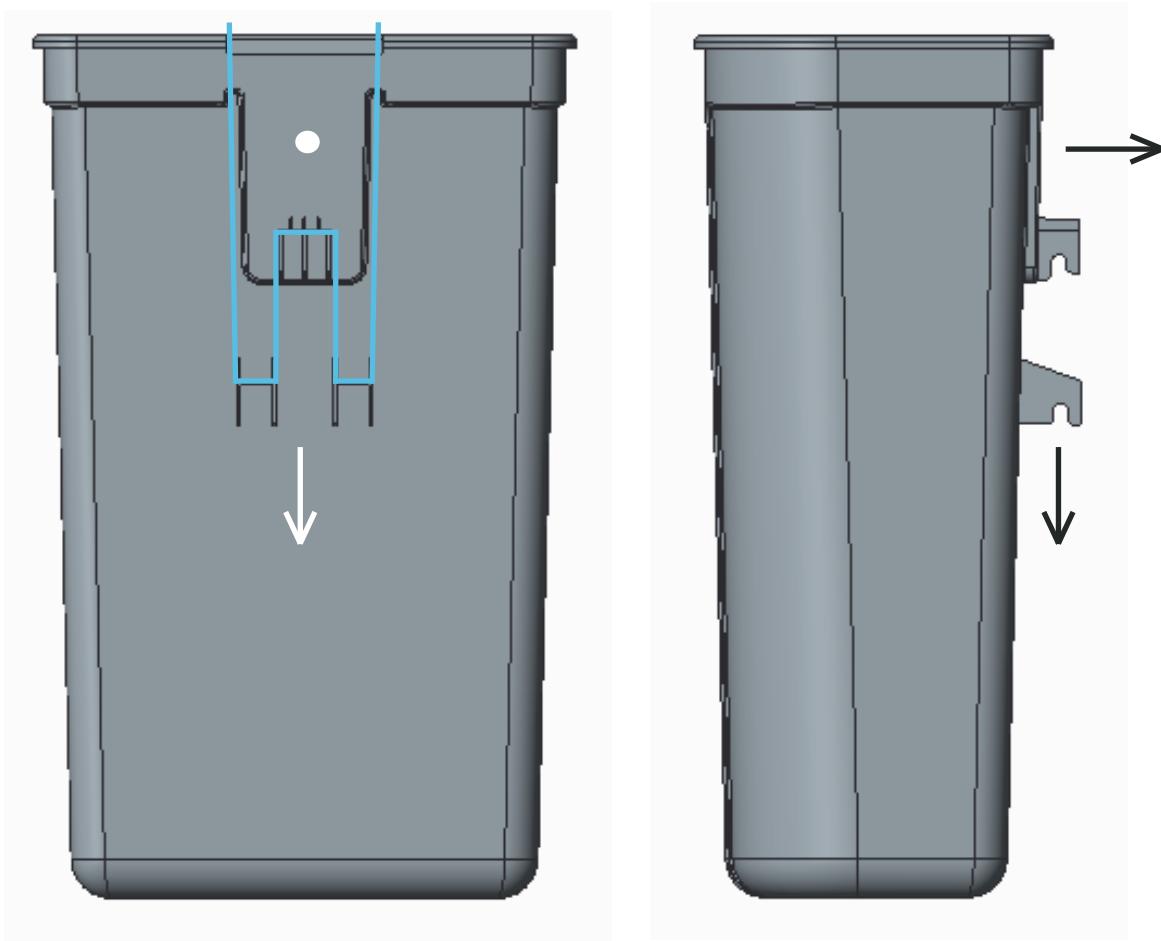


Figura 12.1.11.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza

12. DESARROLLO 3D

UNDÉCIMA ITERACIÓN

Esta iteración tiene realizado hasta los ganchos inferiores pero no los abarca completamente. De esta forma, la parte interna de los ganchos tendrá menor longitud que la parte externa.

En el caso de que los ganchos inferiores se unan al cuerpo mediante clips, éstos tendrán una geometría asimétrica para adecuarse a la inclinación del realizado.

Por lo tanto, los ganchos con los clips no serán iguales a diferencia de lo que ocurría en los diseños que se han descrito hasta este punto. Para poder colocar un clip en la pared del cuerpo que no tiene realizado, se ha extendido la pared del gancho que debe estar en contacto con la pared del cuerpo.

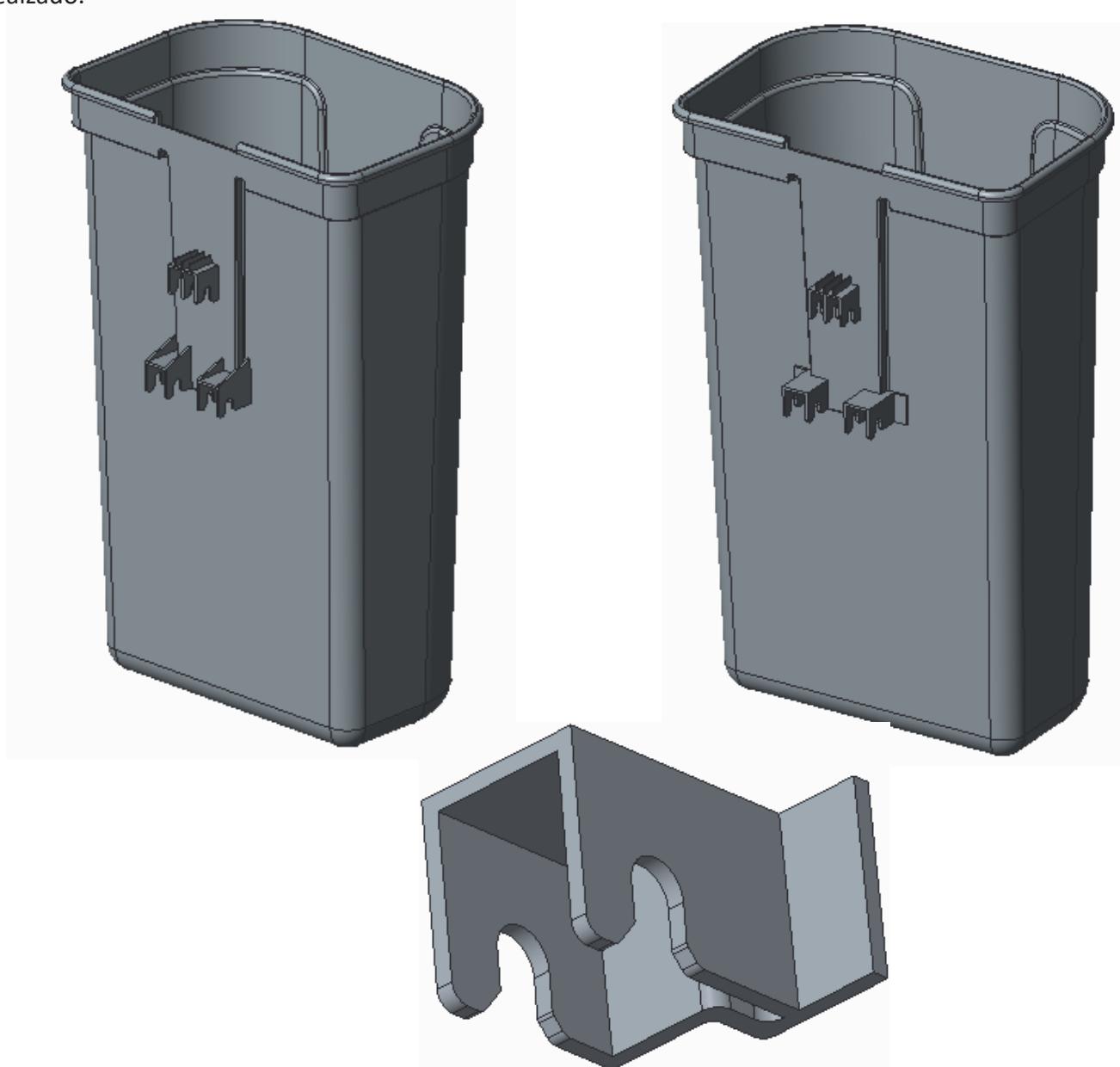
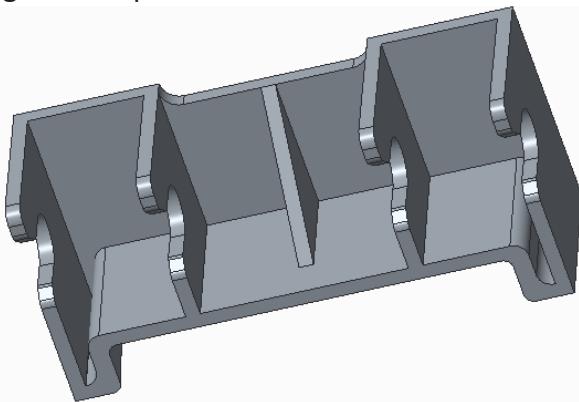


Figura 12.1.12 Vistas en tres dimensiones de la papelera mostrando las dos opciones: izquierda, los enganches salen del molde; derecha, con pieza clipada. Abajo, se muestra la pieza clipada.

12. DESARROLLO 3D

DUODÉCIMA ITERACIÓN

Para evitar fabricar dos ganchos con clips diferentes, se ha decidido unirlos mediante una visera para convertirlos en una sola pieza. En las siguientes figuras se muestran los diseños de dichos ganchos: en caso de que el realzado llegue hasta los ganchos inferiores; o en caso de que éste solamente abarque el gancho superior.



Finalmente se ha decidido escoger la papelera que tiene un realzado completo, es decir, el que llega hasta los ganchos inferiores ya que, a priori, da mayor rigidez al cuerpo. Además se evitan las contrasalidas, consiguiendo el objetivo de desmoldeo directo.

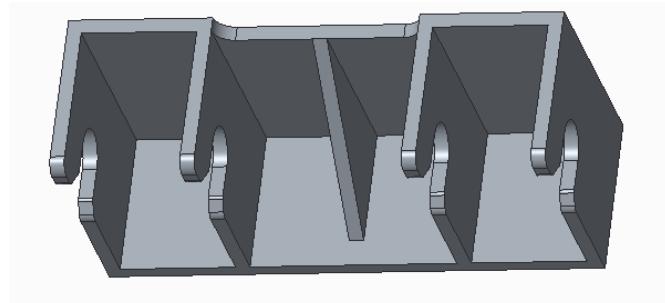


Figura 12.1.13.1 Vistas generales de las dos opciones de pieza clipada: izquierda, realzado completo; derecha, realzado simple.

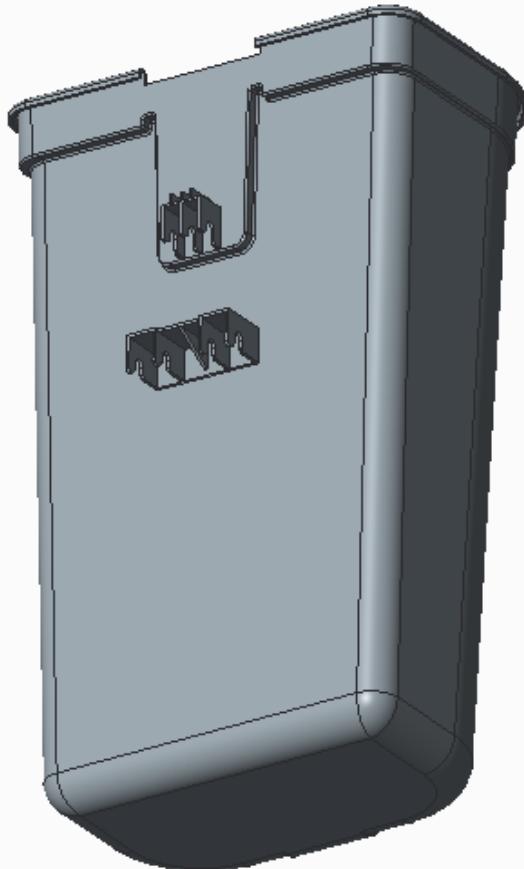
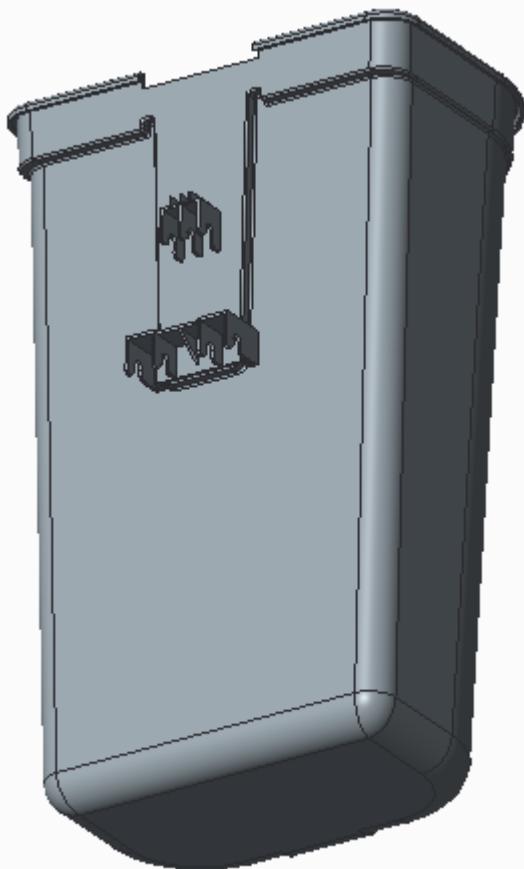


Figura 12.1.13.2 Vistas generales de las dos opciones de papelera

12. DESARROLLO 3D

12.2 SOPORTE

El diseño del nuevo soporte se ha desarrollado de forma paralela al diseño del nuevo cuerpo, ya que un cambio en la geometría de uno de ellos implica un cambio en el otro. Por lo tanto se ha desarrollado un soporte con las siguientes características.

La pared del soporte tiene una forma cilíndrica en la parte central para poder ser acoplada fácilmente a elementos cilíndricos de la calle como semáforos, farolas o postes.

El eje inferior sirve para sujetar los ganchos del cuerpo en el soporte. Tiene recortes, también llamados vaciados, para reducir la cantidad de plástico a inyectar, y así hacer posible la fabricación de la pieza. Si estos vaciados no estuvieran presentes, el espesor del plástico en la zona del cilindro sería demasiado grande, aumentando el tiempo de ciclo de la pieza y por tanto su coste.

Para que todas las partes del eje puedan desmoldear, es necesario realizar un recorte en la pared del soporte a la altura de dicho eje.

La parte con perfil triangular se coloca sobre el registro del cuerpo y sirve para facilitar la colocación del cuerpo en el soporte.

Los cuatro orificios que se encuentran en la pared del soporte se utilizan para unir el soporte al semáforo, farola o poste mediante bridas metálicas.

Los agujeros que se encuentran en las paredes laterales del soporte sirven para colocar un eje cilíndrico que une la tapa y el soporte de la papelera. Unos refuerzos en las paredes confieren mayor consistencia a estas.

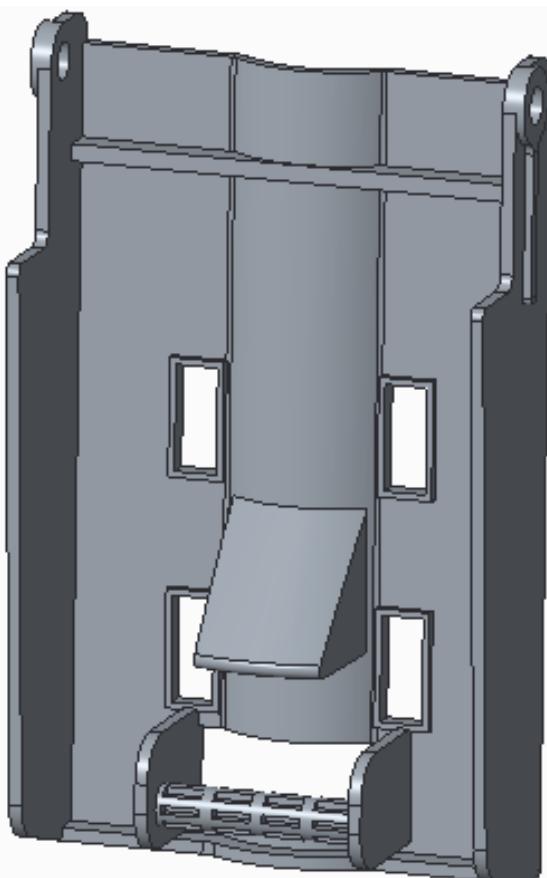


Figura 12.2.1 Vista general del soporte

12. DESARROLLO 3D

12.3 TAPA

La tapa también ha sufrido algunas modificaciones desde el comienzo de esta etapa.

En el frontal tiene un contorno rectangular con unos taladros, para colocar una chapa que sirve de apaga-cigarrillos.

En la parte interna hay un nervio que sirve de registro para colocar el cuerpo en el lugar adecuado.

Finalmente, en la parte trasera, hay unos nervios que se utilizan para alojar el eje que une tapa y soporte.

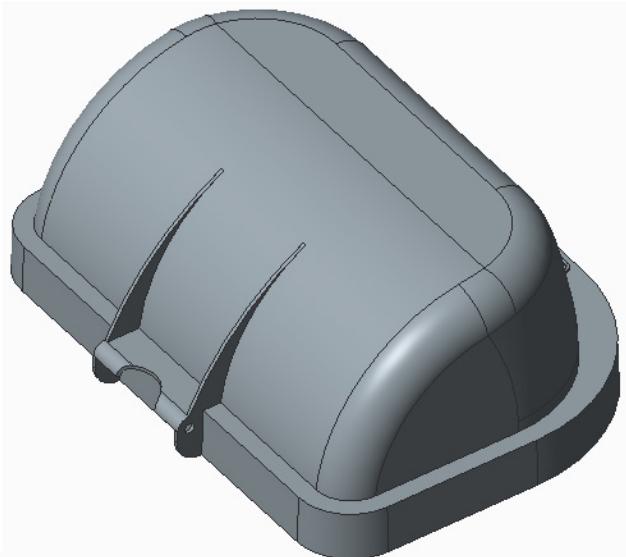


Figura 12.3.1 Vista trasera de la tapa



Figura 12.3.2 Vista frontal de la tapa



Figura 12.3.3 Vista inferior de la tapa



FASE 4

SELECCIÓN DE MATERIAL

ENsayos de INYECCIÓN

INTRODUCCIÓN

ESTUDIO DE BALANCEO DEL CUERPO

ESTUDIO DE INYECCIÓN DEL CUERPO

ESTUDIO DE BALANCEO DE LA TAPA

ESTUDIO DE INYECCIÓN DE LA TAPA

ENsayos de RESISTENCIA

INTRODUCCIÓN

PAPELERA DE 2,5 MM PARA SOPORTE ANTIGUO

PAPELERA DE 2,5 MM PARA SOPORTE NUEVO

PAPELERAS DE ESPESOR 3 MM

SOPORTE

PIEZA AUXILIAR: CLIP

13. SELECCIÓN DE MATERIAL

Tras el estudio de mercado realizado en la primera fase, se observó que la mayoría de las papeleras estaban fabricadas con polietileno de alta densidad (HDPE) y, en algunas ocasiones, se usaba el polipropileno (PP).

En este apartado se van a analizar los diferentes tipos de plásticos y se quiere conocer por qué se suelen escoger los comentados anteriormente para este tipo de productos. Para ello se va a realizar una tabla comparativa en la que los parámetros tendrán distinta importancia.

En el caso de que los valores estén sobredimensionados respecto a lo que se necesita para esta papelera, la puntuación será de cero.

COMPORTAMIENTO

El comportamiento de los plásticos puede ser frágil o tenaz. Se busca un material tenaz que no se rompa con facilidad a temperatura ambiente. Este es un parámetro eliminatorio ya que, además, es previsible que la papelera pueda recibir golpes.

RESISTENCIA A FLEXIÓN

En este caso, se considerará sobredimensionado una resistencia a flexión por encima de los 60 MPa.

- 0 / 20 – 1 punto
- 20 / 30 – 2 puntos
- 30 / 40 – 3 puntos
- 40 / 50 – 4 puntos
- 50 / 60 – 5 puntos
- +60 – 0 puntos (sobredimensionado)

RIGIDEZ

De la misma manera que en el caso anterior, se considerará sobredimensionada una rigidez mayor de 1600 MPa.

- 0 / 500 – 0 puntos
- 500 / 800 – 1 punto
- 800 / 1000 – 2 puntos
- 1000 / 1200 – 3 puntos
- 1200 / 1400 – 4 puntos
- 1400 / 1600 – 5 puntos
- + 1600 – 0 puntos (sobredimensionado)

IMPACTO

Aunque no es una pieza que habitualmente esté sometida a impacto, sí que es previsible que reciba golpes, y se considerará sobredimensionado a partir de 400 J/m.

- 0 / 100 – 0 puntos
- 100 / 200 – 1 punto
- 200 / 300 – 2 puntos
- 300 / 400 – 3 puntos
- + 400 – 0 puntos (sobredimensionado)

HDT

Este parámetro evalúa a qué temperatura el material se empieza a reblanecer. Dado que la papelera estará a la intemperie y un día de verano y al sol se pueden alcanzar en torno a 50º C en el interior de la papelera, se considerará que a partir de 60º C el parámetro está sobredimensionado.

- 20 / 30 – 1 punto
- 30 / 40 – 2 puntos
- 40 / 50 – 3 puntos
- 50 / 60 – 4 puntos
- + 60 – 0 puntos (sobredimensionado)

PRECIO

Se muestra el precio del kilo de plástico.

DENSIDAD

Se muestra la densidad de cada plástico.

13. SELECCIÓN DE MATERIAL

	LDPE	HDPE	PP	PA	PVC RÍGIDO	ABS	PS	SAN	PC
COMPORTAMIENTO	TENAZ	TENAZ	TENAZ	TENAZ	FRÁGIL	TENAZ	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL
RESISTENCIA A FLEXIÓN [MPA]	-	35 (3)	23 (2)	75 (0)		72 (0)			
RIGIDEZ [MPA]	-	1000 (3)	1150 (3)	2600 (0)		2200 (0)			
IMPACTO [MPA]	-	20 - 210 (2)	20 - 100 (1)	30 - 250 (2)		200 - 400 (3)			
HDT [°C]	-	46 (3)	103 (0)	80 (0)		89 (0)			
PRECIO [€/KG]		1,25	1,2	2,4		1,6			
DENSIDAD [G/CM³]		0,95	0,9	1,13		1,05			
TOTAL		11	6	2		3			

Tabla 13.1 Selección del mejor material para la papelera escogida

El material que mayor puntuación ha obtenido ha sido el polietileno de alta densidad (HDPE). Los valores de resistencia a flexión, rigidez, precio y densidad son muy similares para PP y HDPE, sin embargo, la combinación de resistencia a impacto y el valor de HDT, hace que para este producto en concreto, que va a estar a la intemperie, sea mas recomendable fabricarlo en HDPE.

Además las papeleras pueden ir montadas en zonas de climas extremos, con temperaturas bajo cero. En esta situación, el rango de temperatura de trabajo para el HDPE es de -100 a 80°C, mientras que en el caso del PP es más limitada, de 0 a 100°C, haciendo el PE un material más recomendable para este producto que el PP y, de este modo, no hay que preocuparse del lugar geográfico en el que se coloquen las papeleras.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

14.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se van a realizar los ensayos de inyección de los elementos más importantes del conjunto, es decir, la tapa y el cuerpo. [4] [5]

Antes de comenzar con estos ensayos se debe saber qué máquina se ha de utilizar, por lo tanto, primero se deben conocer las dimensiones de la pieza para estimar el tamaño de molde, y ver cual es la máquina necesaria para poder montar ese molde en ella.

Los parámetros de la máquina a considerar en base al tamaño de molde son los siguientes:

- Carrera máxima de apertura de la máquina

Es la máxima distancia que puede abrirse la unidad de cierre para que la pieza pueda salir del molde.

- Carrera máxima de expulsión de la máquina

Es la máxima distancia que pueden moverse los expulsores.

- Espesor mínimo de molde de la máquina

Es lo que ocupa el molde junto con los expulsores y las dos placas de amarre.

- Paso entre columnas de la máquina

Es la distancia entre las dos columnas superiores de la máquina, y entre las cuales debe caber el molde, para montarlo en máquina con puente grúa.

REQUISITOS PARA LA INYECCIÓN DEL CUERPO

A continuación se van a calcular los parámetros necesarios de la máquina según las dimensiones de la pieza (anchura 250 x largura 395 x altura 650):

- Carrera mínima de apertura:

$$2 \times \text{Altura} + 200 \text{ (margen)} = 1500 \text{ mm}$$

- Carrera mínima de expulsión:

$$\text{Altura} + 100 \text{ (margen)} = 750 \text{ mm}$$

No es necesaria tanta distancia si un robot extrae la pieza. Sería suficiente con 100 mm de recorrido de expulsión.

- Espesor mínimo de molde de la máquina:

$$2 \times \text{placas de amarre} + \text{regles} + \text{molde} = 1210 \text{ mm}$$

- Paso mínimo entre columnas de la máquina:

$$595 \times 450 \text{ mm}$$

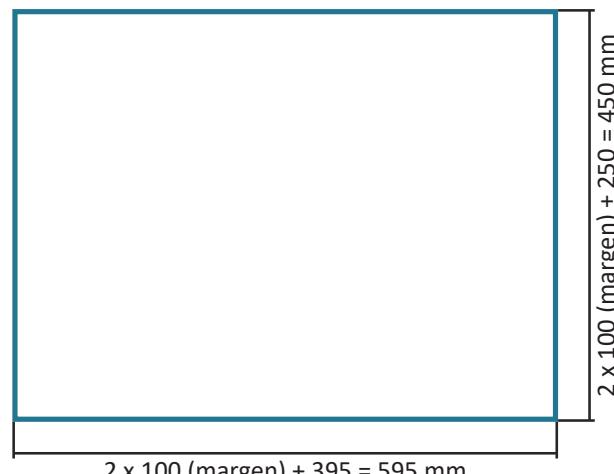


Figura 14.1.1 Planta de la pieza
(paso entre columnas)

En la siguiente imagen se muestra el esquema de un molde convencional para la inyección del cuerpo.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

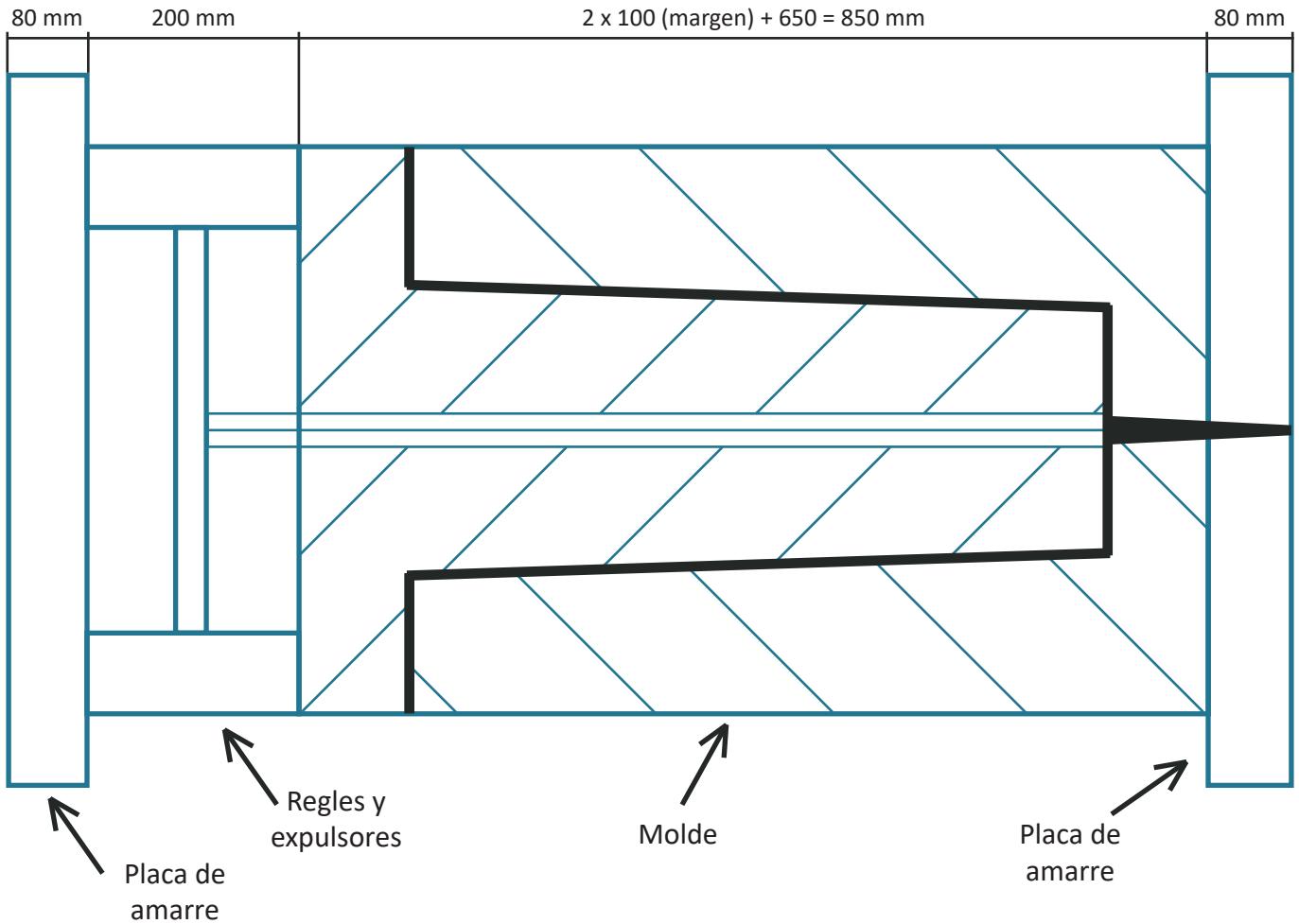


Figura 14.1.2 Molde del cuerpo que muestra el espesor mínimo de molde)

Utilizando los requisitos determinados por el cuerpo se ha escogido la siguiente máquina que cumple todos los parámetros. Es el modelo Astron 1450 SP de Mateu y Solé y tiene las siguientes características:

- Fuerza de cierre: 1450 Tm
- Carrera máxima de apertura: 1500 mm
- Espesor mínimo de molde: 500 - 1400 mm
- Paso entre columnas HxV: 1350 x 1200 mm
- Carrera máxima de expulsión: 300 mm

Esta fuerza de cierre no se podrá superar cuando se inyecte el plástico en el molde.

Para este molde se ha decidido inyectar mediante canal frío, ya que no se necesita que el punto de inyección tenga un perfecto acabado. El canal frío implica el uso de una mazarota que se enfriará y saldrá impulsada junto al cuerpo.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

REQUISITOS PARA LA INYECCIÓN DE LA TAPA

Las dimensiones de la tapa (anchura 335 x largura 433 x altura 170) determinan los parámetros:

- Carrera mínima de apertura:
 $2 \times \text{Altura} + 200 \text{ (margen)} = 540$
- Carrera mínima de expulsión:
 $\text{Altura} + 100 \text{ (margen)} = 270 \text{ mm}$
Igual que para el cuerpo, puede ser menor si la pieza se expulsa con ayuda de un robot.
- Espesor mínimo de molde de la máquina:
 $2 \times \text{placas de amarre} + \text{regles} + \text{molde} = 680 \text{ mm}$
- Paso mínimo entre columnas de la máquina:
 $633 \times 535 \text{ mm}$

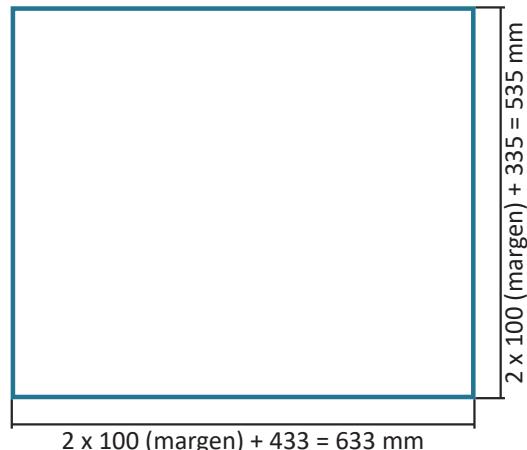


Figura 14.1.3 Planta de la pieza
(paso entre columnas)

A diferencia del caso anterior, para que el punto de inyección no quede visto en la cara estética de la tapa, se debe diseñar un molde invertido. Esto quiere decir que la inyección y la expulsión se realizan desde el mismo lado, el macho. En el esquema se puede observar como ahora la placa expulsora está a la derecha, y una cámara caliente la atraviesa para llegar hasta la cavidad del molde.

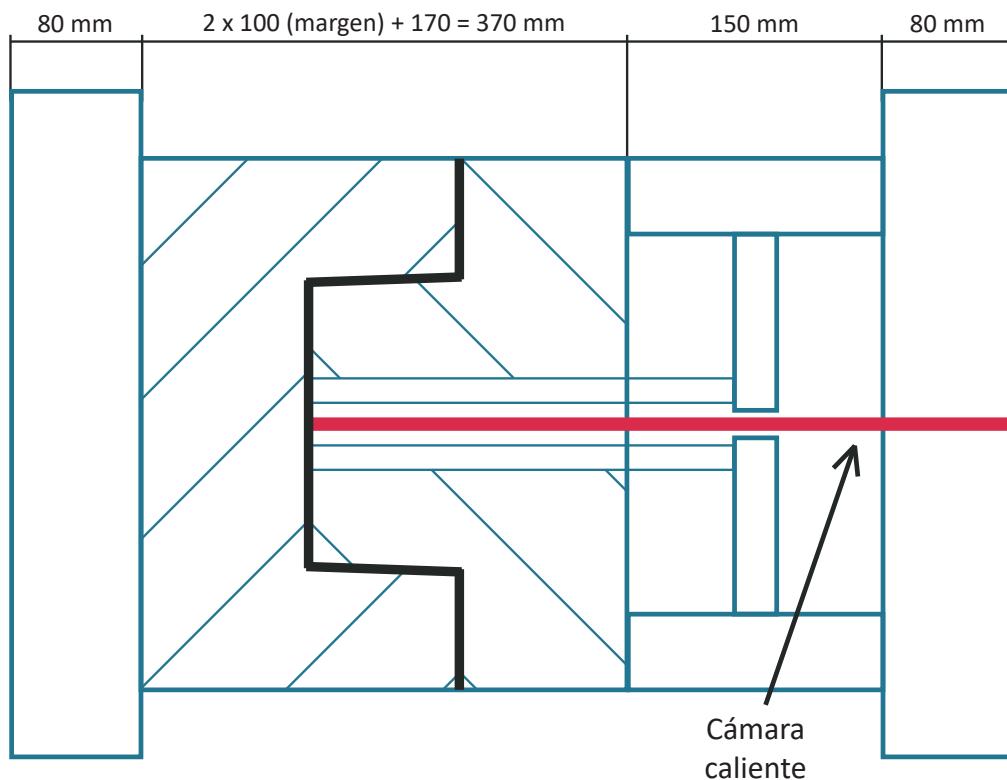


Figura 14.1.4 Molde de la tapa que muestra el espesor mínimo de molde

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

En principio, para inyectar la tapa no se necesita una máquina tan potente ya que la pieza es más pequeña pero como se ha visto anteriormente, el molde se complica y al ser invertido crece en espesor.

La máquina recomendada de Mateu y Solé será la Astron 500 SD II y sus características son las siguientes:

- Fuerza de cierre: 500 Tm
- Carrera máxima de apertura: 800 mm
- Espesor mínimo de molde: 300 - 900 mm
- Paso entre columnas HxV: 820 x 820 mm
- Carrera máxima de expulsión: 210 mm

Una vez conocidas las fuerzas de cierre de cada máquina se puede seguir con el estudio del proceso de inyección.

TIEMPO DE LLENADO

Los tiempos de llenado varían según el tamaño de la pieza del siguiente modo:

- Piezas pequeñas y finas como carcassas de móvil: 0,7 - 1,5 s
- Piezas intermedias: 2 - 5 s
- Cubos de comunitad: 7 - 8 s
- Piezas grandes como contenedores: 16 s

MATERIAL

Todos los casos que se van a calcular van a tener el mismo material, un polietileno de alta densidad, en concreto, ERACLENE MR 80 U, elegido en base al grado que usa habitualmente CONTENUR en sus productos, empresa con la que colabora habitualmente el TIIP.

Este material tiene unos parámetros recomendados por el fabricante a la hora de programar la máquina y son:

- Temperatura de inyección
- Temperatura de molde
- Temperatura de expulsión
- Temperatura máxima

Descripción	Procesamiento recomendado
Temperatura de la superficie del molde	40 C
Temperatura de masa fundida	240 C
Intervalo de temperaturas del molde (recomendado)	
Mínimo	20 C
Máximo	60 C
Intervalo de temperaturas de masa fundida (recomendado)	
Mínimo	220 C
Máximo	260 C
Temperatura absoluta máxima de masa fundida	300 C
Temperatura de expulsión	100 C
Esfuerzo de cizalla máximo	0.2 MPa
Velocidad de cizalla máxima	40000 1/s

Figura 14.1.5 Prámetros recomendados de ERACLENE MR 80

ESPESOR

Las papeleras actuales tienen un espesor de 3 mm. En este caso se ha decidido calcular la inyección con un espesor de 2,5 mm, además de con el de 3, para ver si es posible la inyección y de este modo reducir la cantidad de material usado. En el caso de la tapa también se va analizar la inyección con estos dos espesores.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

14.2 ESTUDIO DE BALANCEO DEL CUERPO

El primer paso para la inyección del cuerpo es conocer el punto desde el cual es más adecuada la inyección. Para esto se va a llevar a cabo un análisis del balanceo observando las presiones y los tiempos de llenado. (Se ha establecido un tiempo de llenado de 3 segundos para comenzar a analizar el cuerpo.)

Cuanto más uniformemente se distribuya el plástico en el molde, la presión será menor. Como se puede observar en la tabla siguiente, la mejor opción es la tercera, ya que es la que tiene las presiones más equilibradas, sin sobrecompactarse ninguna zona. [2] [6] [7]

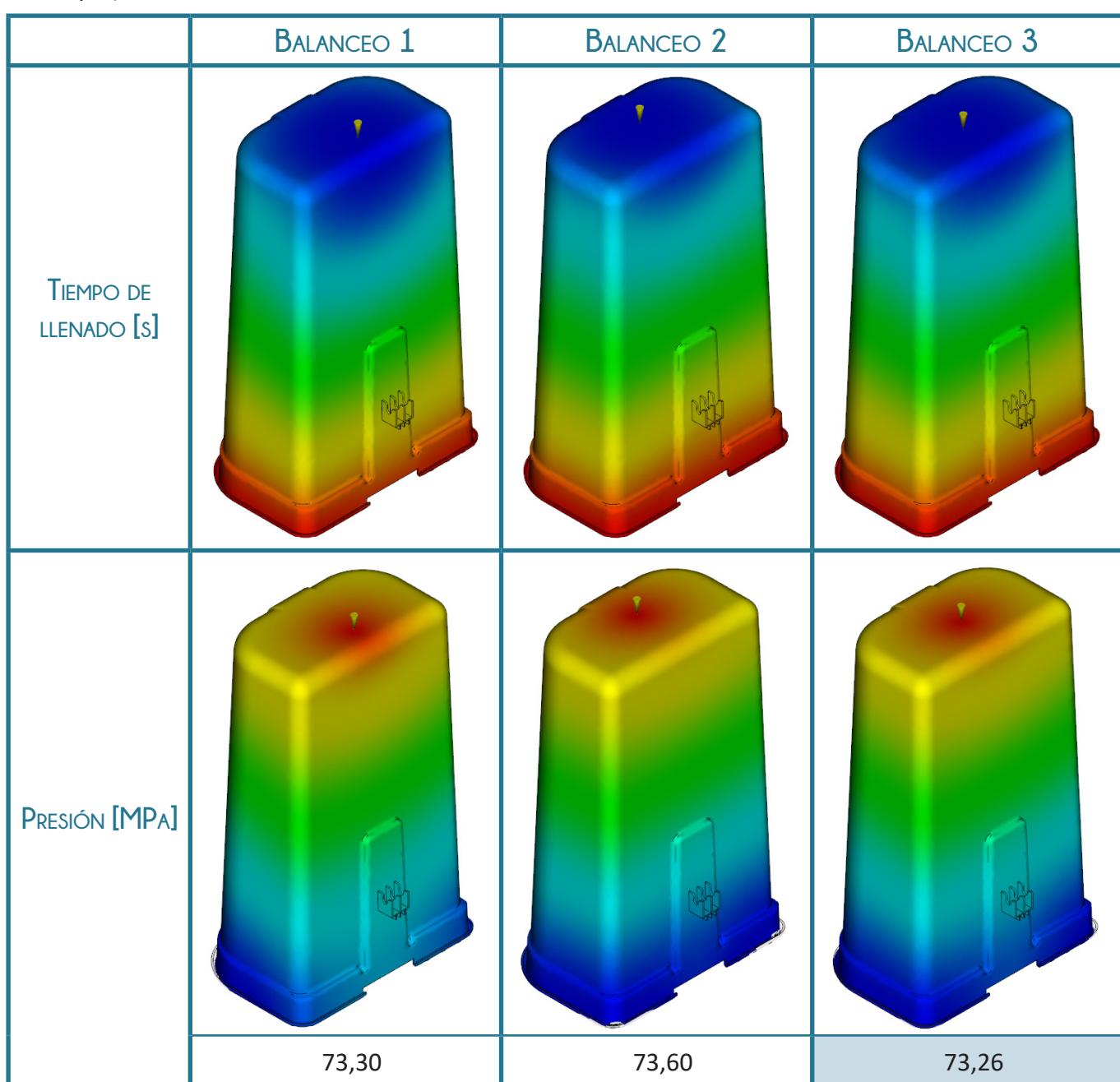


Tabla 14.2.1 Análisis del balanceo del cuerpo observando la presión y el tiempo de llenado

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

14.3 ESTUDIO DE INYECCIÓN DEL CUERPO

Una vez conocido el punto de inyección, se coloca en el cuerpo una mazarota para introducir el material en el molde. Se ha decidido inyectar esta pieza con canal frío ya que la base de la papelera no necesita un perfecto acabado estético (normalmente no se ve esta parte). Además, este método es más barato que si se usaran cámaras calientes.

A continuación, se va a realizar un ensayo que evalúe el llenado y la compactación de la pieza. Se ha decidido establecer una presión de compactación del 80% de la presión de llenado, es decir, 55 MPa aproximadamente. También se va a evaluar con una presión de compactación de 30 MPa y 70 Mpa para comparar resultados.

Además, se ha establecido un tiempo de compactación de 20 segundos que está sobredimensionado para poder calcular después cual será el tiempo de compactación real.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE INYECCIÓN

Los resultados que se van a mostrar son los del caso de un cuerpo de 2,5 mm de espesor y una presión de compactación de 55 MPa. Estos servirán de explicación para la tabla 14.3.3 que contiene los resultados de los seis casos que se van a analizar.

PRESIONES Y FUERZA DE CIERRE

En las siguientes imágenes se puede observar la máxima fuerza de cierre que se necesita para que el molde no se abra, tanto en el proceso de llenado como en el de compactación.

La primera tabla muestra la simulación del proceso de llenado de la pieza. Se puede observar cómo a medida que pasa el tiempo y la pieza se va llenando, la presión y la fuerza de cierre aumentan. El momento de máxima presión y fuerza de cierre coincide con el tiempo en el cual solo queda un 1% de pieza vacío. Este porcentaje se llenará gracias a la compactación. La máxima fuerza de cierre es de 711 Tm. La presión en el llenado es de 131 MPa.

2.251	62.54	93.05	374.76	641.47	U
2.402	66.92	97.53	411.32	643.46	U
2.552	71.27	102.00	448.18	645.51	U
2.702	75.63	106.37	484.70	647.55	U
2.851	79.94	110.54	519.97	649.33	U
3.000	84.26	115.07	559.47	650.91	U
3.151	88.62	119.50	598.79	650.91	U
3.300	92.93	123.81	638.12	650.91	U
3.452	97.27	128.59	684.07	650.91	U
3.516	99.03	131.00	711.06	649.35	U/P
3.526	99.30	55.00	588.86	-105.31	P
3.565	99.94	55.00	405.05	23.31	P
3.567	100.00	55.00	402.12	25.17	Llenado

Tabla 14.3.1 Resultados del proceso de llenado de la pieza junto con la fuerza de cierre

En la segunda tabla se muestra la fase de compactación. En ella se puede ver cómo se mantiene la presión durante el tiempo de compactación definido anteriormente (20 segundos). A partir de ese momento, se deja de aplicar presión. La máxima fuerza de cierre es de 402 Tm.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.567	0.13	55.00	401.75	P
3.976	1.15	55.00	373.73	P
5.976	6.15	55.00	394.91	P
7.726	10.53	55.00	322.63	P
9.726	15.53	55.00	343.36	P
11.726	20.53	55.00	349.95	P
13.476	24.90	55.00	317.69	P
15.476	29.90	55.00	252.29	P
17.476	34.90	55.00	169.44	P
19.226	39.28	55.00	103.73	P
21.226	44.28	55.00	53.23	P
23.226	49.28	55.00	23.19	P
23.516				Presión liberada
23.529	50.03	0.00	17.54	P
25.175	54.15	0.00	4.94	P
30.175	66.65	0.00	0.00	P
35.175	79.15	0.00	0.00	P
40.175	91.65	0.00	0.00	P

Tabla 14.3.2 Resultados de la fase de compactación junto con la fuerza de cierre

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

TIEMPO DE CICLO

En la siguiente imagen se puede observar el tiempo que debe pasar hasta que el cuerpo llegue a la temperatura de expulsión (100°C), es decir, el tiempo necesario para que el cuerpo se enfríe y pueda ser separado del molde por los expulsores. En esta figura se puede ver que la parte de la pieza que tarda más en enfriarse, y también las más gruesas, es la mazarota (31,4 s), ya que ésta es el punto por el que se inyecta el plástico fundido en la pieza. También se puede observar que la mayor parte de la pieza se ha enfriado pasados 12 segundos. Esto se debe a que, como el espesor del material es tan reducido, el plástico se enfriá rápidamente.

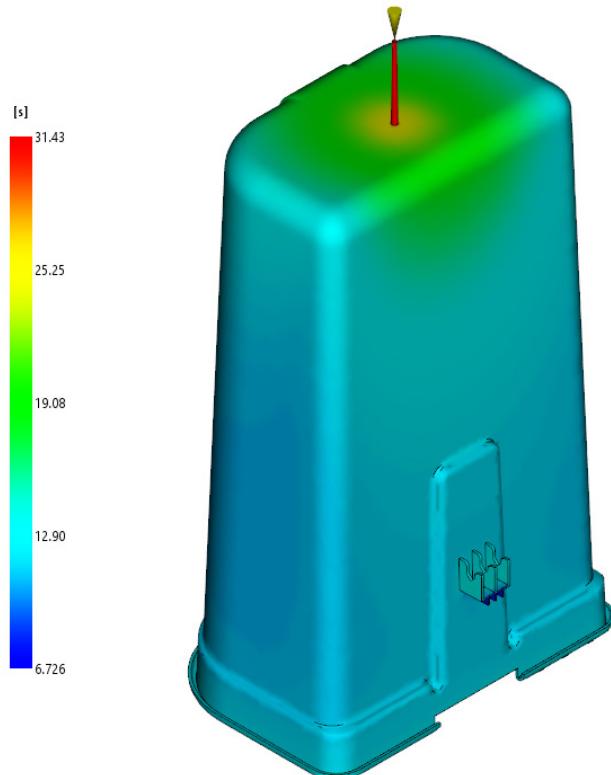


Figura 14.3.1 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión (100°C)

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la presión a lo largo del tiempo, en varios puntos de la pieza, durante el proceso de inyección. Como se puede observar, a los 11 segundos la presión ha desaparecido en la mayoría de los puntos, debido a que el plástico ha solidificado y no se puede introducir más material, o bien la presión programada es baja para mantenerse durante un tiempo largo en puntos alejados de la entrada de material. Esto significa que solo se necesitan 11 s para la compactación, y no 20 como se había establecido en una primera aproximación.

El tiempo de ciclo es la suma de los siguientes tiempos:

$$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{llenado}} + T_{\text{compactación}} + T_{\text{enfriamiento}}$$

$$31,4 \text{ s} = 3 \text{ s} + 11 \text{ s} + T_{\text{enfriamiento}}$$

El tiempo de enfriamiento es el siguiente: $31,4 - 3 - 11 = 17,4 \text{ s}$

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

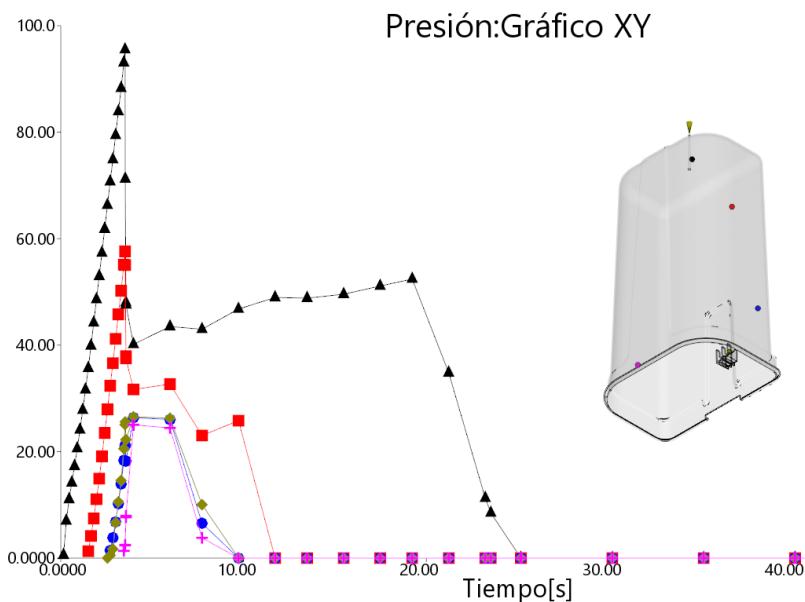
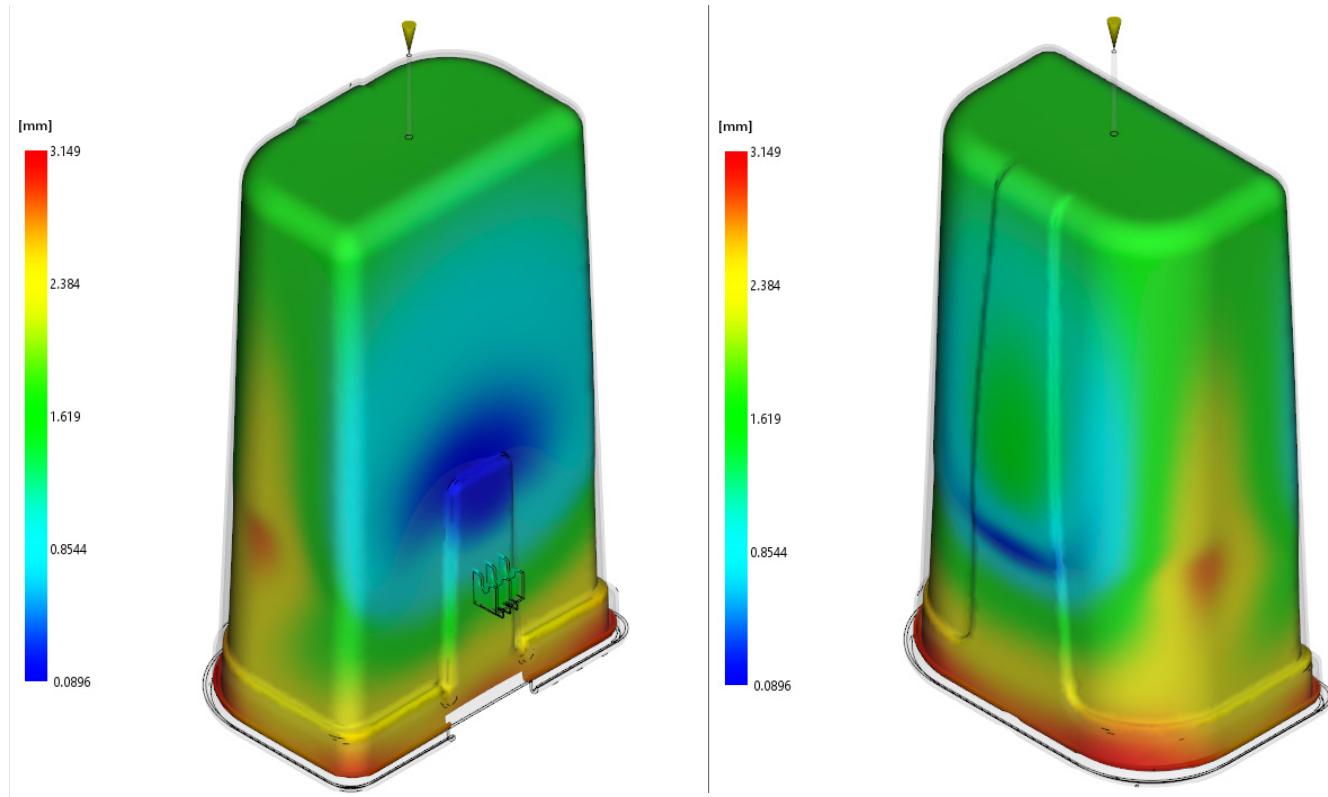


Figura 14.3.2 Gráfico que muestra la presión en distintos puntos de la pieza a lo largo del tiempo

ALABEOS (DEFORMACIONES)

En las siguientes imágenes se pueden ver las deformaciones que ha sufrido la papelera en la simulación de esta inyección. Esta papelera sufre alabeos entre 0 y 3,15 mm lo que no es excesivo. En la parte delantera sufre un abombamiento, pero la parte superior de la papelera y la zona trasera apenas se deforman, lo que es esencial para colocar la tapa y el soporte.



Figuras 14.3.3 y 14.3.4 Deformaciones que ha sufrido el cuerpo

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los 6 casos. El más favorable y con el que se ha decidido continuar ha sido con un cuerpo de espesor 2,5 mm y una presión de compactación de 70 MPa. Es el caso que menores alabeos produce y además tiene un tiempo de ciclo menor.

	30 MPa	55 MPa	70 MPa
ESPESOR 2,5 MM	Presión de llenado: 131 MPa F_c llenado: 711 Tm F_c compactación: 333 Tm T_{ciclo} : 25 s Alabeos: 0,8 - 3,9 mm	Presión de llenado: 131 MPa F_c llenado: 711 Tm F_c compactación: 401 Tm T_{ciclo} : 32 s Alabeos: 0 - 3,1 mm	Presión de llenado: 131 MPa F_c llenado: 711 Tm F_c compactación: 566 Tm T_{ciclo} : 32 s Alabeos: 0,2 - 2,9 mm
ESPESOR 3 MM	Presión de llenado: 100 MPa F_c llenado: 476 Tm F_c compactación: 226 Tm T_{ciclo} : 32 s Alabeos: 0,9 - 3,9 mm	Presión de llenado: 100 MPa F_c llenado: 476 Tm F_c compactación: 452 Tm T_{ciclo} : 34 s Alabeos: 0 - 4,3 mm	Presión de llenado: 100 MPa F_c llenado: 476 Tm F_c compactación: 621 Tm T_{ciclo} : 34 s Alabeos: 0 - 3,5 mm

Tabla 14.3.3 Resultados y comparación de los casos simulados del cuerpo

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

14.4 ESTUDIO DE BALANCEO DE LA TAPA

En el caso de la inyección de la tapa, se han simulado varios casos para conocer cual era el mejor tiempo de llenado y el mejor lugar para inyectar el plástico y se han obtenido los siguientes resultados.

Para un tiempo de llenado mayor, tanto la presión como la fuerza de cierre necesaria son menores. También se puede observar que si se coloca el punto de inyección más cerca de la boca de la tapa, la presión disminuye porque la parte delantera se llena más fácilmente. El inconveniente de colocar el punto de inyección en ese lugar es que el molde está descentrado y, por lo tanto, se necesita un molde más grande y se realiza peor la inyección.

Se observa también en las imágenes, que en el frontal de la pieza se unen los dos frentes de flujo formándose una línea de soldadura. Esta es inevitable debido a la geometría de la pieza.

Por lo tanto, se ha decidido escoger un tiempo de llenado de 2 segundos para que las presiones no sean demasiado elevadas. Además, se ha decidido escoger el molde centrado ya que se necesita una presión de llenado menor y el molde centrado favorece la inyección.

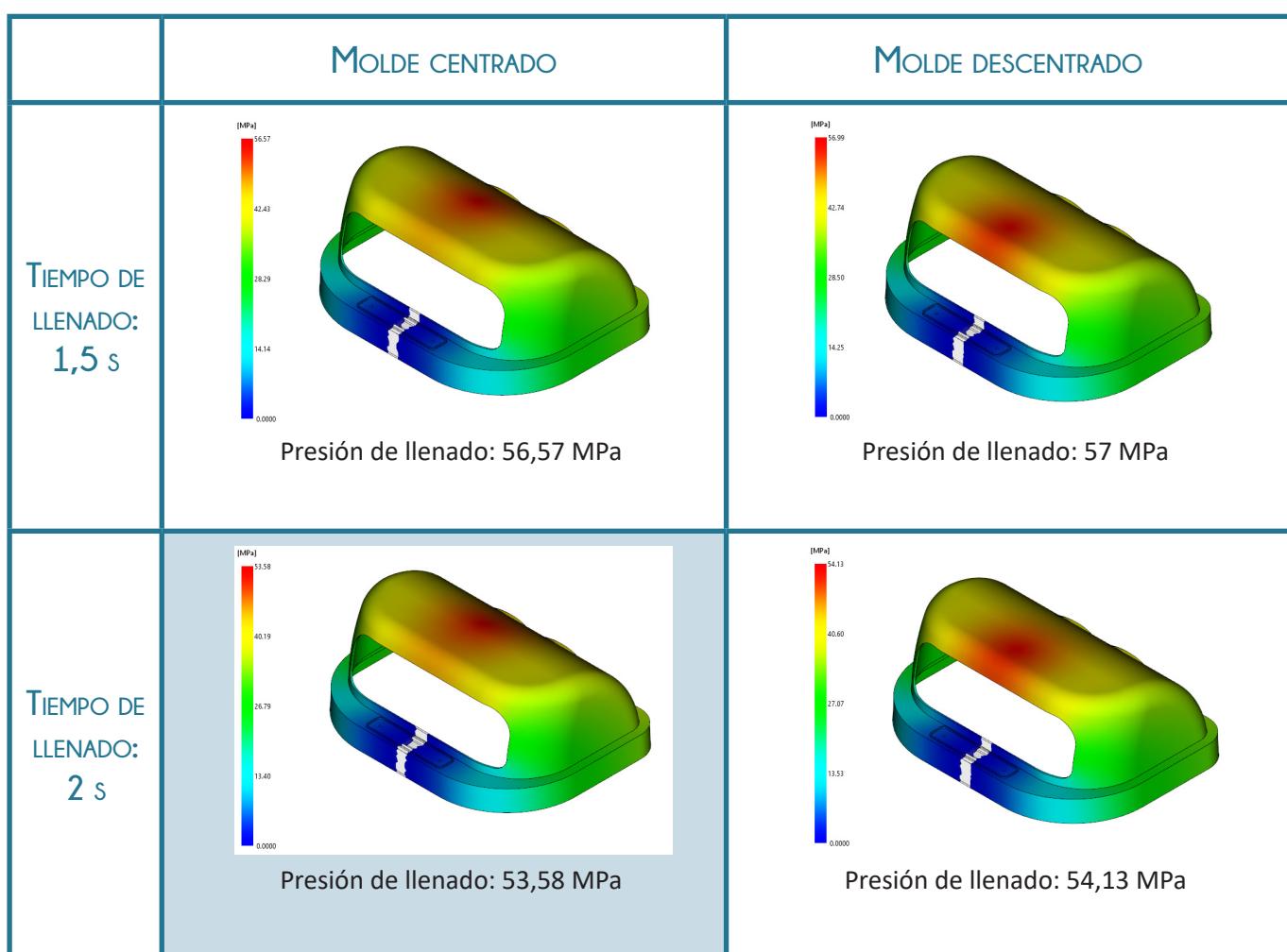


Tabla 14.4.1 Análisis del balanceo de la tapa observando el tiempo de llenado y su colocación en el molde

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

14.5 ESTUDIO DE INYECCIÓN DE LA TAPA

A continuación se va a llevar a cabo el estudio de la inyección de la tapa del mismo modo que se ha realizado con el cuerpo.

En este caso las presiones con las que se va a simular el proceso de compactación son las siguientes: 25 MPa, 43 MPa, 60 MPa y 75 MPa.

Del mismo modo que en el cuerpo, se ha establecido un tiempo de compactación de 20 segundos.

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE INYECCIÓN

Para exemplificar el análisis de la inyección de la tapa, se ha escogido un espesor de 2,5 mm, aplicando una presión de compactación de 43 MPa.

PRESIONES Y FUERZA DE CIERRE

En las siguientes tablas se pueden observar los procesos de llenado y de compactación. La máxima fuerza de cierre es de 627 Tm en el proceso de llenado y de 461 Tm en el proceso de compactación. La presión en el llenado es de 130,8 MPa.

0.701	26.95	75.04	26.25	331.68	U
0.800	31.60	76.49	34.83	332.38	U
0.901	36.28	77.84	43.75	333.04	U
1.002	40.93	79.10	52.93	333.55	U
1.102	45.55	80.31	62.37	333.94	U
1.201	50.12	81.47	72.01	334.35	U
1.301	54.69	82.59	81.75	334.67	U
1.402	59.32	83.77	92.59	334.77	U
1.502	63.89	85.05	104.52	334.82	U
1.600	68.23	87.49	128.14	334.24	U
1.700	72.68	89.94	151.97	334.80	U
1.800	77.11	92.49	177.80	335.34	U
1.900	81.48	95.48	210.25	335.58	U
2.000	85.56	101.63	280.67	336.21	U
2.101	89.35	111.83	398.42	336.22	U
2.200	93.32	120.22	496.77	336.30	U
2.301	97.38	127.79	588.93	336.32	U
2.341	99.02	130.79	627.14	335.61	U/P
2.352	99.42	43.00	556.21	-43.89	P
2.364	99.82	43.00	471.04	-1.56	P
2.366	100.00	43.00	462.24	-0.67	Llenado

Tabla 14.5.1 Resultados del proceso de llenado de la pieza junto con la fuerza de cierre

En la fase de compactación, la fuerza de cierre necesaria se da al comienzo de dicha fase. Obsérvese que la presión de compactación es tres veces menor que la presión máxima de llenado, y se verá posteriormente como la presión en cavidad cae rápidamente. Como consecuencia, también la fuerza de cierre disminuye en poco tiempo.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
2.366	0.06	43.00	461.00	P
4.026	4.21	43.00	309.63	P
6.026	9.21	43.00	288.40	P
8.026	14.21	43.00	206.70	P
10.026	19.21	43.00	292.70	P
12.026	24.21	43.00	177.31	P
14.026	29.21	43.00	113.32	P
16.026	34.21	43.00	63.15	P
18.026	39.21	43.00	30.61	P
20.026	44.21	43.00	15.68	P
22.026	49.21	43.00	7.94	P
22.276	49.84	43.00	7.27	P
22.341				Presión liberada
22.354	50.03	0.00	5.31	P
26.751	61.02	0.00	0.00	P
31.251	72.27	0.00	0.00	P
35.751	83.52	0.00	0.00	P
40.001	94.15	0.00	0.00	P
42.341	100.00	0.00	0.00	P

Tabla 14.5.2 Resultados de la fase de compactación junto con la fuerza de cierre

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

TIEMPO DE CICLO

En este gráfico, en el que se muestra el tiempo que tardan las diferentes partes de la pieza en llegar a la temperatura de expulsión (100°C), se puede ver que la tapa tarda 27 segundos en enfriarse hasta la temperatura indicada. Obsérvese, que en este caso no aparece mazarota en la imagen, dado que se va a llegar hasta la tapa con la cámara caliente del molde invertido, y por tanto, la mazarota no condiciona el tiempo de enfriamiento.

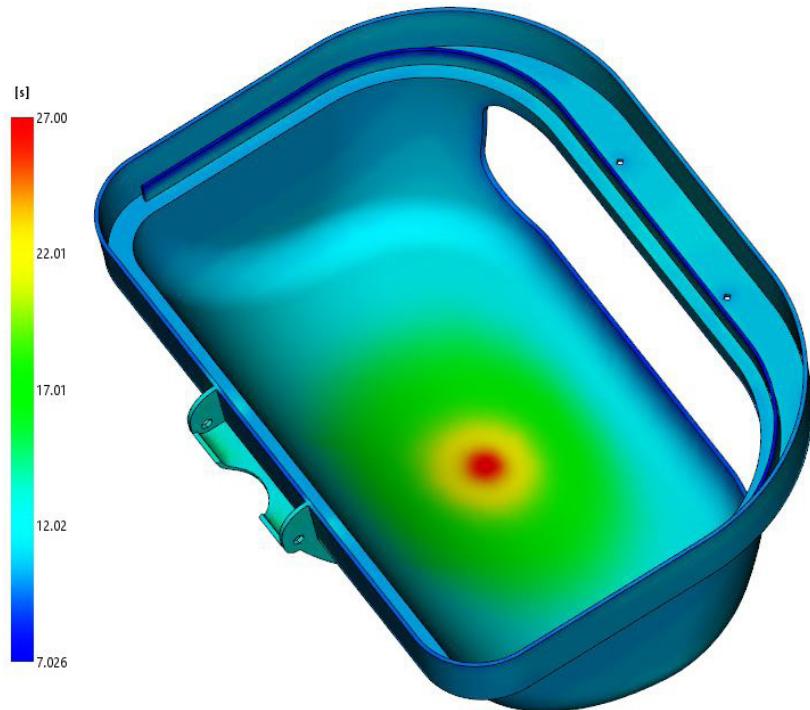


Figura 14.5.1 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión (100°C)

En el siguiente gráfico se puede ver la evolución de la presión en diferentes puntos de la tapa a lo largo del tiempo. Se puede ver que en la mayoría de los puntos, la presión cae pasados 10 segundos, por lo que ese es el tiempo necesario de compactación. En ese momento esos puntos ya están fríos, y no sufren ninguna presión.

El tiempo de ciclo es la suma de los siguientes tiempos:

$$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{llenado}} + T_{\text{compactación}} + T_{\text{enfriamiento}}$$

$$27 \text{ s} = 2 \text{ s} + 10 \text{ s} + T_{\text{enfriamiento}}$$

El tiempo de enfriamiento es el siguiente: $27 - 2 - 10 = 15 \text{ s}$

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

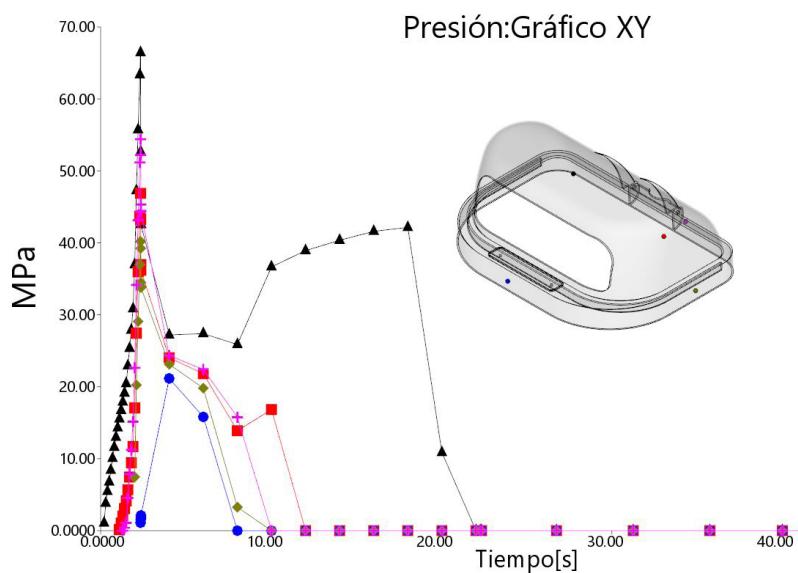
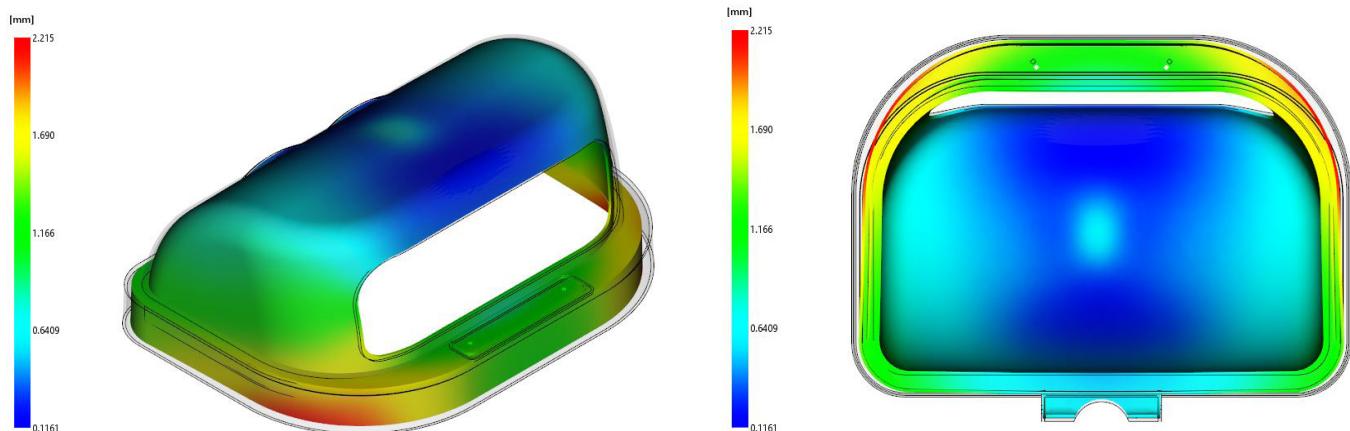


Figura 14.5.2 Gráfico que muestra la presión en distintos puntos de la pieza a lo largo del tiempo

ALABEOS (DEFORMACIONES)

Los alabeos que se producen en este caso son de 0,12 a 2,22 mm. Las máximas deformaciones se producen especialmente en la parte delantera de la base. Por lo tanto, habrá que evaluar si estos alabeos pueden causar problemas a la hora de montar tapa sobre cuerpo.



Figuras 14.5.3 y 14.5.4 Deformaciones que ha sufrido la tapa

14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los 8 casos. Los mejores resultados se obtienen en una tapa de 2,5 mm de espesor y compactaciones altas (60-75 MPa de presión de compactación). Esto se debe a que tiene un menor tiempo de ciclo y los alabeos también son menores.

En el caso de que no se pueda usar cualquier máquina, sino la establecida al comienzo del capítulo, que tiene una máxima fuerza de cierre de 500 Tm, la papelera deberá ser de 3 mm de espesor, dado que en todos los casos de espesor 2,5 mm se supera la fuerza de cierre máxima ya en el llenado. Dentro de los casos de 3 mm de espesor, solo las dos compactaciones más bajas entran dentro del límite de fuerza de cierre en llenado y compactación, siendo el mejor caso el de 43 MPa, ya que da como resultado unos alabeos mejores.

	ESPESOR 2,5 MM	ESPESOR 3 MM
25 MPa	P llenado: 130,8 MPa F_c llenado: 627 Tm F_c compactación: 442 Tm T_{ciclo} : 27,3 s Alabeos: 0,14 - 2,51 mm	P llenado: 112,5 MPa F_c llenado: 426,3 Tm F_c compactación: 295 Tm T_{ciclo} : 27,7 s Alabeos: 0,02 - 2,87 mm
43 MPa	P llenado: 130,8 MPa F_c llenado: 627 Tm F_c compactación: 461 Tm T_{ciclo} : 27 s Alabeos: 0,12 - 2,22 mm	P llenado: 112,5 MPa F_c llenado: 426,3 Tm F_c compactación: 348 Tm T_{ciclo} : 27,5 s Alabeos: 0,03 - 2,5 mm
60 MPa	P llenado: 130,8 MPa F_c llenado: 627 Tm F_c compactación: 530 Tm T_{ciclo} : 27 s Alabeos: 0,06 - 1,65 mm	P llenado: 112,5 MPa F_c llenado: 426,3 Tm F_c compactación: 570,5 Tm T_{ciclo} : 27,3 s Alabeos: 0,08 - 2,63 mm
75 MPa	P llenado: 130,8 MPa F_c llenado: 627 Tm F_c compactación: 725,4 Tm T_{ciclo} : 26,5 s Alabeos: 0,01 - 1,26 mm	P llenado: 112,5 MPa F_c llenado: 426,3 Tm F_c compactación: 765 Tm T_{ciclo} : 26,7 s Alabeos: 0,13 - 2,74 mm

Tabla 14.5.3 Resultados y comparación de los casos simulados de la tapa

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.1 INTRODUCCIÓN

Una vez se han terminado los cálculos de inyección, se van a llevar a cabo los ensayos resistentes. En ellos, se van a analizar las tensiones y desplazamientos de cada una de las piezas, para comprobar que la papelera es capaz de soportar el peso de los residuos. [8]

Para ello, se va a analizar el cuerpo de la papelera con 2 espesores, 2,5 y 3 mm, y también se va a analizar el soporte. En el cuerpo se van a simular dos situaciones que se dan en el uso normal de la papelera: que la papelera se encuentre cerrada, y que la papelera se encuentre abierta lo máximo posible.

Además la papelera se va a simular tanto con soporte nuevo como con soporte antiguo.

A medida que se analicen los diferentes casos que se han enumerado, y en caso de que sea necesario, se llevará a cabo una evolución de las piezas para que estas cumplan unos requisitos mínimos de tensión y desplazamiento.

Las propiedades del material que se ha escogido son las siguientes:

- Módulo de elasticidad: 900 MPa
- Límite elástico: 35 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0,4101

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.2 PAPELERA DE ESPESOR 2,5 mm PARA SOPORTE NUEVO

CASO 1: PAPELERA CERRADA

Para simular que la papelera está cerrada, se han colocado restricciones fijas en el enganche donde se coloca el soporte, y en la parte delantera de la papelera, lo que simula el cierre con la tapa de esta. Estas restricciones fijas establecen puntos del cuerpo que no se pueden mover.

A continuación, se va a calcular la fuerza que se debe aplicar sobre el cuerpo.

Si la papelera se encuentra llena de residuos éstos pesarán 20 kg (la papelera tiene una capacidad de 50 litros y la densidad promedio de los residuos urbanos es de 0,4 kg/dm³).

$$D = m / V$$

$$m = D * V$$

$$m = 0,4 \text{ kg/dm}^3 * 50 \text{ dm}^3$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

La fuerza con la que la Tierra atrae los residuos del interior de la papelera es de:

$$F = m * g = 20 \text{ kg} * 9,8 \text{ N/kg} = 196 \text{ N}$$

Por lo tanto se colocará una fuerza de 200 N en la base del cuerpo.

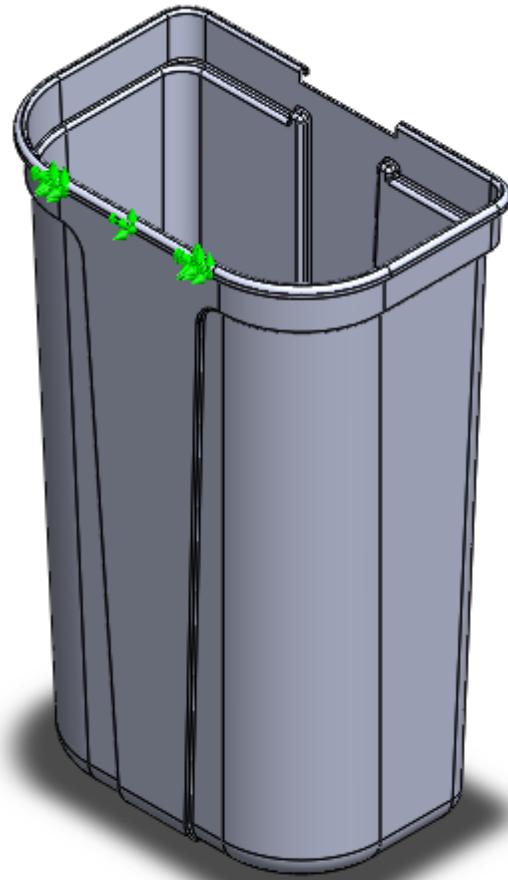


Figura 15.2.2 Restricción de la cerradura

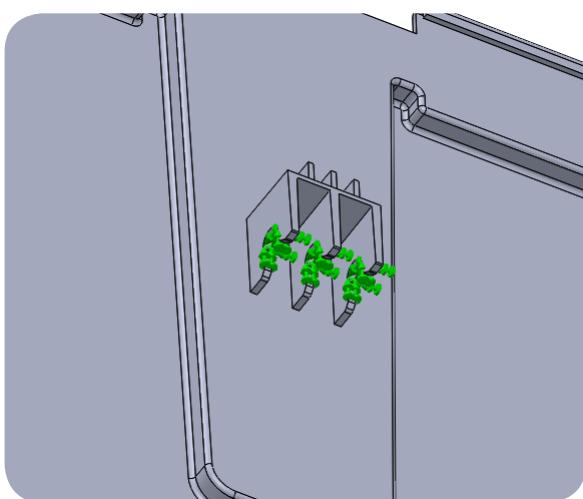


Figura 15.2.1 Restricción en el enganche

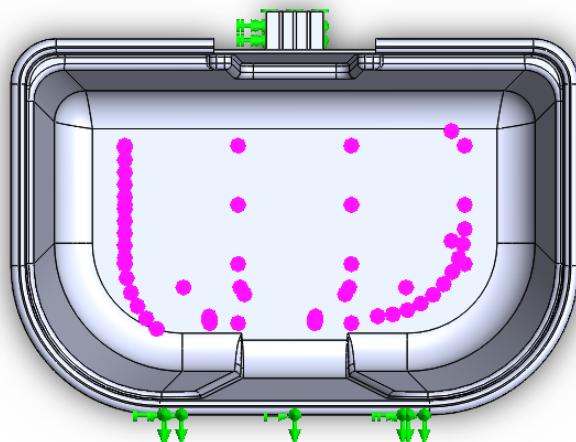


Figura 15.2.3 Fuerza de 200N aplicada en la base

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Al ejecutar el caso, los resultados obtenidos son los siguientes. Se obtiene una máxima tensión de 8,9 MPa en la base y un desplazamiento de 14 mm, en la misma zona. En la zona del enganche, se produce una tensión de 3,55 MPa.

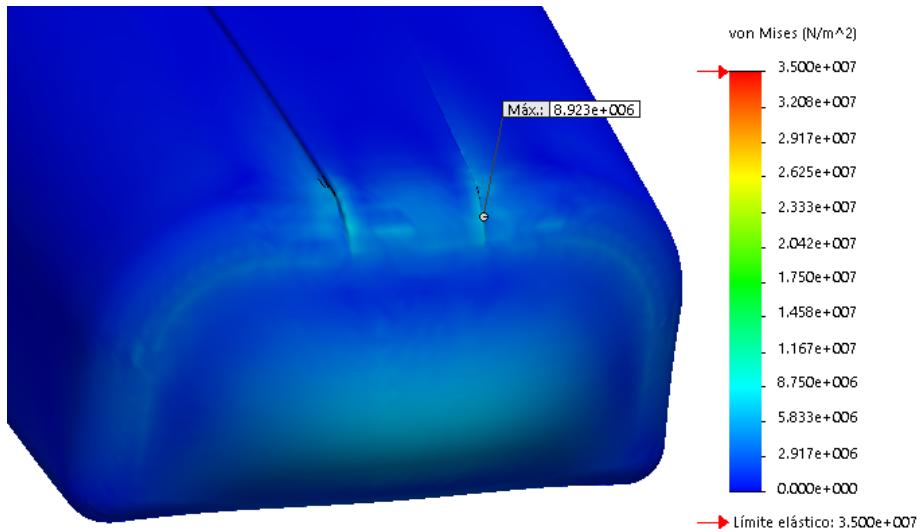


Figura 15.2.4 Gráfica que muestra la tensión en la base del cuerpo

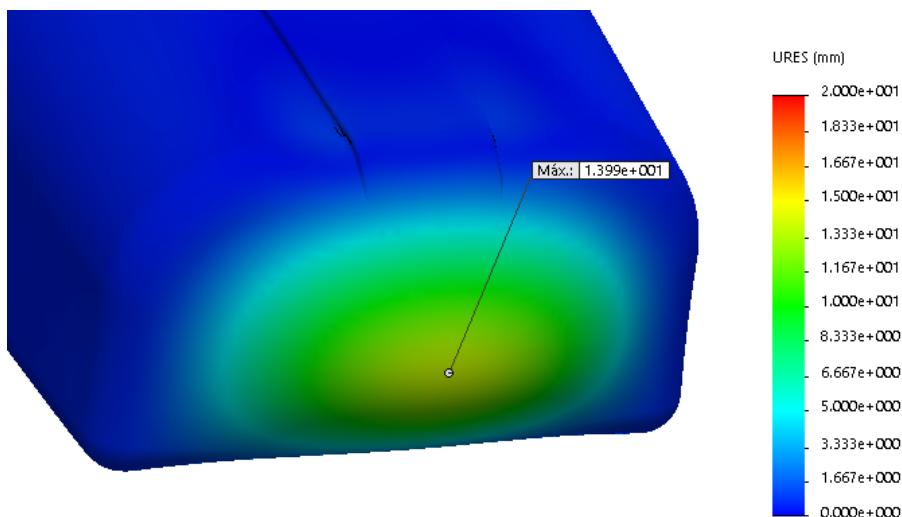


Figura 15.2.5 Gráfica que muestra el desplazamiento en la base del cuerpo

El desplazamiento obtenido se puede mejorar con unos cambios que se llevarán a cabo en la siguiente iteración:

- Redondeos en todas las aristas para evitar la concentración de tensiones
- Rehundido en la base para rigidizarla, y evitar que esta se abombe como ha ocurrido en el caso anterior
- Nervio en la base simulando el contorno de ésta para rigidizarla

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

PRIMERA ITERACIÓN

Además en la primera iteración de este caso, se ha llevado a cabo un control de malla en la zona del enganche, para que los cálculos sean más precisos.

Los resultados obtenidos son, una tensión de 12,33 MPa y un desplazamiento de 2,9 mm. Como se puede observar, el desplazamiento en la base se ha reducido considerablemente gracias a las mejoras realizadas. La máxima tensión se encuentra ahora en la zona del enganche.

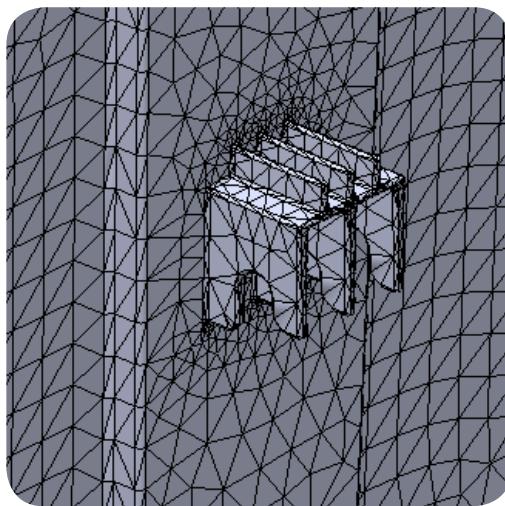


Figura 15.2.6 Control de malla

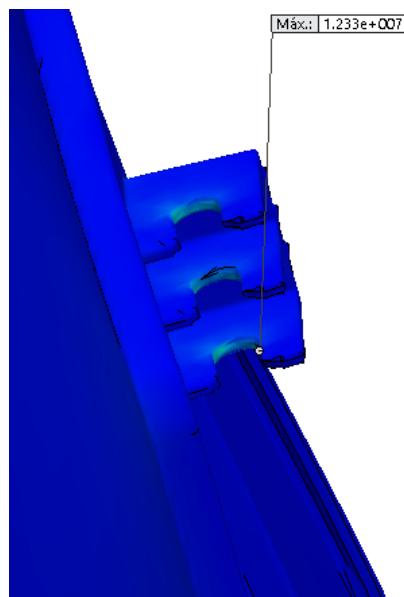


Figura 15.2.7 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

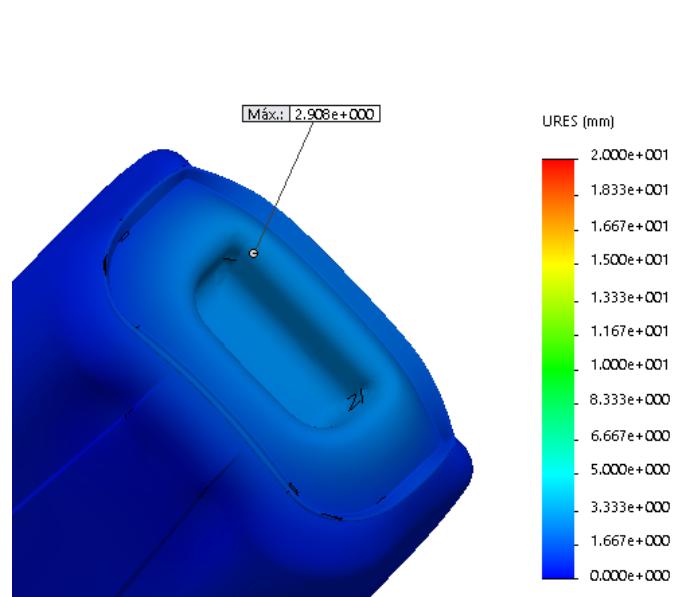


Figura 15.2.8 Gráfica que muestra el desplazamiento en la base del cuerpo

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

SEGUNDA ITERACIÓN

La segunda iteración consiste en disminuir el espesor del enganche para comprobar que con menos cantidad de material, se puede conseguir una tensión menor de 35 MPa que es el máximo permitido por el material elegido.

Se obtiene una tensión de 16,6 MPa y un desplazamiento de 2,95 mm. Por lo tanto, como se cumple con los requisitos, no se van a llevar a cabo más iteraciones con este caso.

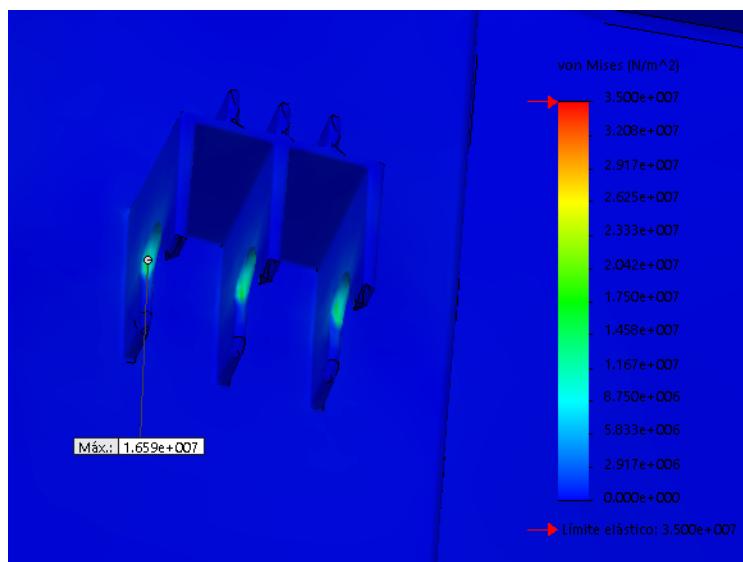


Figura 15.2.9 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

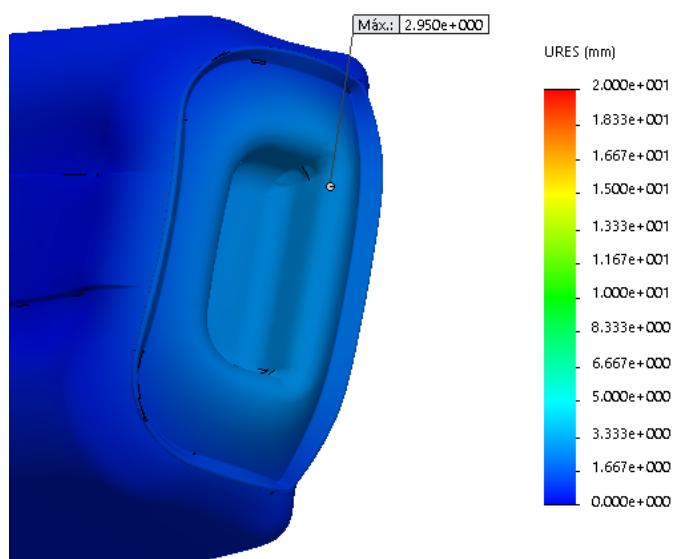


Figura 15.2.10 Gráfica que muestra el desplazamiento en la base del cuerpo

Una vez la papelera ya se ha mejorado lo suficiente, se pasa al siguiente caso, la papelera abierta, para saber si es más restrictivo y se deben hacer más cambios o, en el caso contrario, que solo sea de información para saber que el cuerpo aguanta sin romperse.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

CASO 2: PAPELERA ABIERTA

Cuando la papelera se encuentra abierta, ésta está inclinada unos 8° , tocando la base con el poste.

Para simular que la papelera se encuentra abierta, se ha decidido colocar una restricción en el enganche, igual que en el caso de la papelera cerrada. Además, se añade una restricción en la parte inferior de la papelera, para emular el contacto de esta con el poste. Esto significa que no se puede mover en la dirección perpendicular a la dirección de inclinación.

En cuanto a las fuerzas, como primera aproximación y más restrictiva, se ha decidido colocar la fuerza repartida entre la base y la parte central de la cara frontal. La fuerza es la misma que en el caso anterior, 200 N, en dirección perpendicular al suelo, teniendo en cuenta que la papelera ahora está inclinada 8° .

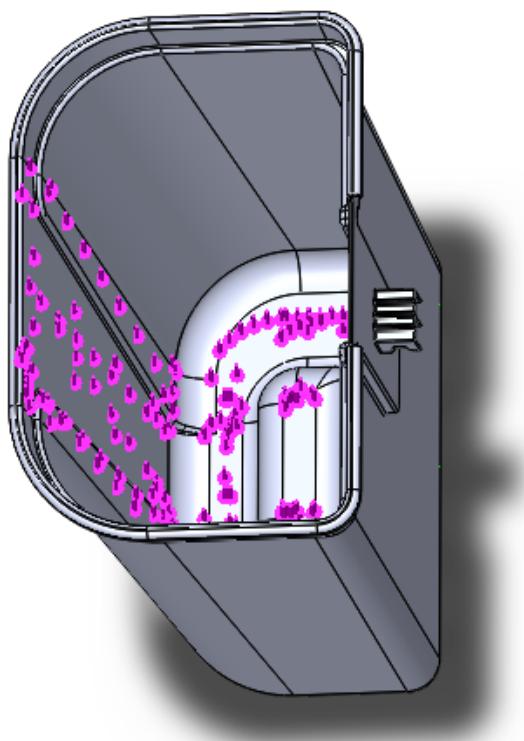


Figura 15.2.11 Fuerza aplicada en la cara frontal y en la base

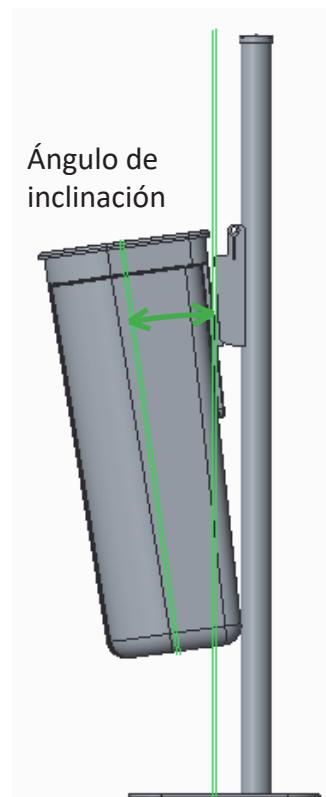


Figura 15.2.12 Máximo ángulo de inclinación del cuerpo

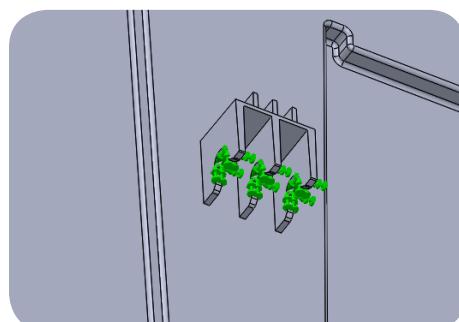


Figura 15.2.13 Restricción en el enganche

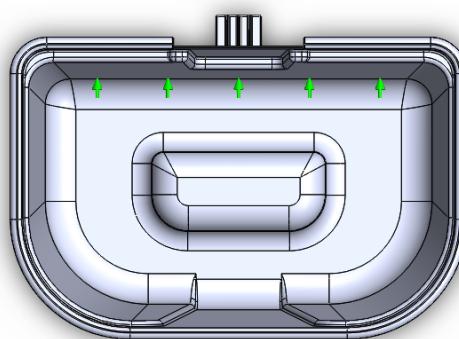


Figura 15.2.14 Restricción debido al contacto con el poste

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Los resultados que se han obtenido con este caso son los siguientes. Una tensión de 47 Mpa en los enganches, por lo que este cuerpo no aguantaría y se rompería. Los desplazamientos son de 62,6 mm en la parte frontal.

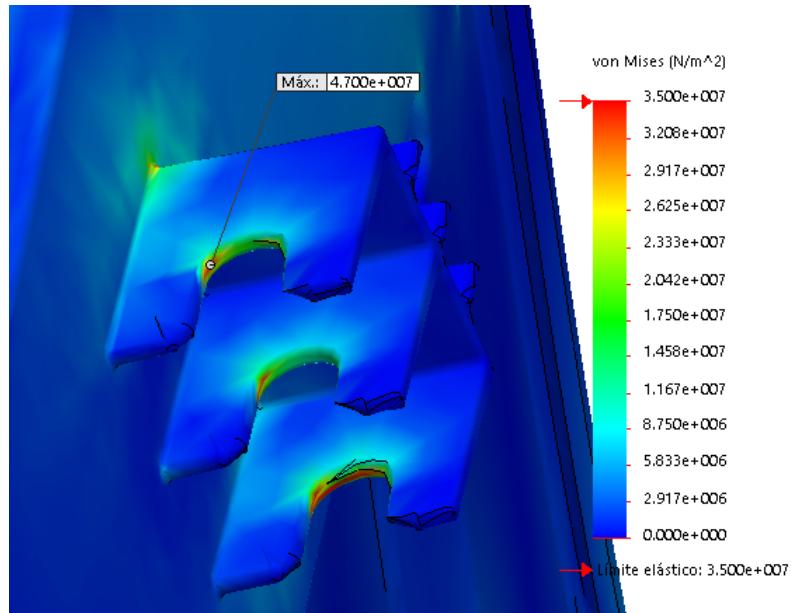


Figura 15.2.15 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

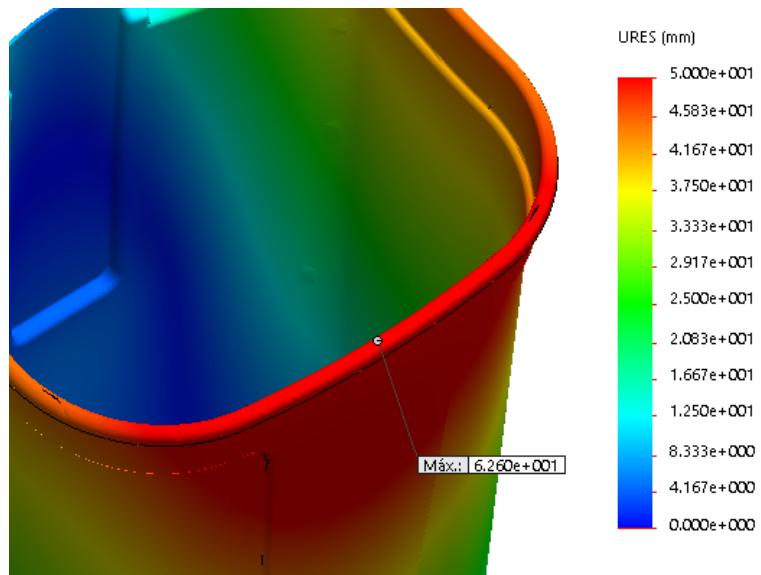


Figura 15.2.16 Gráfica que muestra el desplazamiento en la parte superior del cuerpo

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

PRIMERA ITERACIÓN

La siguiente iteración consiste en añadir un refuerzo en las paredes exteriores del enganche para que haya más superficie de apoyo con el cilindro. No se pueden introducir en los enganches interiores, porque sería imposible desmoldearlos y sacarlos de molde.

La tensión que se ha obtenido es de 34,16 MPa por lo que el cuerpo si que aguanta. El desplazamiento es de 62,64 mm. La máxima tensión se encuentra en la zona del enganche y el máximo desplazamiento en la parte frontal como en la iteración anterior.

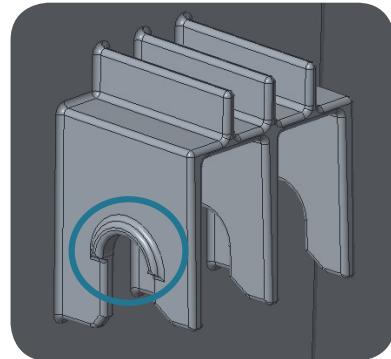


Figura 15.2.17 Refuerzo de la pared lateral del enganche

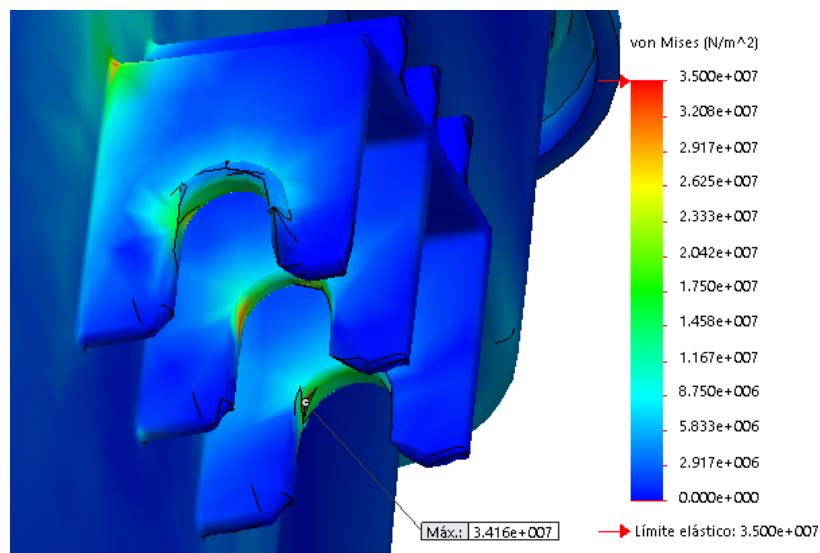


Figura 15.2.18 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

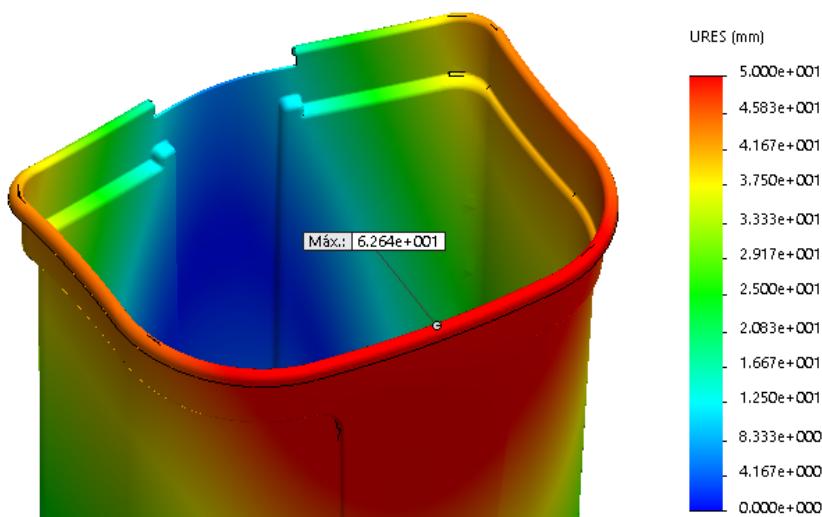


Figura 15.2.19 Gráfica que muestra el desplazamiento en la parte superior del cuerpo

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

SEGUNDA ITERACIÓN

Se ha hecho otra iteración para intentar conseguir un mayor factor de seguridad. En esta iteración se ha aumentado 0,5 mm el espesor del enganche y también el del refuerzo. Se ha obtenido una tensión de 30,27 MPa en el enganche y un desplazamiento de 62,23 mm en la parte frontal.

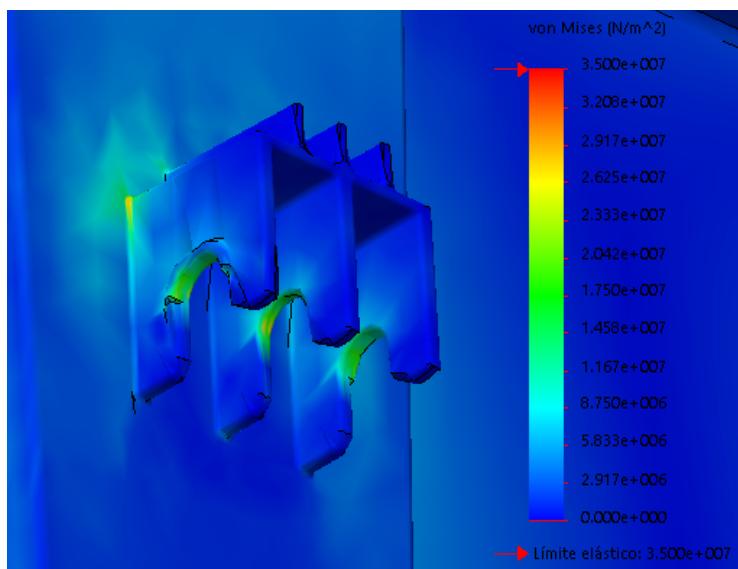


Figura 15.2.20 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

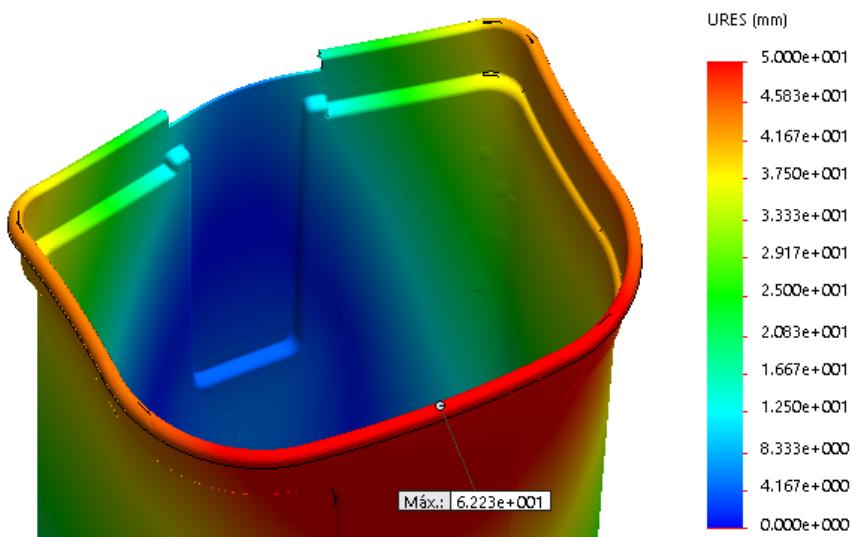


Figura 15.2.21 Gráfica que muestra el desplazamiento en la parte superior del cuerpo

Como se ha comentado anteriormente, se ha propuesto un caso de carga crítica con la carga muy concentrada en el centro de la pared frontal, y sin tener en cuenta que al estar la papelera casi vertical, la fuerza que llega a esta es la de un empuje con distribución triangular. Es decir, que la boca de la papelera se deformaría algo menos de los visto en estos ensayos. A continuación, se va a realizar un caso no tan crítico, en el que la fuerza se reparte en una zona más amplia de la pared frontal, para ver como varían los resultados.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

TERCERA ITERACIÓN

Tal y como se comenta anteriormente, en esta iteración se ha llevado a cabo una redistribución de las fuerzas en la cara en la que debería caer el peso de la papelera. En este caso, la fuerza se coloca tanto en la cara frontal como en sus caras próximas que están redondeadas.

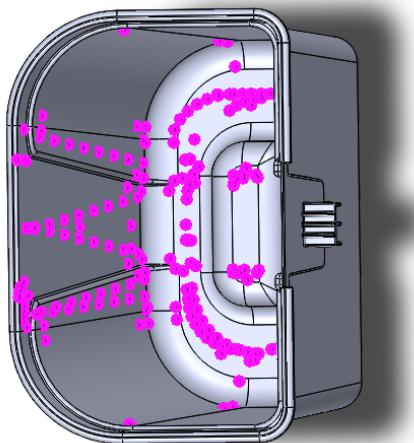


Figura 15.2.22 Redistribución de la fuerza aplicada en el cuerpo

La tensión máxima que se produce en la papelera se encuentra en la zona del enganche y es de 29,65 MPa por lo que se encuentra por debajo del límite elástico. En el caso del desplazamiento, este es de 55,63 mm. La diferencia entre los dos puntos marcados en la parte de arriba del cuerpo es de 15 mm por lo que la cara frontal de la papelera no se deforma excesivamente sino que se acumula lo que se ha deformado en la cara trasera.

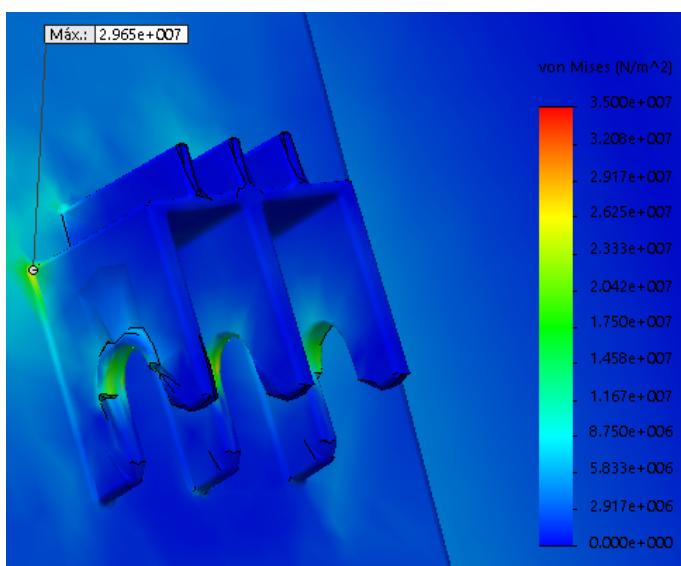


Figura 15.2.23 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

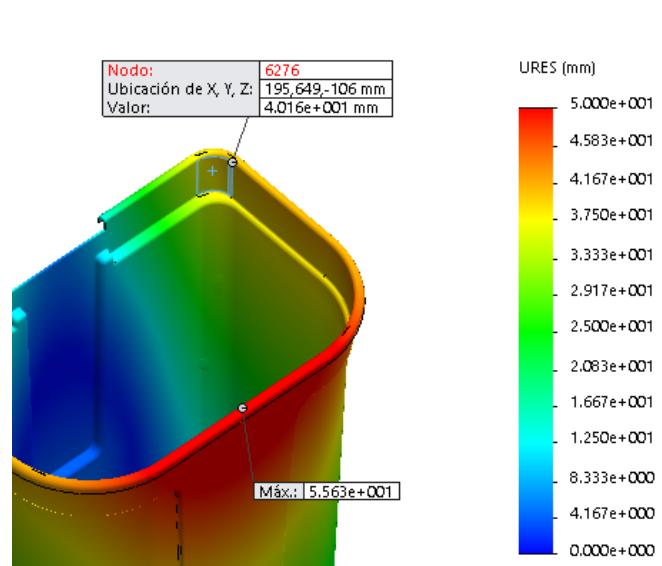


Figura 15.2.24 Gráfica que muestra el desplazamiento en la parte superior del cuerpo

Finalmente, se dan por buenos estos resultados ya que permiten que la papelera no se rompa aunque se deforme ligeramente.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.3 PAPELERA DE ESPESOR 2,5 mm PARA SOPORTE ANTIGUO

CASO 3: PAPELERA ABIERTA

En este caso el ángulo de inclinación de la papelera es mayor, 10,34°.

Se ha tomado la última iteración del cuerpo para soporte nuevo, para comenzar a calcular el cuerpo para el soporte antiguo.

Se han obtenido tensiones mayores de 35 MPa en la zona del enganche por lo que la papelera rompería por esta zona, y por lo tanto, se debe implementar una mejora. En el caso de los desplazamientos, los máximos se obtienen en la parte superior delantera y son de 64,52 mm.

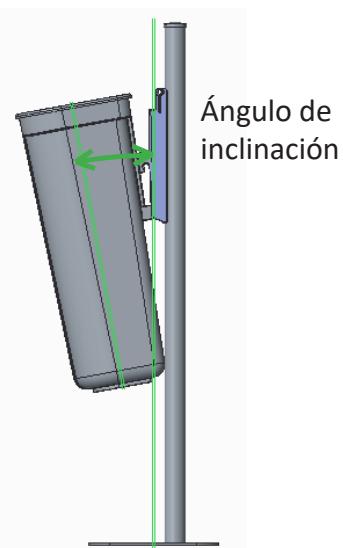


Figura 15.3.1 Máximo ángulo de inclinación del cuerpo

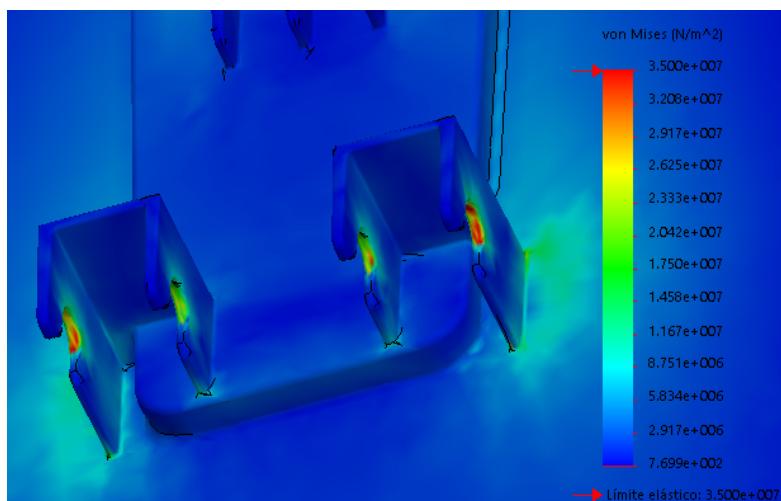


Figura 15.3.2 Gráfica que muestra la tensión en el enganche

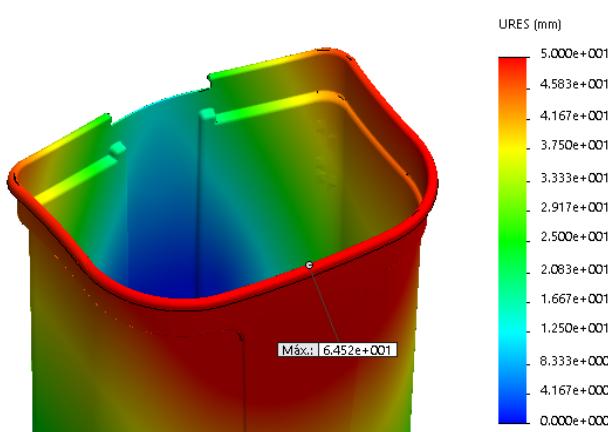


Figura 15.3.3 Gráfica que muestra el desplazamiento en la parte superior del cuerpo

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

PRIMERA Y SEGUNDA ITERACIÓN

A continuación se han llevado a cabo dos iteraciones cambiando las dimensiones del refuerzo de los ganchos y se han obtenido los siguientes resultados. El primer refuerzo tiene 1,2 mm de espesor y el segundo, 1,7 mm.

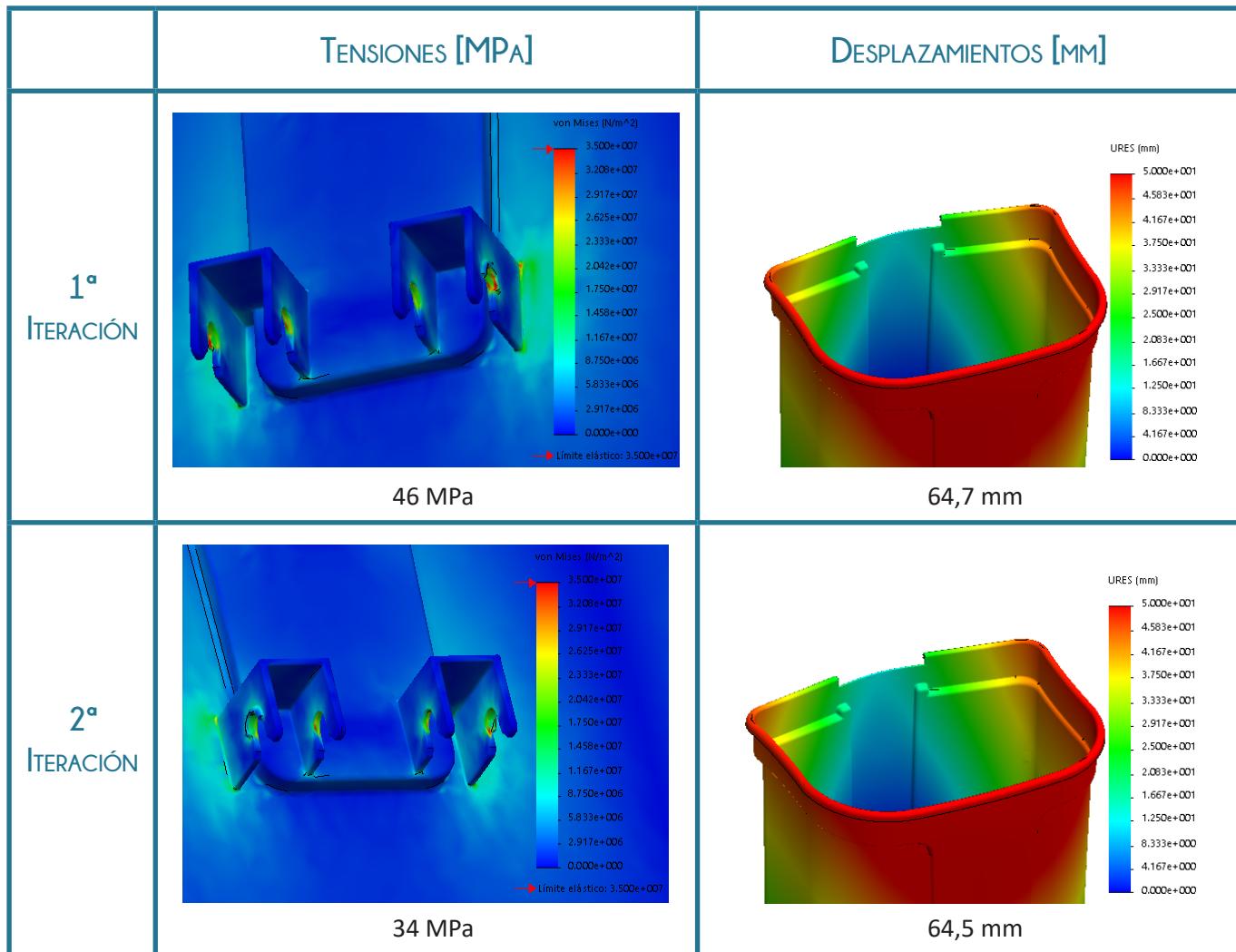


Tabla 15.3.1 Iteraciones del cuerpo para soporte antiguo mostrando las tensiones escaladas a 35 MPa y los desplazamientos

Se puede ver que la segunda iteración tiene una tensión menor que la primera. Sin embargo, el desplazamiento casi no ha variado porque no se han llevado a cabo mejoras para reducir este aspecto. Se ha considerado que no es necesario realizar más iteraciones y que el resultado de la segunda iteración es válido.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.4 PAPELERAS DE ESPESOR 3 mm

Los siguientes casos que se han calculado simulan la papelera abierta, que es el caso más restrictivo, en un cuerpo de 3 mm. Las primeras imágenes son del caso de un cuerpo que se va a colocar en un soporte nuevo, y las segundas, son de un cuerpo para soporte viejo.

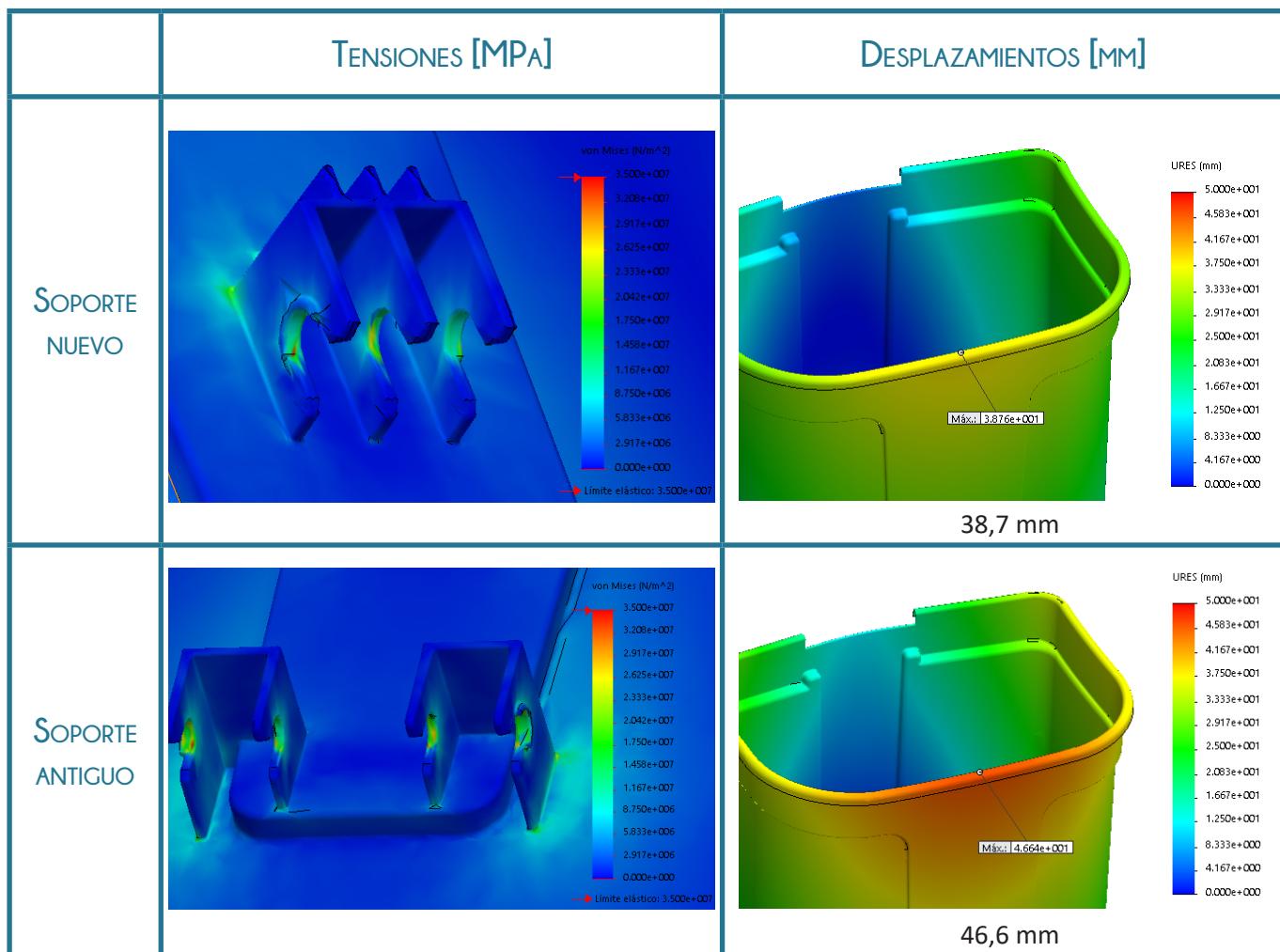


Tabla 15.4.1 Comparación de los cuerpos para soporte nuevo y antiguo mostrando las tensiones escaladas a 35 MPa y los desplazamientos

Los resultados que se han obtenido de las tensiones y los desplazamientos son menores que para el cuerpo de 2,5 mm de espesor. Esto se debe a que el aumento de espesor en el cuerpo provoca un aumento de la resistencia y de la rigidez y, por lo tanto, es menos flexible. Las tensiones se encuentran por debajo de 35 MPa por lo que los cuerpos no se rompen.

Esta papelera es más resistente como cabría esperar, pero al haber conseguido que la papelera de 2,5 mm aguante, se decide elegir este espesor, que reduce costes tanto por materia prima, como por fabricación.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.5 SOPORTE

A continuación se va a llevar a cabo la simulación del soporte, para ello, se le coloca un restricción fija en la parte trasera, que simula la unión al poste. La fuerza se coloca en el cilindro con un valor de 200 N.

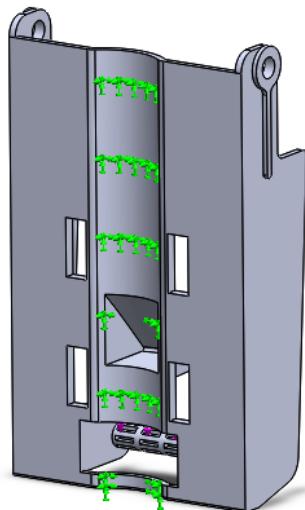


Figura 15.5.1 Restricción debido al poste

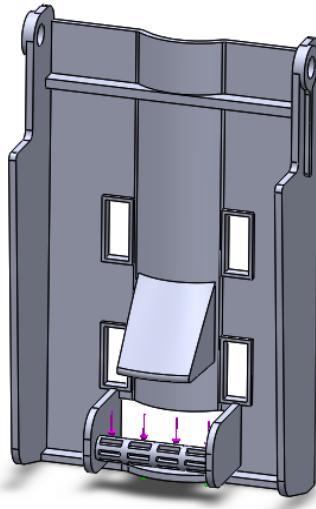


Figura 15.5.2 Fuerza aplicada en el eje

Los resultados que se han obtenido son una máxima tensión de 15,61 MPa y un desplazamiento de 1,25 mm. Las tensiones se concentran en la parte central del cilindro y en las uniones de los nervios con la pared principal.

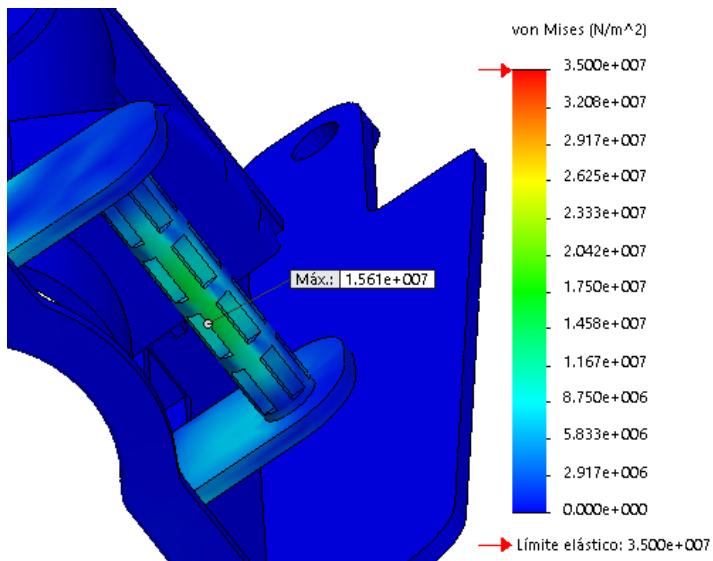


Figura 15.5.3 Gráfica que muestra la tensión en el eje

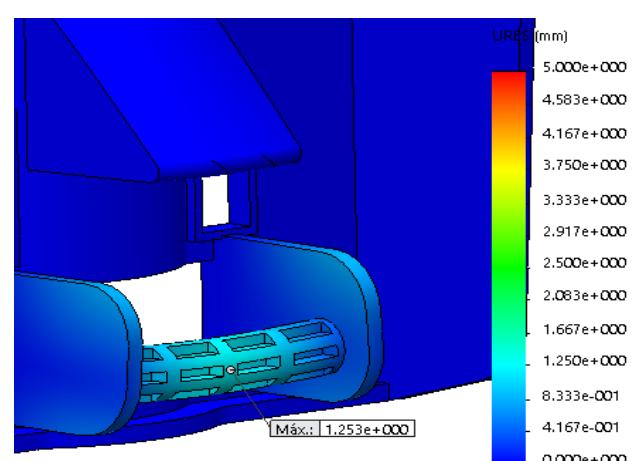


Figura 15.5.4 Gráfica que muestra el desplazamiento en el eje

Los resultados son buenos, pero aún así, se decide realizar pequeñas modificaciones que mejoran el aspecto y rigidez de la pieza, y además se implementan todos los redondeos.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

PRIMERA ITERACIÓN

Una vez que la pieza ha sido redondeada y nervada en la zona del cilindro-eje que es la que soporta el peso, se obtienen tensiones máximas de 27,8 MPa y desplazamientos de 1,04 mm .

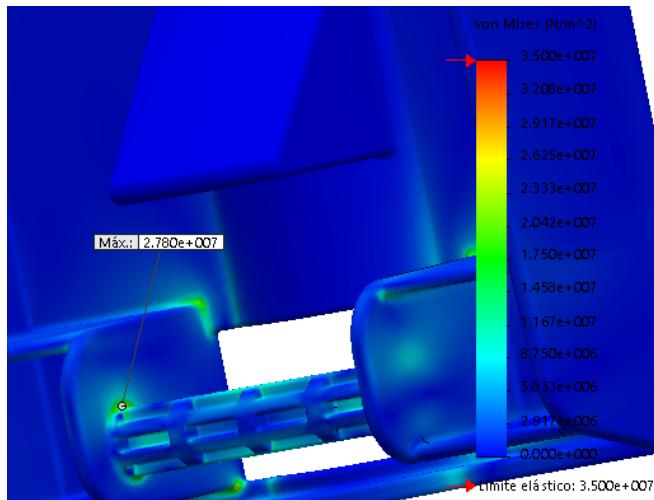


Figura 15.5.5 Gráfica que muestra la tensión en el eje

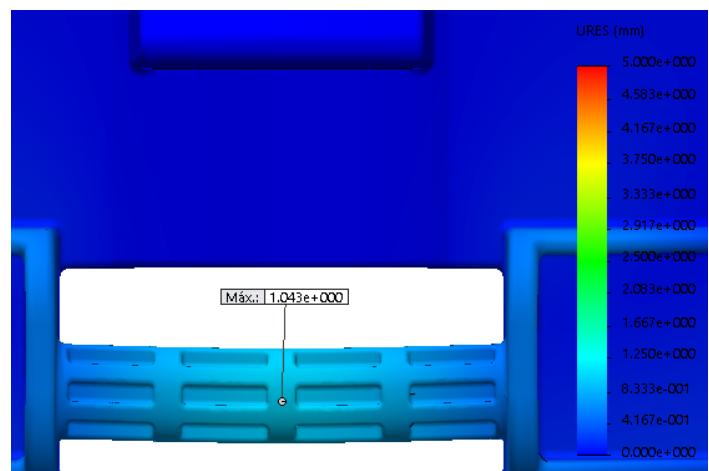


Figura 15.5.6 Gráfica que muestra el desplazamiento en el eje

Estos resultados son los definitivos y no se van a llevar a cabo más mejoras ya que se cumple que el soporte aguantará el peso del cuerpo con un buen factor de seguridad. En la siguiente imagen se pueden ver las zonas con un factor de seguridad menor de 2, son las que se encuentran en rojo. El resto de la pieza tiene un coeficiente de seguridad mayor de 2.



Figura 15.5.7 Coeficiente de seguridad en el soporte

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

15.6 PIEZA AUXILIAR: CLIP

Como se ha visto anteriormente, cabe la posibilidad de que el soporte antiguo monte sobre una pieza adicional que vaya clipada. Para comenzar con el redimensionamiento del clip, se ha fijado la longitud del clip en 11,5 mm debido a las reducidas dimensiones de la pieza y se ha llevado a cabo el cálculo teórico para tener una idea aproximada de sus dimensiones reales. [9]

Los primeros datos que se deben conocer son las dimensiones del clip:

- altura del clip (h)
- profundidad del clip (b)
- altura de la cabeza (H)
- ángulo de la cabeza (α)
- longitud del clip (l)

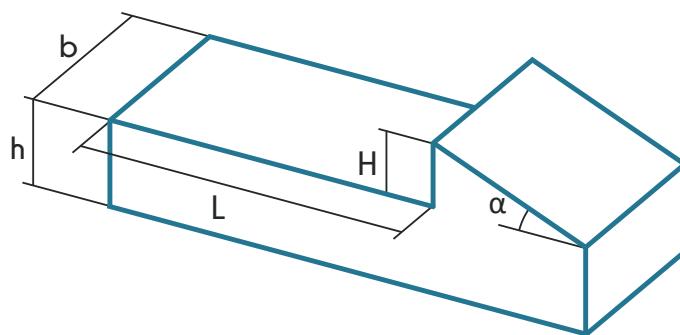


Figura 15.6.1 Parámetros del clip

Cuando se introduce un clip en una pieza aparecen dos fuerzas. Una fuerza se produce por la presión que ejerce la pieza sobre el clip perpendicular al movimiento para que el clip flecte lo suficiente hasta que entre en el agujero (F) y otra se debe a la fuerza de inserción que se debe ejercer para clipar la pieza contra otra (F_e).

A continuación estas fuerzas se descomponen y forman una fuerza normal en la cabeza del clip y una fuerza de rozamiento en esta cara.

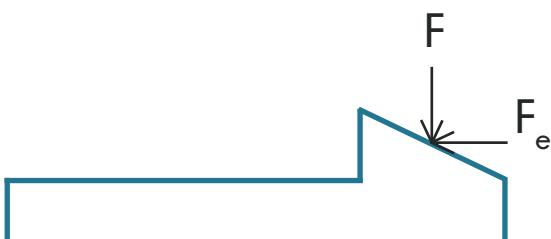


Figura 15.6.2 Fuerzas que se ejercen sobre el clip

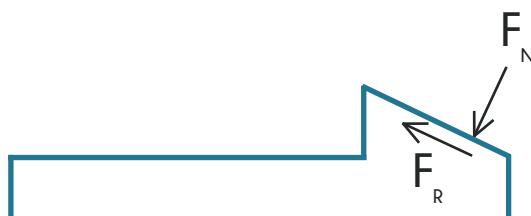
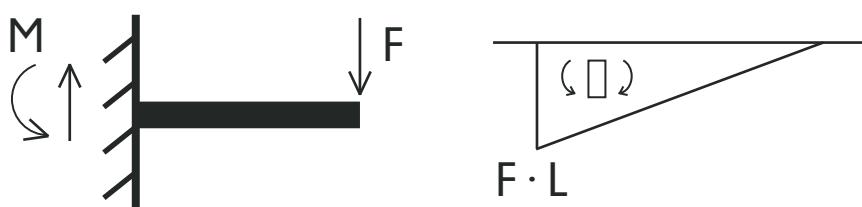


Figura 15.6.3 Fuerzas que aparecen sobre el clip

Por otro lado, el clip cuando es insertado en otra pieza, se comporta como una viga en voladizo. Se van a despreciar las tensiones tangenciales debidas al esfuerzo cortante ya que son mínimas en comparación con las tensiones normales debidas a la fuerza de flexión. Por lo tanto se crea el siguiente diagrama de esfuerzo y su correspondiente fórmula para calcular la tensión.



$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot \frac{h}{2}$$

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Las tensiones en los casos que se van a analizar, siempre deben ser menores de 35 MPa que es el límite elástico del PE. Además se ha escogido realizar los casos con un Módulo de Young (E) de 900 MPa ya que es el que tiene el material con el cual se han simulado los ensayos resistentes. La longitud del clip también está fijada en 11,5 mm porque es la longitud que ha permitido la geometría del clip en el conjunto.

Las fórmulas que se van a utilizar son las siguientes:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

Inercia de la sección rectangular del clip

$$F_M = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot H}{l^3}$$

Fuerza que actúa sobre la cabeza del clip

$$F_e = F_M \cdot \frac{\mu + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \mu \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

Fuerza de ensamblaje

Con todos estos datos, se va a realizar un estudio calculando diferentes casos para conocer cuales son las dimensiones que debería tener el clip, siempre teniendo en cuenta las limitaciones por espacio debido al tamaño de la pieza.

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	σ [MPa]
900	11,5	2	2	7	4,667	16,569	40,832
900	11,5	2	2,25	7	6,645	23,592	45,936
900	11,5	2	2,5	7	9,115	32,362	51,04

Tabla 15.6.1 Fuerza de flexión y tensión en el clip para distintos valores de h (espesor del clip)

Se selecciona h=2 mm para el cálculo de la siguiente tabla.

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	σ [MPa]
900	11,5	1,5	2	7	4,667	12,427	30,624
900	11,5	2	2	7	4,667	16,569	40,832
900	11,5	2,5	2	7	4,667	20,712	51,04

Tabla 15.6.2 Fuerza de flexión y tensión en el clip para distintos valores de H (altura del resalte)

En estas tablas se pueden ver los resultados de los casos analizados. Siempre se busca la menor fuerza posible, además de mantener una tensión por debajo del límite elástico.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

En la siguiente tabla se puede ver como variando la anchura del clip, la tensión no varía pero sí que varía la fuerza. Por lo tanto ahora se van a llevar a cabo otros casos analizando la fuerza de ensamblaje que se necesita para colocar el clip. Para ello, se ha establecido un rozamiento de 0,25 y un ángulo de la cabeza del clip de 30° como se describe en [9].

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	σ [MPa]
900	11,5	1,5	2	5	3,333	8,876	30,624
900	11,5	1,5	2	6	4	10,652	30,624
900	11,5	1,5	2	7	4,667	12,427	30,624

ROZAMIENTO	α	$\operatorname{tg} \alpha$	b [mm]	I	F [N]	Fe [N]	Fe [kg] X 4
0,25	30	0,524	5	3,333	8,876	8,583	3,433
0,25	30	0,524	6	4	10,652	10,299	4,12
0,25	30	0,524	7	4,667	12,427	12,016	4,806

Tabla 15.6.3 Iteraciones para calcular las dimensiones finales del clip

Finalmente, se ha multiplicado la fuerza de ensamblaje por cuatro ya que la pieza de clipado tiene 4 clips. Se ha escogido la anchura del clip de 7 mm ya que 4,8 kg de fuerza de ensamblaje entra dentro de lo normal.

Por lo tanto, las dimensiones finales del clip son las siguientes:

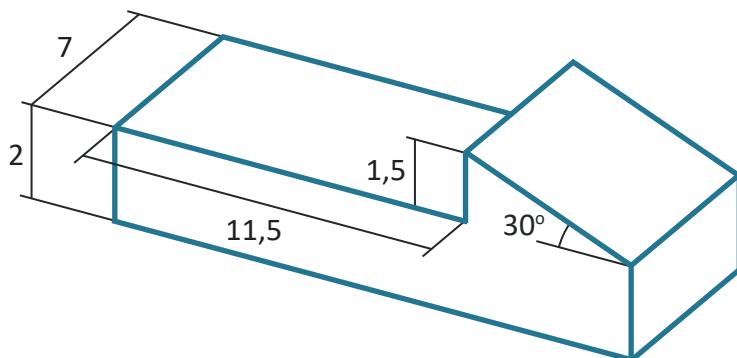


Figura 15.6.4 Dimensiones finales del clip

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

A continuación se va a realizar una simulación en SOLIDWORKS mediante elementos finitos para comprobar que los cálculos son correctos. Primero se coloca una restricción fija en la parte en la cual continuará la pieza. Después, se coloca una fuerza en la arista del mismo valor que se obtiene en los cálculos teóricos, 12,427 N.

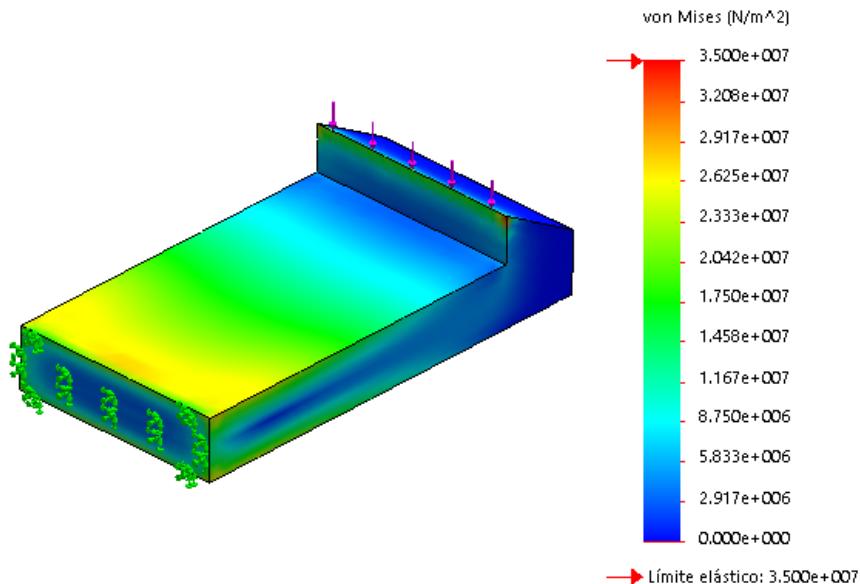


Figura 15.6.5 Gráfica que muestra la tensión en el clip rectangular

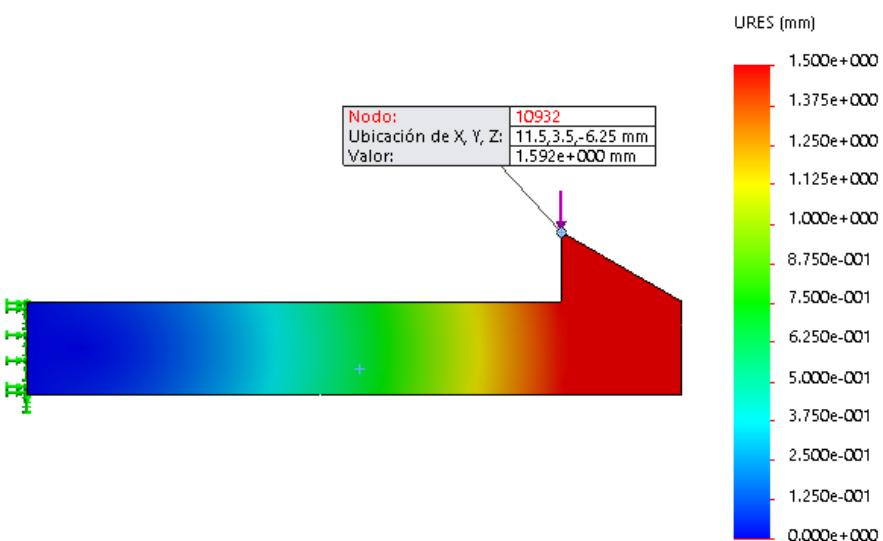


Figura 15.6.6 Gráfica que muestra el desplazamiento en el clip rectangular

Los resultados que se han obtenido son similares. Se obtienen tensiones por debajo de los 35 MPa por lo que el clip no se rompe y los desplazamientos se encuentran entre 1,5 y 1,6 mm en la arista. Por lo tanto, los cálculos teóricos que se habían hecho a mano eran correctos.

Los clips que finalmente se van a implementar en la pieza auxiliar serán circulares, ya que es más sencillo taladrar alojamientos circulares en la papelera, que mecanizar alojamientos rectangulares. Por ello, y partiendo de los datos de un clip rectangular, se va a realizar un cálculo aproximado de las dimensiones del clip circular.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Como primera hipótesis, se decide mantener la misma fuerza de flexión y de ensamblaje para poder calcular las dimensiones del clip circular. El hecho de mantener la misma fuerza nos permite conocer el radio del clip gracias a la siguiente formula:

$$H = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad \frac{F_{rect} \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_{rect}} = 1,5 = \frac{F_{circ} \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_{circ}}$$

Por lo tanto, si las fuerzas son iguales, las inercias también lo serán.

$$I_{rect} = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = \frac{1}{12} 7 \cdot 2^3 = 4,667 \quad I_{circ} = 0,110 \cdot r^4 [9]$$

El radio que se obtiene para el clip semicircular es de 2,55 mm, pero ha de tenerse en cuenta, que para el montaje, debe existir holgura entre los dos clips semicirculares, al menos dos veces la altura del resalte. Si esto es así, y se deja un hueco de 3,5 mm, la sección circular disminuye considerablemente, y por tanto, para ganar inercia en la sección, será necesario aumentar el diámetro de este clip semicircular.

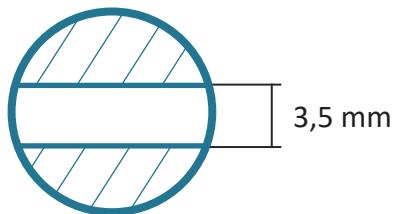


Figura 15.6.7 Corte transversal del clip circular

En la siguiente tabla, se muestran los valores de área e inercia de la sección para distintos diámetros de clip, resultando, que la que más se acerca a los datos del clip rectangular es la de 8 mm de diámetro, con un área de 11,59 mm² y una inercia 4,04 mm⁴.

DIÁMETRO	ÁREA	INERCIA
7,5	9,46	2,62
8	11,59	4,04
8,5	13,93	6,05
Rectangular	14	4,66

Tabla 15.6.4 Iteraciones para calcular el clip circular

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

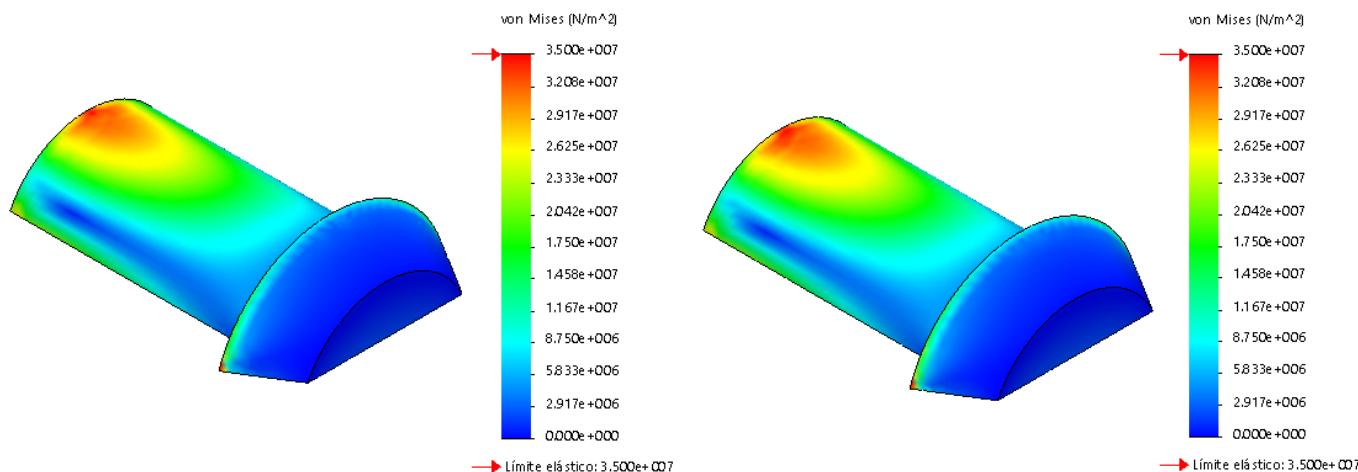
Una vez se sabe que el diámetro del clip se debe encontrar entre 8 y 8,5 mm se vuelven a realizar estos cálculos de manera más precisa.

DIÁMETRO	ÁREA	INERCIA
8,1	12,044	4,42
8,2	12,504	4,79

Tabla 15.6.5 Iteraciones para calcular el clip circular

Como con un clip de diámetro 8,2 mm la inercia ya supera la inercia del clip rectangular, no se realizan más cálculos. A continuación, se realiza un ensayo resistente para comprobar esta dos medidas.

Teniendo un clip de 8,1 mm de diámetro se necesita realizar una fuerza de 11N para obtener un desplazamiento de 1,5 mm. En el caso de que el diámetro sea de 8,2 mm, se necesita una fuerza de 11,8 N. Se ha decidido escoger el clip con diámetro de 8,1 mm ya que en el ensayo resistente, se obtienen menores tensiones.



Figuras 15.6.8 y 15.6.9 Gráficas que muestran la tensión y el desplazamiento en el clip circular: a la izquierda, clip circular con diámetro de 8,1 mm; a la derecha, clip circular con diámetro de 8,2 mm.

15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Una vez conocidas las dimensiones del clip circular se ha llevado a cabo el redimensionamiento del clip en el modelo 3D de la pieza.

Para ello se ha realizado un cambio en la geometría de la misma teniendo en cuenta el desmoldeo de esta, sus ángulos de desmoldeo y los redondeos.

Se ha pensado retranquear la pared en la que se encuentran los clips para ganar espacio. El resultado de estos cambios se muestra en las siguientes figuras.

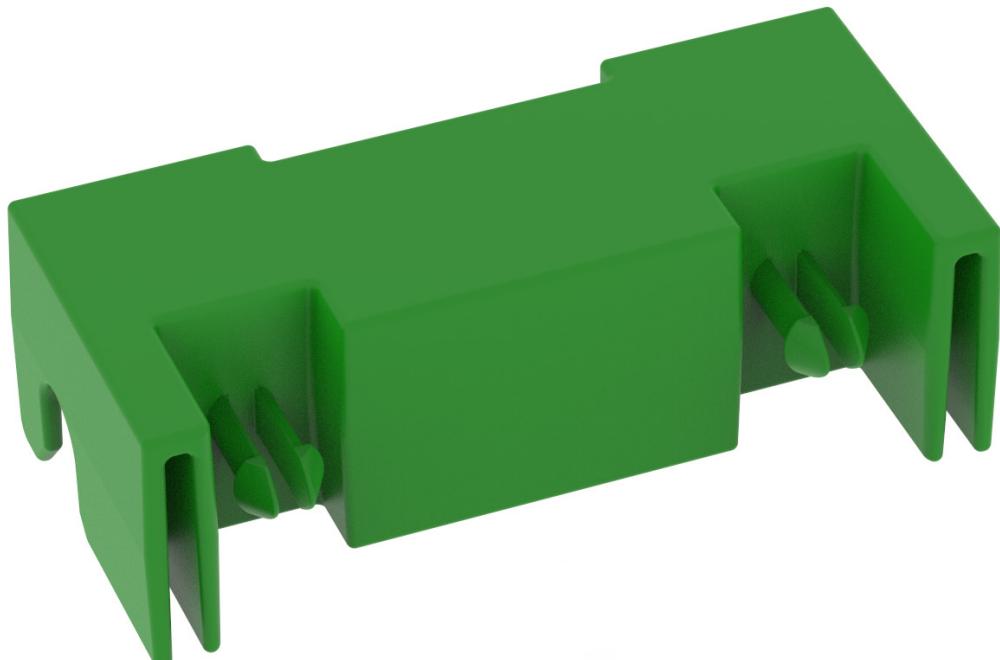


Figura 15.6.10 Vista posterior de la pieza clipada



Figura 15.6.11 Vista frontal de la pieza clipada

De cara al cuerpo de la papelera, y siendo que los alojamientos circulares no saldrán de molde para evitar contrasalidas, se dejaran marcadas las posiciones de taladrado, mediante un cambio de texturizado.



FASE 5

RENDERS

CUERPO

TAPA

CONCEPTO FINAL

PLANOS

CUERPO PARA SOPORTE NUEVO

CUERPO PARA SOPORTE ANTIGUO

TAPA

SOPORTE

PIEZA CLIPADA

16. RENDERS

16.1 CUERPO

Este es el resultado final del cuerpo. En el detalle de abajo a la izquierda se puede ver el alojamiento de la cerradura, y en el de la derecha, los nervios de apilado. Estos permiten que una vez se coloquen varias papeleras, estas no se queden encajadas. La imagen principal es un render visto desde la parte frontal.



Figura 16.1.1 Vista frontal en tres dimensiones del cuerpo. Detalle de la izquierda, alojamiento de la cerradura. Detalle de la derecha, nervio de apilado.

En esta imagen se ve el cuerpo de la papelera para soporte nuevo desde la parte trasera. En el detalle de la izquierda se ve la base de la papelera, tiene un rehundido y unos agujeros para que puedan salir los líquidos de los residuos en caso de que la bolsa se rompa. En el detalle de la derecha, se ve el resultado final del enganche diseñado.



Figura 16.1.2 Vista posterior en tres dimensiones del cuerpo. Detalle de la izquierda, rehundido y nervio en la base. Detalle de la derecha, enganche para colocar el cuerpo en el soporte.

16. RENDERS

En estas dos imágenes se pueden ver las opciones desarrolladas para usar el soporte antiguo. La de la izquierda, usa una pieza clipada como enganche. La de la derecha tiene dos enganches que salen directamente del molde. Cuando solo se necesita un cuerpo para soporte nuevo se ponen "postizos" en el molde y, de este modo, no aparecen en el cuerpo.



Figura 16.1.3 Vista posterior del cuerpo junto con la pieza clipada



Figura 16.1.4 Vista posterior del cuerpo con enganche para soporte antiguo

APILADO

A continuación, se muestra el apilado de los dos cuerpos diferentes que se fabrican. Las dos primeras imágenes muestran el apilado del cuerpo para soporte nuevo en un vista frontal y lateral. Este apilado es tan solo 6 mm mayor que el actual, y se considera correcto, teniendo en cuenta que la pared de la papelera ahora no es lisa, y que la nueva forma de sujeción condiciona dicho apilado. Por otro lado, se puede ver que a la hora del transporte, el soporte nuevo se colocará en el interior para reducir espacio.



Figura 16.1.5 Vista frontal y lateral del apilado

16. RENDERS

En estas imágenes se puede ver el apilado del cuerpo diseñado para soporte antiguo.



Figura 16.1.6 Vista frontal y lateral del apilado

16.2 TAPA

En estas imágenes, se pueden ver la tapa y el soporte finales. En ellas, se puede observar una vista frontal y posterior del ensamblaje. En la parte trasera de la tapa se han colocado unos nervios que refuerzan la unión de la tapa y el soporte.



Figura 16.2.1 Vista frontal de la tapa y el soporte



Figura 16.2.2 Vista posterior de la tapa y el soporte

16. RENDERS

En la tapa se debe colocar la chapa apaga-cigarrillos a través de unos tornillos y en la parte inferior de la tapa se debe colocar la cerradura junto con su gatillo. A continuación, el soporte se une a la tapa con un eje, además, se debe colocar un muelle torsional que permite que se abra la tapa solo con abrir la cerradura.



Figura 16.2.3 Explosión con una vista frontal



Figura 16.2.4 Explosión con una vista posterior

En esta imagen se observan los nervios que se han colocado en la parte inferior de la tapa para reforzarla. Además, se pueden observar los nervios de apilado colocados en los laterales.

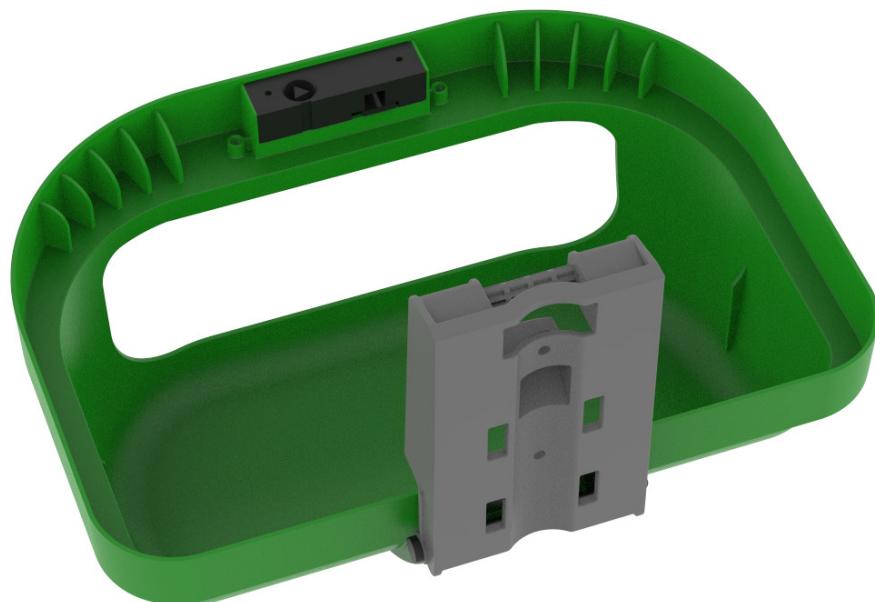


Figura 16.2.5 Vista inferior de la tapa

APILADO

En estas dos imágenes se puede observar el apilado de la tapa.



Figura 16.2.6 Vista frontal del apilado



Figura 16.2.7 Vista lateral del apilado

16. RENDERS

16.3 CONCEPTO FINAL



Figura 16.3.1 Vista frontal de la papelera final



Figura 16.3.2 Vista posterior de la papelera final



Figura 16.3.3 Vista posterior en tres dimensiones de las tres opciones finales: la de la izquierda, con pieza clipada para soporte antiguo; la del medio, la papelera para soporte nuevo; la de la derecha, los enganches salen del molde para soporte antiguo.



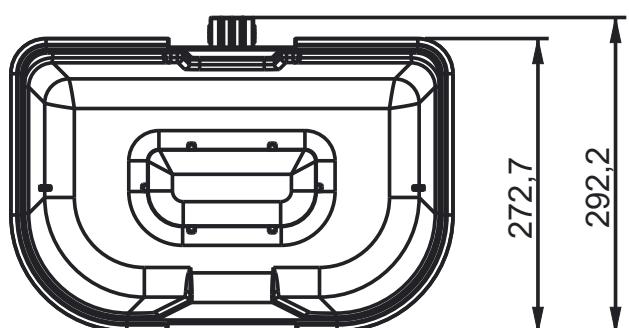
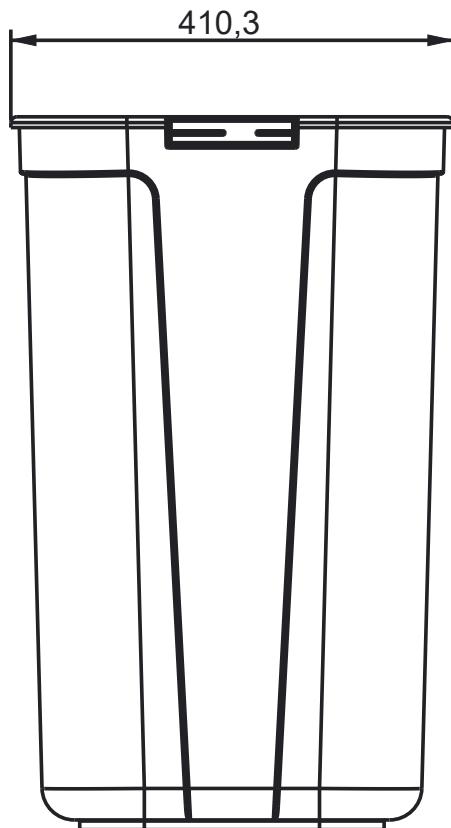
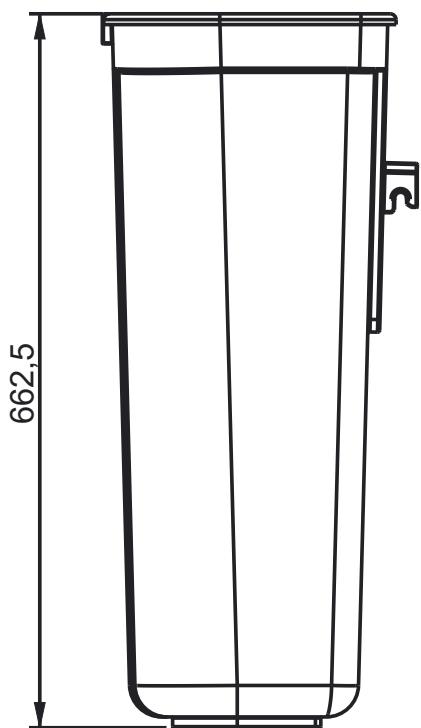
Figura 16.3.4 Vista posterior de las tres opciones

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

PLANOS

1 CUERPO PARA SOPORTE NUEVO

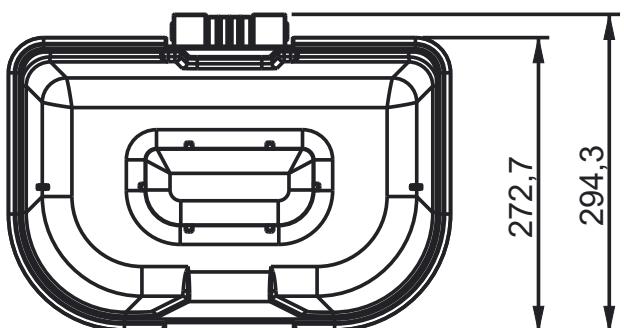
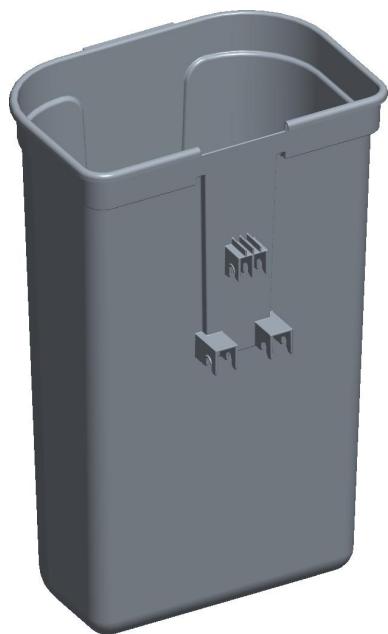
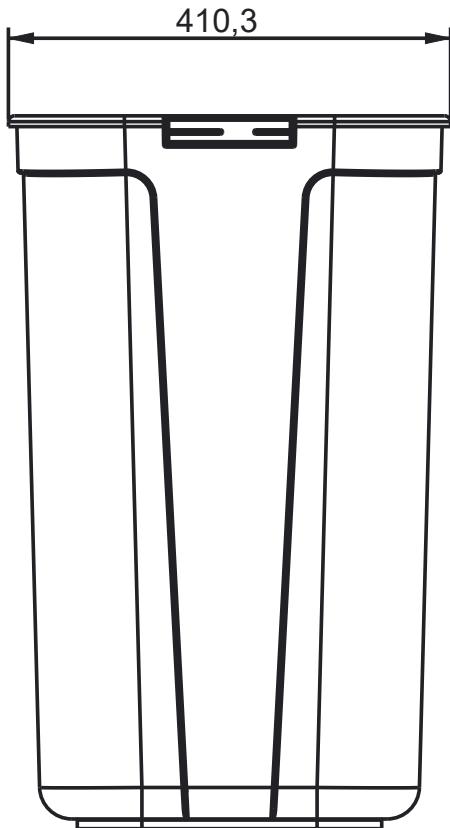
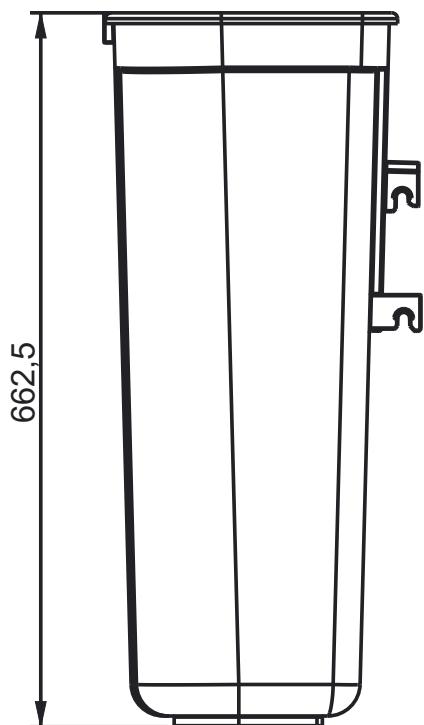
ESCALA 1 : 6,6



ESPESOR 2,5 mm

2 CUERPO PARA SOPORTE ANTIGUO

ESCALA 1 : 6,6



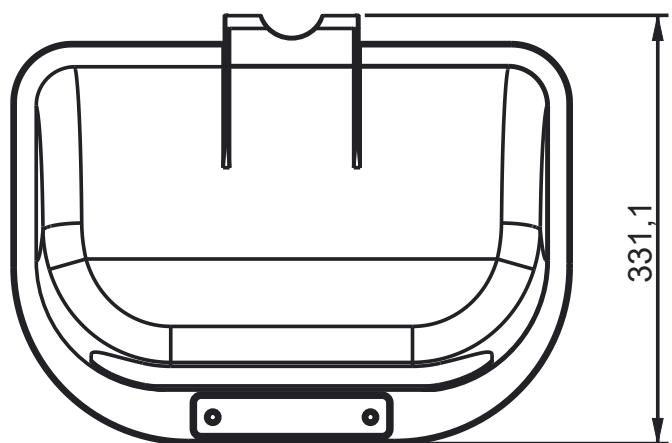
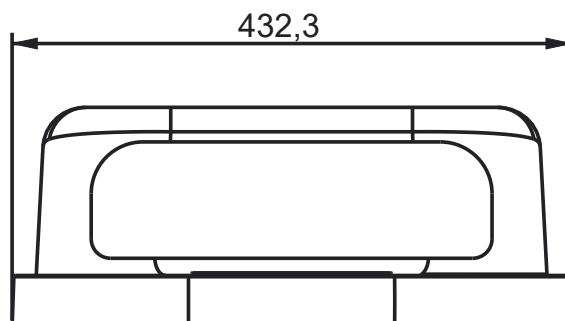
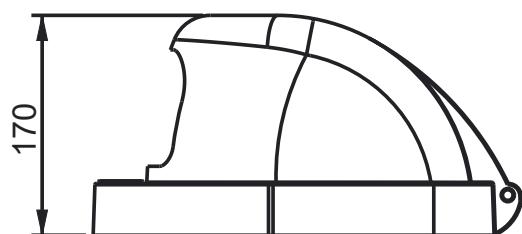
ESPESOR 2,5 mm

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros
simplificada en su sistema de fijación a poste

PLANOS

3 TAPA

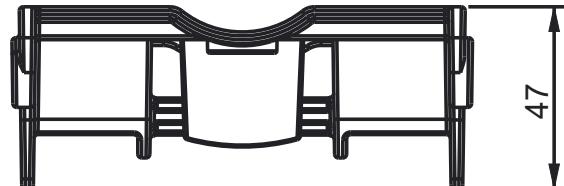
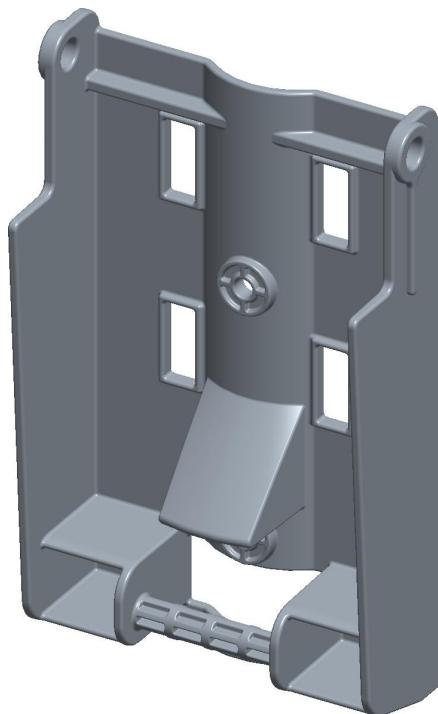
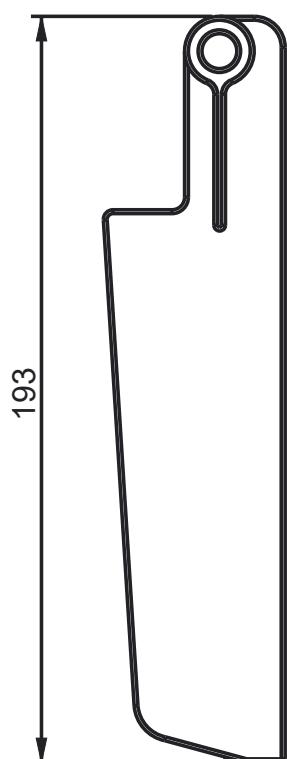
ESCALA 1 : 5,5



ESPESOR 3 mm

4 SOPORTE

ESCALA 1 : 2



ESPESOR 3 mm

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros
simplificada en su sistema de fijación a poste

PLANOS

5 PIEZA CLIPADA

ESCALA 1 : 1

