



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo en material plástico del sistema de cogida de un contenedor de carga lateral en fase de restyling.

Design and development in plastic material of the guide bars of a restyled side-loading container.

Memoria

Autor:

Juan Pablo Romanos

Directora:

Aránzazu Martínez Pérez

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Año 2016



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. _____,

con nº de DNI _____ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
_____, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, _____

Fdo: _____

Índice

1. Fase de información.....	5
1.1. Generalidades de un contenedor de carga lateral.....	5
1.2. Partes de un contenedor de carga lateral.....	6
1.3. Secuencia de descarga.....	8
1.4. Punto de partida.....	9
1.4.1. Contenedor de partida.....	9
1.4.2. Columna media de partida.....	10
1.5. Estudio de mercado.....	11
1.6. Normativa.....	12
1.7. Proceso de inyección.....	14
1.8. EDP's.....	15
2. Conceptualización.....	16
2.1. Conceptualización. Primeros bocetos y primera selección.....	16
2.2 Conceptualización. Primer desarrollo.....	19
2.2.1 Derivados del concepto 5.....	19
2.2.2 Derivados del concepto 9.....	20
2.3 Elección de concepto.....	20
3. Desarrollo.....	21
3.1 Modificación de la columna media actual.....	21
3.1.1 Análisis de posibles soluciones.....	21
3.1.2 Desarrollo de la solución elegida.....	23
3.2. Desarrollo de una nueva columna media.....	24
3.2.1 Análisis de posibles soluciones.....	24
3.2.2 Desarrollo columna media con diseño horizontal.....	25
3.2.3 Desarrollo columna media con diseño vertical.....	26
3.2.4 Comparativa de los dos conceptos de columna media nueva.....	26
3.3 Desarrollo de tapa de columna media.....	27
3.4 Comparativa de la columna actual modificada y la columna media de nuevo diseño.....	29
4. Selección de material.....	30
5. Ensayos resistentes.....	31
5.1. Ensayos para la elección de columna.....	31

5.1.1. Preparación del ensayo.	31
5.1.2. Análisis resistente de la columna media actual modificada.	33
5.1.3. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño vertical.	34
5.1.4. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño horizontal.	34
5.1.5. Conclusiones de los ensayos comparativos de las diferentes columnas medias.	35
5.2. <i>Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo.</i>	35
5.2.1. Preparación del ensayo.	35
5.2.2. Resultados del análisis.....	36
5.2.3. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo con espesor de 4 mm.	37
6. Modificación sobrevenida a petición del cliente.	38
7. Simulaciones de inyección.....	40
7.1. <i>Inyección de la columna interior.</i>	40
7.1.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.	40
7.1.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde.	43
7.1.3. Análisis de la fase de llenado.	45
7.1.4. Análisis de la fase de compactación.	47
7.2. <i>Inyección de la tapa de la columna interior.</i>	50
7.2.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.	50
7.2.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde.	51
7.2.3. Análisis de llenado.....	52
7.2.4. Análisis de la compactación.....	52
8. Estimación de costes.....	55
9. Conclusiones.	56
10. Líneas futuras de trabajo.	58
11.1. <i>Columna interior.</i>	59
11.2. <i>Tapa de la columna interior.</i>	60
12. Planos.	61
13. Bibliografía.	64

Nota aclaratoria.

Se presenta en este documento el Trabajo Fin de Grado dividido en 2 partes: Memoria y Anexo.

Tal y como recomienda la normativa de elaboración de la memoria de un alumno que trabaja 400 horas en el proyecto, el documento principal debe tener aproximadamente 20 páginas o 10.000 palabras. En este caso, tratándose de un TFG de 30 ECTS (750 horas de trabajo), se ha dejado el documento principal en 14.000 palabras aproximadamente, en un total de 65 páginas. Este número de páginas es algo más elevado de lo esperado dada la gran cantidad de imágenes que se han incluido y el tamaño de las mismas.

Tanto la Memoria como el Anexo cuentan con el mismo número apartados y subapartados, y denominados en ambos casos con los mismos títulos, para hacer las llamadas desde la memoria al anexo de una manera más ordenada y fácil para el lector.

Objetivo.

Este Trabajo Fin de Grado resume la labor de diseño y desarrollo de un sistema de cogida de un contenedor de carga lateral de 3200 l, con el fin de renovar el contenedor entero.

Este proyecto se ha realizado en el TIIP (Taller de Inyección de la Industria del Plástico) del departamento de Ingeniería Mecánica de la EINA, dentro de un equipo de hasta siete personas.

El objetivo general del proyecto es obtener un sistema de cogida que se adaptara al nuevo vaso del contenedor, ya que éste ha sido modificado con respecto al modelo anterior. Además se pretende un peso menor del sistema de cogida con el objetivo de ahorrar material.

El resultado final de este proyecto es la aplicación de una metodología adquirida en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto: recopilación de información y documentación, generación de conceptos, y desarrollo final. Para el correcto desarrollo de dicho sistema de cogida se han añadido los estudios y análisis pertinentes propios del cálculo de piezas plásticas, como son las simulaciones de inyección (con el software MOLDFLOW) y ensayos mecánicos (con el software PRO-ENGINEER).

En lo que se refiere al desarrollo del sistema de cogida en sí, consta de dos piezas: tapa y columna interior. Se comienza con el diseño estético de la tapa para posteriormente realizar el desarrollo de la columna interior.

Paralelamente al diseño estético del cuerpo, se trabaja en su desarrollo, siempre cumpliendo la normativa para cubos UNE - EN 12574-1:2017, y asegurando su resistencia, fabricabilidad y funcionalidad mediante análisis FEM.

Planificación.

	Fase	Fecha
1	Fase de información	Febrero 2018
	Generalidades de un contenedor de carga lateral	1 -3 feb 2018
	Partes de un contenedor de carga lateral	4 - 7 feb 2018
	Secuencia de descarga	8 - 10 feb 2018
	Punto de partida	11 - 14 feb 2018
	Estudio de mercado	15 - 20 feb 2018
	Normativa	21 - 22 feb 2018
	Proceso de inyección	23 - 25 feb 2018
	EDP's	26 - 28 feb 2018
2	Conceptualización	Marzo – Abril 2018
	Primeros bocetos	1 - 20 mar 2018
	Primeros desarrollos	21 mar - 5 abr 2018
	Elección de concepto	6 - 10 abr 2018
3	Desarrollo	Abril – Mayo 2018
	Modificación columna actual	11 - 20 abr 2018
	Desarrollo de una nueva columna media	21 - 30 abr 2018
	Desarrollo de tapa de columna media	1 - 10 may 2018
	Comparativa de columnas medias	11 - 15 may 2018
4	Selección de material	16 - 17 may 2018
5	Ensayos resistentes	18 - 31 may 2018
6	Modificación sobrevenida a petición del cliente	1 - 10 jun 2018
7	Simulaciones de inyección	Junio 2018
	Columna interior	11 - 20 jun 2018
	Tapa de la columna	21 - 30 jun 2018
8	Estimación de costes	1 - 10 jul 2018
9	Renders	11 - 31 jul 2018
10	Planos	1 - 5 ago 2018
11	Conclusiones	6 - 15 ago 2018
12	Líneas futuras de trabajo	16 - 25 ago 2018
13	Redacción de memoria	26 - 5 sep 2018

1. Fase de información.

1.1. Generalidades de un contenedor de carga lateral.

Los contenedores se clasifican por el lugar del camión por el que se descargan. Se pueden definir tres clases:

- Carga vertical: La descarga se realiza por la parte superior del camión.
- Carga trasera: La descarga se realiza por la parte trasera del camión.
- Carga lateral: La descarga se realiza por la parte lateral del camión.



Figura 1.1.1 Contenedor carga vertical [1].



Figura 1.1.2 Contenedor carga trasera [2].



Figura 1.1.3 Contenedor carga lateral [3].

En este caso, se trata de un contenedor de carga lateral. Estos contenedores disponen de unos pivotes por los que el camión coge el contenedor para su descarga.

En la actualidad son los más abundantes, porque cuentan con una serie de ventajas respecto a las demás tipologías.

- La primera ventaja es su tipo de descarga (lateral). Permite que el camión recoja el contenedor de una forma rápida y sin necesidad de hacer maniobras. Este hecho se da porque el camión puede recoger el contenedor únicamente parando junto él.
- Otra ventaja es que no hace falta un operario dedicado a preparar y colocar el contenedor para la recogida del camión, como pasa con otro tipo de contenedores como el contenedor de carga trasera.
- Permiten desarrollar más el diseño del propio contenedor. Se pueden realizar diseños más estéticos y agradables, que presenten una unidad visual mayor, y una integración del contenedor con el entorno que les rodea.

Las tapas por las que se depositan los residuos en el contenedor pueden ser accionadas manualmente levantando la tapa con la mano. Hay casos en los que el contenedor dispone de un pedal que acciona la tapa. En el caso en el contenedor esté destinado a papel y cartón, envases, vidrio... la tapa será fija y se depositará el residuo mediante una boca realizada en la misma tapa.

La mayoría de estos contenedores se realizan de HDPE inyectado. En lo que se refiere a la capacidad de estos contenedores, oscila entre 1800 y 3200 L.

1.2. Partes de un contenedor de carga lateral.

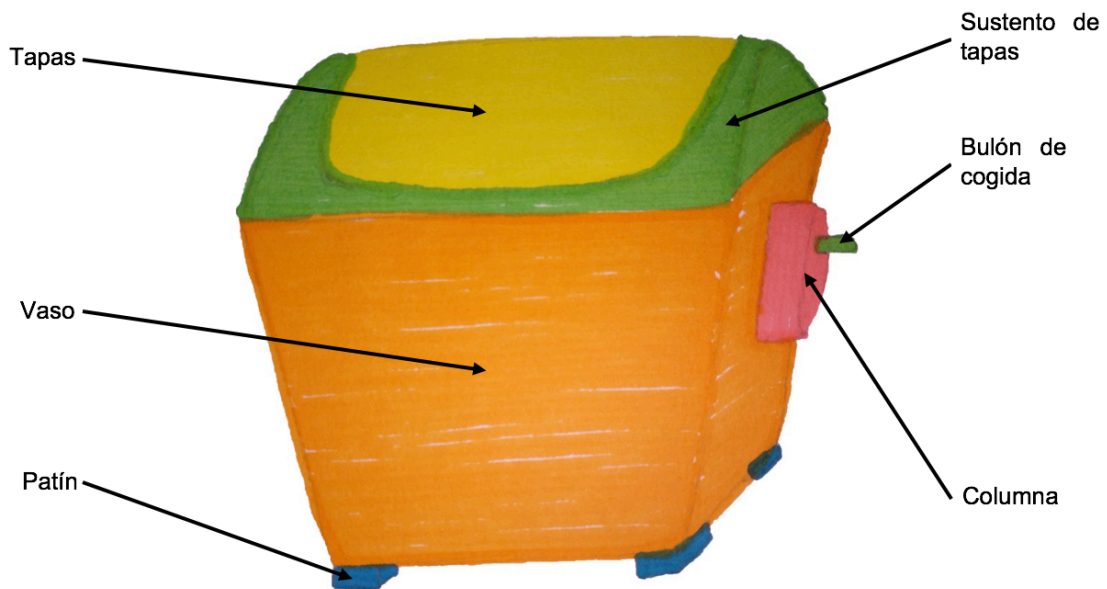


Figura 1.2.1 Partes de un contenedor de carga lateral.

Vaso: Sirve de recipiente para la basura. Tiene una gran importancia estética, así como de rigidez, ya que es la pieza más grande del contenedor, y en la mayoría de los casos sirve de estructura general del contenedor completo.

Tapas: El contenedor de carga lateral tiene dos tapas que cubren el vaso. Cada una de ellas da acceso al interior del contenedor por el lado de usuario y el de descarga respectivamente, por lo que dichas tapas toman estos nombres: tapa de descarga, y tapa de usuario.

La tapa de usuario es por la que se deposita la basura en el interior del contenedor. En el caso de ser un contenedor de residuos orgánicos, la tapa se accionará manualmente, bien mediante un pedal, o directamente con la mano. En el caso de ser de otro tipo de residuo, se realizarán diferentes tipos de bocas en la tapa.

La tapa de descarga se encuentra en la parte posterior del contenedor. Tiene la función de permitir la descarga de los residuos en el camión. Esta tapa se abre por efecto de la gravedad al ser volteado el contenedor sobre el camión.

Dependiendo de la disposición de dichas tapas, los contenedores de carga lateral pueden ser de dos tipologías: simétricos, o asimétricos.

Para ello se presentan dos soluciones:

- Carga lateral de eje fijo: La solución propuesta es realizar la tapa de descarga de mayor tamaño que la de usuario (disposición de tapas asimétrica). El eje de las tapas se colocará de manera fija.
- Carga Lateral de eje móvil: Esta solución se basa en mantener las dos tapas iguales (disposición simétrica). Para poder ampliar la boca de descarga se dispone de sistema de cogida, que de aquí en adelante se denominará columna,

que es articulado. Así, en el momento de la descarga pivota para desplazar el eje de las tapas, ampliando la boca de descarga.

Debido a la mayor sencillez, la tendencia actual se dirige hacia los contenedores de carga lateral de eje fijo. La simplicidad de la columna es un punto a favor de éstos. Este hecho permite simplificar su estética, haciéndolos más atractivos, e integrar de una manera más eficaz todas las partes del contenedor, otorgándole una mayor unidad visual.

Sustento de las tapas: Las tapas van sustentadas por un eje, el cual va alojado en el vaso. Puede haber dos casuísticas:

- La primera es que directamente sobre el vaso se aloje el eje donde van acopladas las tapas. En este caso será necesario que el vaso tenga unos salientes llamados aletas en la parte superior, para poder alojar el eje.
- En el caso de ausencia de aletas o paredes laterales que se eleven hasta la posición del eje, será necesario la implantación de una pieza adicional donde vaya alojado el eje de las tapas.

Columna: Se define como el conjunto de piezas que forman el sistema de elevación de un contenedor de carga lateral. Se encuentran una a cada lado del mismo. La columna está sometida a un número elevado de fuerzas que hacen que sea una pieza crítica.

La columna alberga el bulón de cogida para la elevación del contenedor y descarga del mismo.

La estética de las espadas no está muy elaborada, por lo que en la mayoría de los casos se dispone de una tapa que cubra la columna interior y aporte cierto valor estético.

Dicho elemento puede variar dependiendo del tipo de contenedor de carga lateral que sea (eje fijo / eje móvil). Tal y como se ha dicho antes, en el eje móvil, la columna será articulada para permitir el desplazamiento de las tapas en la fase de descarga.

Bulón de cogida: Se trata de un eje por el cuál el camión coge el contenedor. Dicho eje se encuentra atornillado a la columna del contenedor.

Patín: Sirve de apoyo del contenedor en el suelo. Se colocan cuatro, uno por cada esquina del contenedor. Es frecuente que alberguen ruedas que facilitan la movilidad de dicho contenedor.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 1.2.

1.3. Secuencia de descarga.

En este análisis se pretende observar cómo influye la secuencia de descarga del contenedor CL en el camión de la basura. Para ello se van a tener en cuenta todas las fases de este proceso.

Para este análisis se ha utilizado un contenedor CL de eje móvil, ya que su proceso es más complicado. Para el contenedor CL de eje fijo, se realizaría el mismo proceso, pero habría fases que no ejercerían ninguna función, como se explica a continuación.

<p>Figura 1.3.1 Aproximación del camión [7].</p>	<p>En primer lugar, se acerca el camión de recogida de residuos y se coloca a la altura del contenedor, sin necesidad de hacer ninguna maniobra.</p>
<p>Figura 1.3.3 Ajuste de la anchura de los brazos hidráulicos [7].</p>	<p>Una vez comprobado que se encuentra a la altura correcta, se despliegan los brazos hidráulicos.</p>
<p>Figura 1.3.4 Comienzo de elevación del contenedor [7].</p>	<p>Los brazos hidráulicos del camión deben adaptarse a la anchura del contenedor, una vez ajustado en anchura, los brazos hidráulicos suben y terminan de abrazar el eje.</p>
<p>Figura 1.3.5 Elevación del contenedor [7].</p>	<p>Con el eje asegurado comienza la fase de elevación del contenedor hasta la altura precisa.</p>
<p>Figura 1.3.7 Volteo del contenedor [7].</p>	<p>Cuando el contenedor ya está en la parte alta del camión comienza la fase de descarga de la basura. El contenedor comienza a girar, y al mismo tiempo se acciona un brazo que desplaza el conjunto de las tapas para que la boca de descarga sea mucho mayor, y poder descargar con facilidad. La tapa de descarga se abre por efecto de la gravedad.</p>
<p>Figura 1.3.10 Vuelta a posición vertical del contenedor [7].</p>	<p>Cuando el contenedor se encuentra totalmente vacío se gira hasta dejarlo en la posición vertical habitual.</p>

<p>Figura 1.3.11 Apoyo del contenedor en el suelo [7].</p>	<p>Con el contenedor vertical comienza la fase de bajada hasta colocarlo en el suelo, en su posición inicial.</p>
<p>Figura 1.3.12 Suelta del contenedor [7].</p>	<p>Una vez el contenedor se ha colocado correctamente sobre el suelo, los brazos hidráulicos del camión comienzan a abrirse y bajar para liberar el cubo. Cuando está totalmente liberado, los brazos se recogen totalmente.</p>
<p>Figura 1.3.14 Alejamiento del contenedor de recogida [7].</p>	<p>Con la operación de descarga finalizada, el camión de recogida se va hasta recoger otro contenedor.</p>

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 1.3.

1.4. Punto de partida.

1.4.1. Contenedor de partida.

Se trata de un nuevo modelo de contenedor de basura que va a ser sacado al mercado. Dicho contenedor cuenta con una serie de restricciones que hay que acatar.

El factor más determinante del nuevo contenedor, es que se pretende conservar el vaso del contenedor de basura predecesor, que tal y como se ve en la imagen cuenta con unas aletas laterales que suben hasta la posición del eje de las tapas. En la nueva estética, el vaso no lleva estas aletas por lo que están previstas modificaciones en el molde para eliminarlas. En su lugar se introduce una nueva pieza, una cúpula sobre la que irán montadas la tapas. Todas las piezas deben estar subordinadas a dicho vaso.

Puesto que el vaso ya está diseñado, y no se pueden realizar cambios, las medidas de éste van a influir de manera directa en el diseño estético del sistema de cogida, pues debe cumplir con la normativa vigente.

Llegado a este punto es importante destacar que el proyecto del contenedor se lleva a cabo por un grupo grande de personas que se dedican al desarrollo del mismo.

La cúpula superior y las tapas van a ser diseñadas para que tengan una estética más redondeada y con un menor impacto visual. El contenedor deberá percibirse como algo menos voluminoso, pero, por el contrario, debe de tener la misma capacidad.



Figura 1.4.1.1 Antigo contenedor de carga lateral [8].



Figura 1.4.1.2 Nuevo contenedor de carga lateral

1.4.2. Columna media de partida.

Este proyecto trata del diseño de una columna para un contenedor de carga lateral de eje fijo, por lo que nos centraremos en las columnas de esta tipología. Estos sistemas de cogida se componen por dos piezas fundamentalmente. La columna interior y una carcasa exterior.

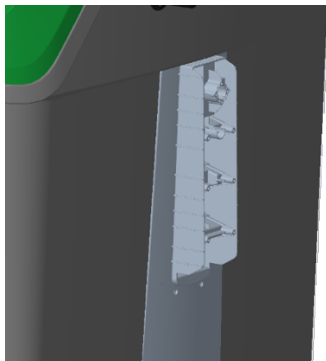


Figura 1.4.2.1 Espada interna de un contenedor carga lateral de eje fijo



Figura 1.4.2.2 Tapa de espada de un contenedor carga lateral de eje móvil

La columna interior va atornillada al vaso, y la carcasa se atornilla a la columna interior. La parte superior de la columna interior apoya en el faldón del vaso del contenedor. En la columna interior se inserta un bulón por el que el camión cogerá el contenedor para descargarlo.

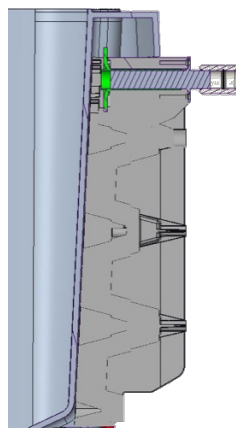


Figura 1.4.2.3 Corte de una espada interna de un contenedor de carga lateral

En general, se trata de un elemento en el que no se ha cuidado su estética. El diseño de los sistemas de cogida se basa en un correcto funcionamiento mecánico, y el cumplimiento de la norma específica.

Para la realización de la nueva columna media, se opta, primero por el diseño estético de la columna mediante la tapa exterior. Una vez se tenga claro el diseño estético de la columna, se llevarán a cabo dos vías de trabajo:

- La modificación de la columna interior existente para modificar el molde lo mínimo posible.
- El diseño de una nueva columna lo más ligera posible.

Estas dos vías de trabajo, se realizarán siempre intentando modificar lo mínimo posible las piezas que ya montan en el contenedor, aunque no siempre será posible.

1.5. Estudio de mercado.

Para poder realizar un diseño de columna media eficaz, es necesario conocer las características de los contenedores de carga lateral de la competencia. También se pretende analizar las tendencias que sigue el mercado, con el fin de poder extraer conclusiones que ayuden al posterior diseño.



Para poder extraer conclusiones, se ha realizado un estudio de mercado donde se analizan los contenedores de carga lateral que se ofrecen en el mercado.

Se van a analizar diferentes parámetros de cada contenedor. Los parámetros a analizar son: Fabricante, tipo de eje, tipo de columna, material general, y estética general.

Esta información será analizada y clasificada en una tabla para poder extraer las conclusiones pertinentes.

Con este estudio se persigue entender tanto la estética de las espadas actuales, la integración con el conjunto del contenedor, y el contenedor de una manera global.

Se muestra a continuación un ejemplo de la tabla comparativa que se puede consultar completa en el apartado 1.5. de los anexos

Contenedor	Fabricante	Tipo de eje	Tipo de espada	Tipo de tapas	Material	Estética
 <p>Figura 1.5.1 C3200 F Contenur [8].</p>	Contenur	Fijo	Plástica	Asimétricas	Polietileno inyectado	Vaso simple y liso con apenas refuerzos visibles. Tapas redondeadas y lisas. Semi integración de la espada en el conjunto.
 <p>Figura 1.5.2 C3200 D Contenur [9].</p>	Contenur	Móvil	Metálica	Simétricas	Polietileno inyectado	Vaso cúbico y labrado con refuerzos visibles. Tapas abovedadas con refuerzos. Espada no integrada en el conjunto.

Conclusiones.

Se observa que hay una cierta relación entre varios aspectos. Cuando las tapas del contenedor son simétricas, se trata de un contenedor con el eje móvil. En caso contrario (tapas asimétricas), se trata de un contenedor de eje fijo. Se puede observar que los modelos de eje fijo son los más modernos del mercado.

Los modelos de contenedor con un eje móvil, contienen una columna de material metálico. La excepción son los modelos de eje fijo (C3200 F de Contenur) que tiene una espada plástica y el Big Bin de Formato verde, que es plástica con una tapa metálica.

En cuanto al material de fabricación, la gran mayoría se fabrican el polietileno de alta densidad. Se destaca que los contenedores más antiguos se fabricaban en metal, pero esta tendencia desaparece con los modelos más modernos.

En lo que se refiere a la estética de los vasos, se observa cómo han sufrido una evolución con el tiempo. Al principio se utilizaban formas cúbicas con estéticas poco depuradas, dejando a la vista los surcos que se realizaban para reforzar la estructura. Con el paso del tiempo, se intenta suavizar las formas de los surcos para hacerlos más estéticos, y que tengan un menor impacto visual.

En el caso de las tapas hay que destacar que están sometidas a muchos esfuerzos, así como actos vandálicos. En un inicio se observan tapas con grandes surcos para reforzarlas. A medida que han evolucionado los vasos, también lo han hecho las tapas en la misma dirección, intentando reducir los surcos y redondeando sus formas.

Por último, es importante analizar la integración de las espadas con el resto del conjunto. En los modelos convencionales no se observa ningún tipo de integración de estos elementos. A medida que han evolucionado los modelos, se detecta, como en los modelos más novedosos, se muestra un intento de integración de la espada en el conjunto.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 1.5.

1.6. Normativa. [18]

UNE - EN 12574-1:2017

Especifica las dimensiones y requisitos de contenedores fijos para residuos sin ruedas o con ruedas para su posicionamiento únicamente, con tapa(s) plana(s) o abovedada(s) y con capacidad de hasta 10000L, para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos.

A continuación, se van a enumerar las consideraciones de diseño que se encuentran en la norma y que tienen influencia a la hora de diseñar la espada.

- El contenedor debe construirse de tal manera que cuando se cargue o descargue con una carga nominal, se adapte a un dispositivo de elevación compatible y conforme a la norma EN 1501-5.
- Se deben evitar en todos los casos los bordes afilados (los bordes redondeados con un radio superior a 1,4 mm no se consideran bordes afilados). Las superficies deben estar libres de cuerpos extraños o defectos.

A continuación, se muestra una tabla en la que se enumeran las cotas que afectan al diseño de la espada con la medida que aporta la norma. Esta tabla se encuentra relacionada con la figura 1.6.1.

Cota	Medida (mm)
1	1880 ± 10
7	240 ± 50
8	460 mín.
13	1760 ± 10
14	1650 máx.
15	40 ± 2
16	1050 ± 50
17	160 ± 10
20	1750 máx.
25	1700 máx.
26	820 máx.
27	820 máx.

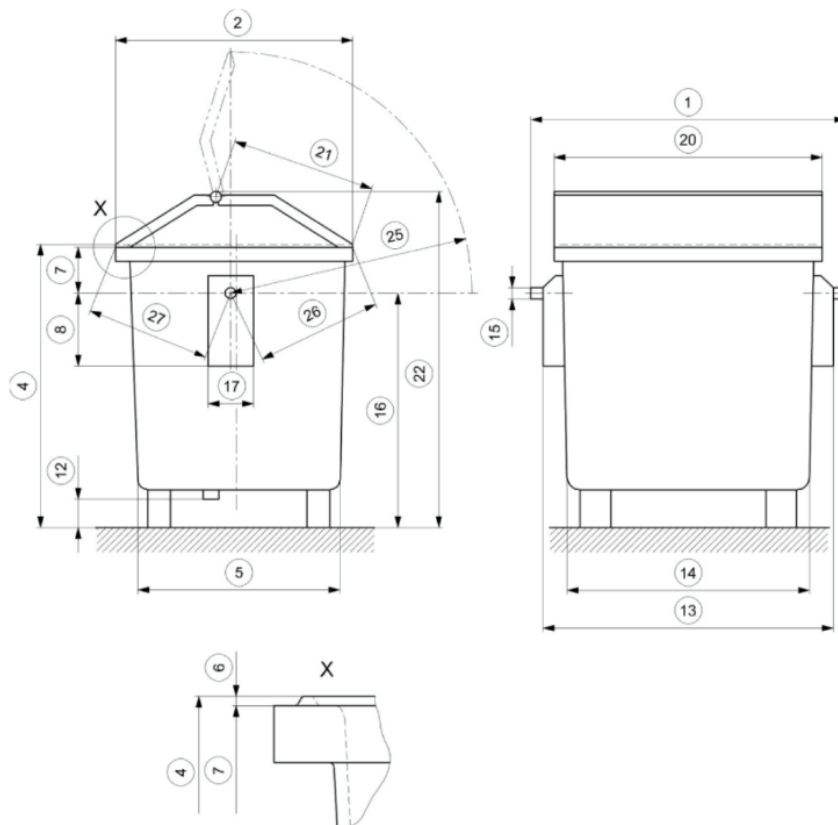


Figura 1.6.1 Normativa aplicable.

1.7. Proceso de inyección. [19]

Máquinas de inyección

La inyección de termoplásticos es un proceso físico por el cual se funde el termoplástico por efecto del calor en una máquina llamada inyectora. Una vez el material se encuentra fundido, se inyecta en un molde, a unos parámetros determinados de temperatura, velocidad y presión. Una vez el plástico se encuentra en el interior del molde, se solidifica y queda con la forma de la cavidad del molde.



Figura 1.7.1 Típica máquina de inyección [20].

Por norma general, todas las máquinas de inyección están formadas por los mismos elementos. Las diferencias entre unas y otras radican en su tamaño, fuerza de cierre...

Etapas del proceso de inyección

1. Cierre del molde: Actúa el sistema de cierre.
2. Avance de unidad de inyección: En un comienzo, la unidad de inyección se encuentra separada del molde. Durante esta fase avanza hasta que la boquilla se coloca junto al orificio de entrada del molde.
3. Fase de llenado o inyección: El husillo avanza para realizar la inyección del material.
4. Fase de compactación: Es la fase en la que comienza el enfriamiento y solidificación de la pieza en el interior del molde.
5. Retroceso de la unidad de inyección: Una vez solidificado el material que se encuentra en la cavidad de entrada, la unidad de inyección retrocede.
6. Enfriamiento: Se trata del tiempo transcurrido entre la fase de compactación y la apertura del molde.
7. Apertura del molde: Como su propio nombre indica, es la fase donde el molde se abre para liberar a la pieza.
8. Extracción de la pieza.
9. Molde abierto: Se trata del tiempo que transcurre con el molde abierto.

Variables de inyección

Son muchas las variables, que directa, o indirectamente, pueden afectar al proceso de inyección: Temperatura de inyección, temperatura del molde, tiempo de inyección, porcentaje de llenado, presión de compactación, tiempo de enfriamiento, etc...

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 1.7.

1.8. EDP's.

EDP's significa especificaciones de diseño. Por lo que son una serie de premisas que el producto debe cumplir para satisfacer las necesidades que han sido planificadas en un principio. Cuando se habla de EDP's podemos diferenciar de dos tipos principalmente:

- EDP's críticas: Estas especificaciones deben de cumplirse obligatoriamente, ya que la descripción del proyecto lo requiere, o son especificaciones que obligatoriamente deben cumplirse por cualquier otro motivo.
- EDP's deseables: Son especificaciones que aportan valor al producto, lo que hace que se diferencie de la competencia. Pero en el caso de no poder cumplirse no son de vital importancia.

EDP's.	Crítica.	Deseable.
Funcionalidad.	Debe de cumplir con la función principal de una manera por lo menos igual a la de la columna anterior.	Es deseable que cumpla con la función principal de una manera óptima, e incluso sea más resistente a los esfuerzos sometidos que la espada anterior.
Estética.	A priori, no debe de tener ninguna especificación estética obligatoria.	Es recomendable que aporte un valor estético de integración con el contenedor, y forme una idea de producto como unidad que haga diferenciar al contenedor de la competencia.
Coste.	Su coste debe ser igual al de la espada anterior.	Sería importante que se pudiera reducir el coste de producción de la pieza, ya sea, utilizando menos material, agilizando el ciclo de inyección...
Mantenimiento.	Su mantenimiento debe ser mínimo, y casi inexistente.	
Proceso de fabricación.	Debe ser una pieza realizada por el proceso de inyección de plásticos.	Se debe intentar optimizar el proceso de inyección.
Normativa.	Debe cumplir la normativa necesaria.	
Montaje.	Un factor muy importante, es que debe estar atornillada al vaso.	Sería deseable simplificar de alguna manera el proceso de montaje, reduciendo pasos, o hacerlos de una manera más rápida y ágil.
Higiene.	Se trata de una pieza que va montada en un contenedor de basura, por lo que es de vital importancia, que se imposibilite la acumulación de residuos.	Al tratarse de un elemento que se encuentra a la intemperie, sería aconsejable que no se acumule agua en cualquiera de sus zonas haciendo a la pieza sucia y antihigiénica.
Interacción.	Es una pieza que tiene unas necesidades interactivas, pues el operario del camión debe saber por la zona que coger el contenedor.	

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 1.8.

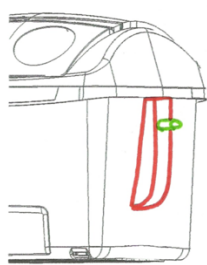
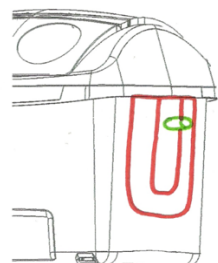
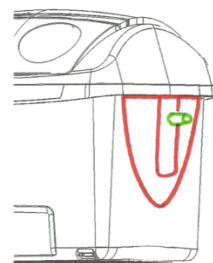
2. Conceptualización.

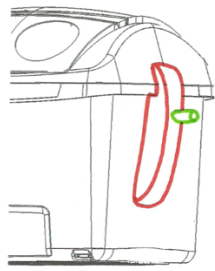
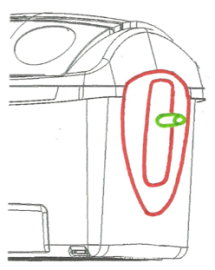
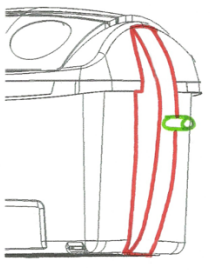
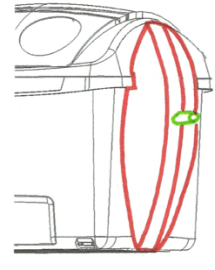
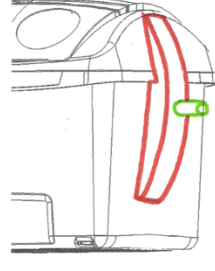
2.1. Conceptualización. Primeros bocetos y primera selección.

Una vez analizadas la mayoría de columnas que se encuentran en el mercado, y sacado conclusiones tanto de su estética, funcionalidad, materiales, y diferentes aspectos, se va a proceder al diseño de una serie columnas que poder aplicar al contenedor propuesto.

Se va a empezar conceptualizando la tapa de la columna. La espada interior irá subordinada al diseño estético de la tapa de dicha columna.

Se presentan una serie de bocetos a mano alzada de posibles conceptos de tapas de columnas montadas sobre el contenedor. Posteriormente, se realizará un mayor desarrollo de una selección de ellas.

Concepto	Descripción	Ventajas / Desventajas
 <p>Figura 2.1.10.1 Concepto 1.</p>	<p>La primera opción trata en realizar una columna que se integre más con el contenedor. Para ello se va a enrasar la tapa de la columna con la cúpula, evitando así que la columna sobresalga visualmente del contenedor, y rompa así su unidad visual.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Integración visual. Limpieza visual. Pieza de tamaño contenido. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Poco espacio para la columna interior. Imposible de adaptar al cumplimiento de la norma.
 <p>Figura 2.1.10.2 Concepto 2.</p>	<p>La siguiente opción es derivada de la opción 1, pues parte de la misma idea de enrasarla con el faldón del vaso, pero introducen una mayor continuidad estética en todo el conjunto del contenedor. A su vez, le otorga una idea de unidad como producto, ya que se integra de una manera mucho más notoria en el cuerpo del vaso.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Integración visual. Limpieza visual. Estética de mayor integración. Posibilidad de rigidizar el conjunto. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Pieza de grandes dimensiones. Poco espacio para la columna interior. Cumplimiento de la norma.
 <p>Figura 2.1.10.3 Concepto 3.</p>	<p>Derivado del concepto 2, la diferencia radica en la forma de integración con el vaso, pues en el concepto 2 tiene una estética cuadrada, y en el concepto 3 su estética en triangular. Esta forma otorga fluidez al diseño.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Integración visual que aporta. Limpieza visual. Mayor integración estética y fluidez. Posibilidad de rigidizar el conjunto. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Pieza de grandes dimensiones. Poco espacio para la espada interior. Cumplimiento de la norma.

 <p><i>Figura 2.1.10.4</i> Concepto 4.</p>	<p>En este concepto se abandona la idea de enrasar la columna con el faldón del vaso, y se piensa montar la columna sobre la cúpula. Con este concepto se puede acatar la norma de una manera más eficaz (cota 13 de la figura 1.6.1), ya que la cota de anchura del contenedor es fija, y es obligatorio que sobresalga del vaso.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducidas dimensiones de la pieza. Espacio suficiente en el interior para la columna. Adaptable al cumplimiento sencillo de la norma. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Menor integración estética.
 <p><i>Figura 2.1.10.5</i> Concepto 5.</p>	<p>Se deriva del concepto 4, pero se introduce el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos 2 y 3.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Mayor integración estética. Espacio suficiente interior para la columna. Cumplimiento sencillo de la norma. Posibilidad de rigidizar el conjunto. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Grandes dimensiones de la pieza.
 <p><i>Figura 2.1.10.6</i> Concepto 6.</p>	<p>Con este concepto se ha buscado que la columna no dé la impresión de ser un elemento que se ha colocado en el contenedor por necesidad, sino que es un elemento estético más de dicho contenedor, y que se encuentra integrado en él, teniendo una carga estética considerable. Para ello se ha pensado una columna que va de arriba hasta abajo cubriendo toda la altura del lateral del contenedor.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Espacio suficiente interior para la columna. Cumplimiento sencillo de la norma. Integración regular de la pieza. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Tamaño desmesurado de la pieza. Menor integración estética.
 <p><i>Figura 2.1.10.7</i> Concepto 7.</p>	<p>Se deriva del concepto 6, pero introduciendo el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos 2, 3, y 4.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Espacio suficiente interior para la columna. Cumplimiento sencillo de la norma. Integración global de la pieza. Posibilidad de rigidizar el conjunto. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Tamaño desmesurado de la pieza.
 <p><i>Figura 2.1.10.8</i> Concepto 8.</p>	<p>Parte del concepto 4, pero se ha decidido prolongar la parte superior, para que tenga una continuidad visual con la parte superior de la cúpula.</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Espacio suficiente interior para la columna. Cumplimiento sencillo de la norma. Integración visual de la pieza. Pieza de dimensiones medias. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Pieza de dimensiones medias.

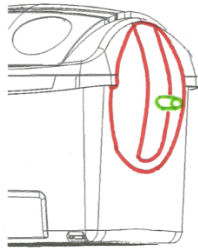


Figura 2.1.10.9
Concepto 9.

Se deriva del concepto 8, pero introduciendo el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos anteriormente descritos.

Ventajas

Espacio suficiente interior para la columna.
Cumplimiento sencillo de la norma.
Integración visual y conceptual de la pieza.
Posibilidad de rigidizar el conjunto.

Desventajas

Elevadas dimensiones de la pieza.

Conclusiones.

Se descartan los conceptos 1, 2 y 3 donde se engrasa la columna con el faldón del vaso debido al no cumplimiento de la norma, la cual es de obligatorio cumplimiento.

En cuanto a la estética, se buscan conceptos donde se produzca una integración visual de la columna con el conjunto del contenedor. Esta integración se debe dar de una manera fluida y limpia.

La mejor opción de integrar la columna con el conjunto, es realizar una columna de interfaz ancha, como las planteadas en la opción 5, 7 ó 9. Esta interfaz ancha nos permite tener un espacio mayor en el interior para el desarrollo de la columna interna.

En lo referente a aspectos mecánicos, una espada de interfaz ancha permite rigidizar la estructura del contenedor. La rigidización del contenedor es un factor muy importante si se tiene en cuenta que, con la evolución de los vasos, se ha ido perdiendo rigidez a medida que se pierden los surcos de su estructura. Por consiguiente, se descartan los conceptos de interfaz estrecha 4, 6 y 8.

El último factor importante al tratarse de una pieza entera de plástico, es que sus dimensiones deben ser lo más contenidas posible. Las dimensiones de la pieza influyen directamente en el coste, pues el molde deberá ser de unas dimensiones mucho mayores. Al tratarse de una pieza estética, es importante que no se produzcan deformaciones que puedan afectar a la estética de la misma. Este hecho nos lleva a descartar la opción 7.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 2.1.

2.2 Conceptualización. Primer desarrollo.

Tras los primeros conceptos realizados a mano alzada, quedan como conceptos ganadores el 5 y 9. Por lo que se va a realizar una serie de conceptos derivados de estas dos opciones. Al modelar los conceptos se pueden sacar conclusiones más precisas sobre la estética de las espadas.

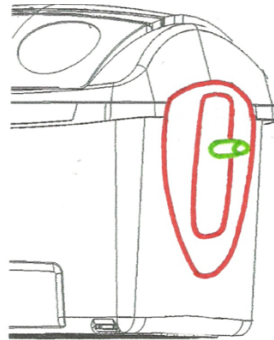


Figura 2.2.1 Concepto 5.

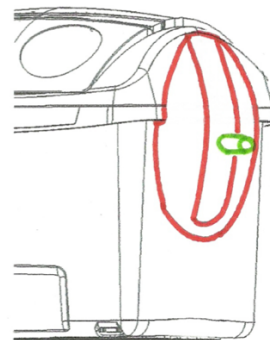

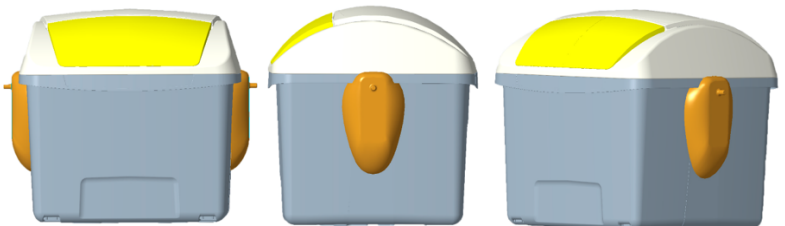

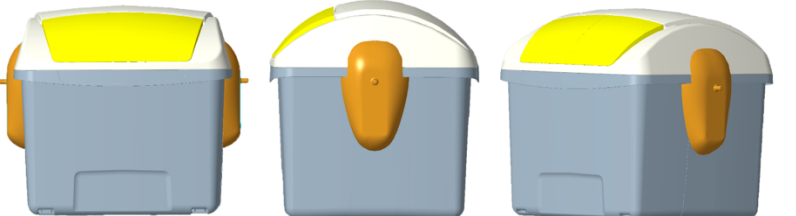
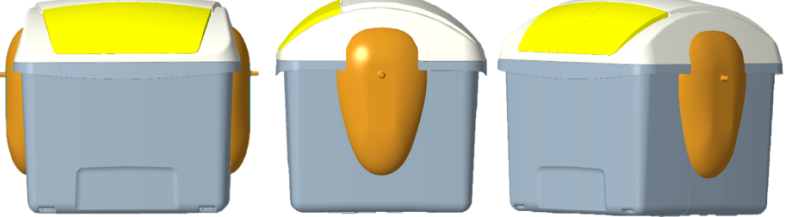


Figura 2.2.2 Concepto 9.

2.2.1 Derivados del concepto 5.

Concepto 5.1.	 <p data-bbox="756 1240 1062 1272">Figura 2.2.1.1 Concepto 5.1.</p>
Concepto 5.2.	 <p data-bbox="756 1541 1062 1572">Figura 2.2.1.2 Concepto 5.2.</p>

2.2.2 Derivados del concepto 9.

Concepto 9.1.	 <p data-bbox="767 510 1075 539"><i>Figura 2.2.2.1 Concepto 9.1.</i></p>
Concepto 9.2.	 <p data-bbox="756 813 1064 842"><i>Figura 2.2.2.2 Concepto 9.2.</i></p>
Concepto 9.3.	 <p data-bbox="756 1104 1064 1133"><i>Figura 2.2.2.3 Concepto 9.3.</i></p>

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 2.2.

2.3 Elección de concepto.

Como se ha explicado en los apartados anteriores, la espada a desarrollar parte de la estética de la tapa que se elija entre los conceptos planteados. Para la elección de uno de los conceptos anteriores se ha planteado una encuesta que ha sido respondida por usuarios de diversas edades, sexos, etc...

Los resultados de la encuesta son los siguientes:

Concepto	Votos
Concepto 5.1	6
Concepto 5.2	46
Concepto 9.1	73
Concepto 9.2	27
Concepto 9.3	20

Como se refleja en la encuesta, el concepto ganador, y sobre el que se desarrollará la espada interior es el concepto 9.1.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 2.3

3. Desarrollo.

Tras la fase de conceptualización de la pieza exterior, se va a pasar a desarrollar la pieza interior del conjunto columna de cogida para volteo del contenedor.

Como se ha comentado anteriormente, se ha determinado optar por dos vías de trabajo a la hora del desarrollo de la columna media interior.

- La primera opción es la modificación de la columna media que se monta en el contenedor actual que ya está en la calle, para que se adapte al nuevo vaso, pero con el fin de no fabricar un nuevo molde. Con esta alternativa, sería necesaria una modificación del molde que ya existe.
- Como segunda opción, se plantea el desarrollo completo de una nueva columna media. Esta nueva columna media deberá aportar rigidez al conjunto, y se buscará reducir peso con respecto a la pieza actual.

3.1 Modificación de la columna media actual.

3.1.1 Análisis de posibles soluciones.

Cabe destacar que la posición del alojamiento del bulón está sujeta a normativa, la cual delimita su posición con respecto al suelo en 1050 ± 50 mm.

El primer paso es colocar la columna media actual en el contenedor nuevo para ver como interactúa con él.

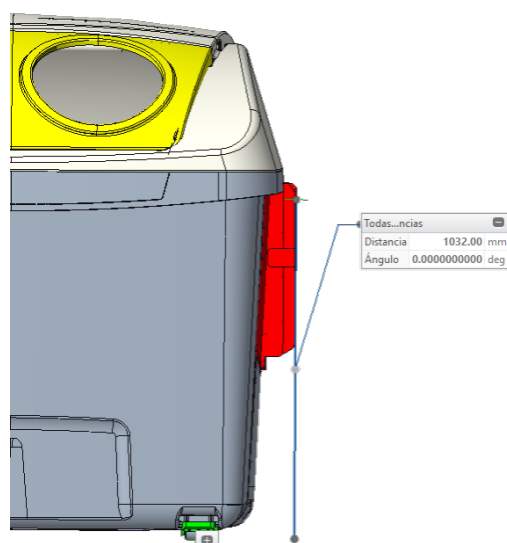


Figura 3.1.1.1 Columna media actual montada sobre contenedor nuevo.

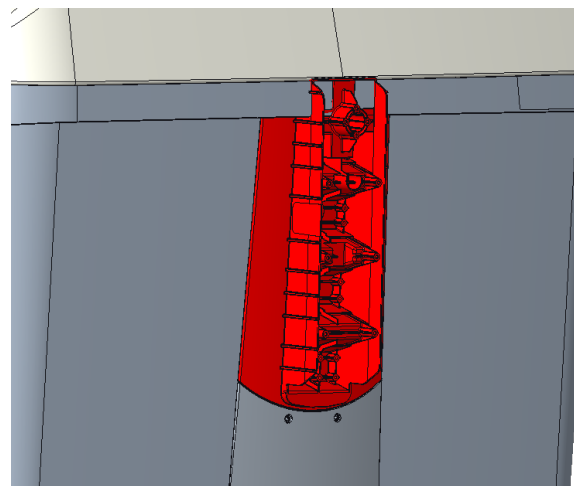


Figura 3.1.1.2 Columna media actual montada sobre contenedor nuevo.

Se observa como la columna media causa interferencias con el faldón del vaso. Será necesaria la modificación de la columna media para que se adapte a dicho vaso. Esta modificación se puede plantear de dos maneras diferentes:

- La primera opción se basa en desplazar toda la columna media ligeramente hacia abajo para evitar las interferencias entre la columna y el faldón del vaso. Según la norma, el alojamiento del bulón de cogida debe tener una cota respecto al suelo de 1050 ± 50 mm, que resulta insuficiente para salvar la interferencia de la columna con el vaso sin dejar de cumplir la norma. Con esta solución se crean interferencias también con la columna inferior y su tapa. Sin embargo, la modificación de molde se considera más sencilla que la que se expone en la siguiente propuesta.

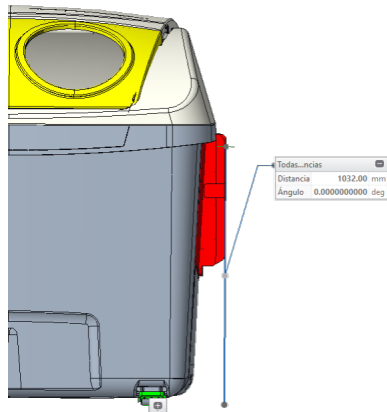


Figura 3.1.1.3 Columna media en posición inicial.

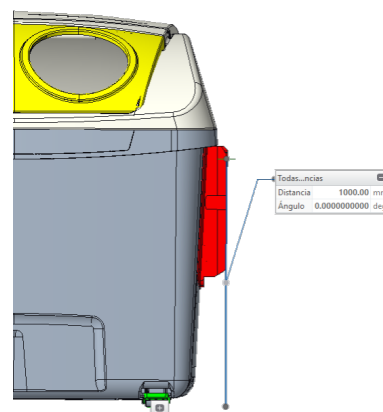


Figura 3.1.1.4 Columna media desplazada hacia abajo para que ajuste en el nuevo vaso.

- La segunda opción trata de no desplazar la columna media, pero modificarla para que se ajuste al faldón del vaso. La parte de la columna media que habrá que modificar será la parte donde se aloja el bulón de cogida. Como se ha dicho en la solución anterior, la distancia del alojamiento del bulón de cogida con respecto al suelo debe ser de 1050 ± 50 mm. Cabe destacar que la modificación del molde de inyección en este caso será mucho más compleja. Esta solución se plantea pese a la dificultad anteriormente expuesta por la no interferencia de la columna media con la columna inferior, que en este caso no tendría que modificarse.

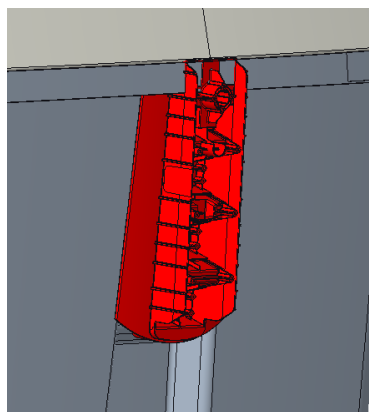


Figura 3.1.1.5 Columna media en posición inicial.

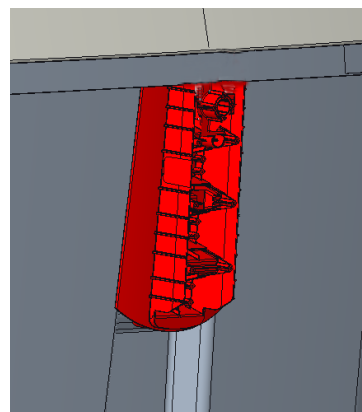


Figura 3.1.1.6 Columna media con alojamiento para bulón de cogida desplazado hacia abajo para que ajuste en el nuevo vaso.

Llegados a este punto, hay que destacar que la modificación de la tapa de la columna inferior es mucho más sencilla que la de la columna media interior. También se destaca que la modificación de la columna inferior interior no es un problema pues se busca su simplificación como parte del proyecto general, pero que no es objetivo de este TFG. Todo esto, añadido a la mayor simplicidad en la modificación del molde de la columna media de la primera opción, respecto a la segunda, hace que se elija la primera solución para su desarrollo.

Con la elección de la solución a desarrollar, es necesario destacar que los puntos de atomillado en el vaso nuevo, con respecto al antiguo variarán.

3.1.2 Desarrollo de la solución elegida.

El desarrollo de la solución planteada consiste en bajar la posición de la columna media para que así se adapte al nuevo vaso. Como se ha explicado antes, se detecta que no se puede bajar la posición de la columna media todo lo que se quiera, ya que la posición del bulón de cogida que acoge está sujeta a normativa.

En la figura 3.1.2.1 se muestra la columna en su posición original, causando interferencia con el faldón del cubo, y quedando el bulón a 1032 mm del suelo. En la figura 3.1.2.2 se ha desplazado la columna todo lo posible, llevando la posición del bulón a su mínimo permitido, 1000 mm. En este caso la columna sigue causando interferencia con el faldón, aunque menos (figura 3.1.2.3), y será necesario recortarla por arriba.

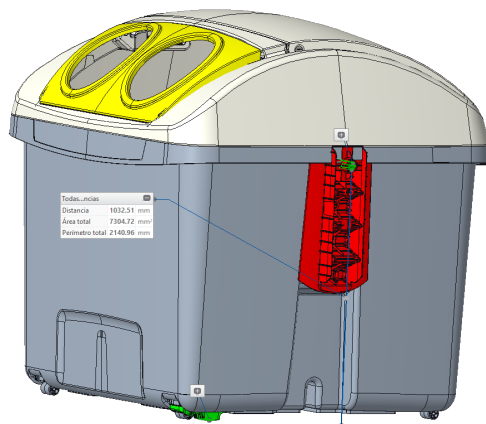


Figura 3.1.2.1 Posición inicial de la columna media.

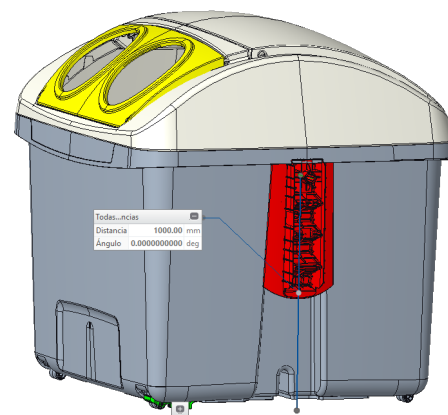


Figura 3.1.2.2 Posición de la columna media con cota 1000 del bulón de cogida.

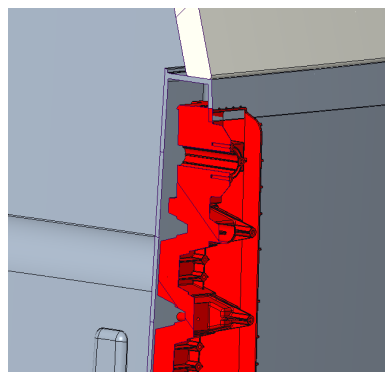


Figura 3.1.2.3 Interferencias de la columna media con el nuevo vaso.

Se detallan a continuación las modificaciones que se han ido realizando.

Para modificar la antigua columna media, ya colocada en su posición nueva, será necesario modificar las aletas de dicha columna hasta que toquen con la parte inferior del faldón del vaso.

Debido a las interferencias que se pueden observar en la figura 3.1.2.3, será necesario realizar un recorte en la parte superior. De esta forma se evita el contacto entre el vaso y la columna media.

Se opta por realizar un diseño en T para conseguir un mejor apoyo del vaso contra la columna en la cogida.

Como último paso, se realizan los nervios en la cavidad trasera de la T.

A continuación, se presenta la columna media modificada.

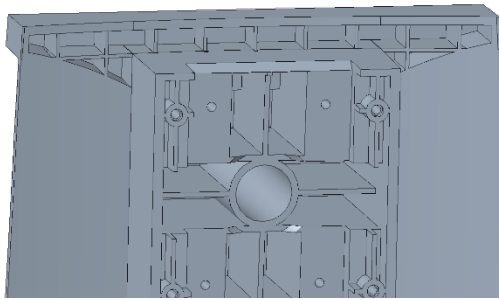


Figura 3.1.2.9 Nervado de la T de la columna media.

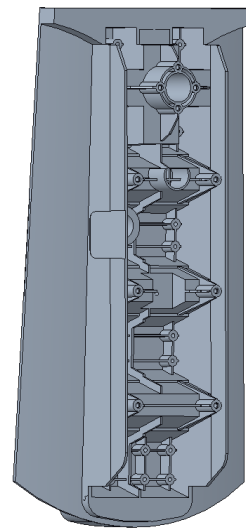


Figura 3.1.2.10 Columna media modificada.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 3.1.

3.2. Desarrollo de una nueva columna media.

3.2.1 Análisis de posibles soluciones.

En esta nueva línea de trabajo, se va a desarrollar una columna media nueva en la que priorice el ahorro de material respecto a la columna media actual modificada. También se tendrá en cuenta la rigidización general de la estructura.

Se sabe que la columna media va atornillada al vaso por dentro, y a la tapa por fuera.

Para colocar las torretas donde se alojarán los tornillos tanto tapa/columna, como columna/vaso, se desarrollará un diseño de zigzag similar al de la columna actual. Con este diseño se pretende acercar las zonas de atornillado de la columna tanto al vaso

como a la tapa, y así evitar torretas con excesiva profundidad de desmoldeo. Se plantean dos posibles soluciones.

- Primero, un diseño de columna media con un zigzag horizontal.
- Segundo, un diseño de columna media con un zigzag vertical.

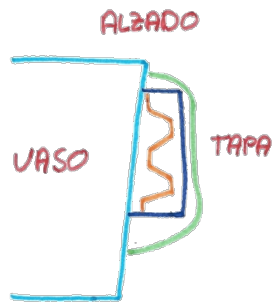


Figura 3.2.1.2 Columna media con un zigzag horizontal (alzado).

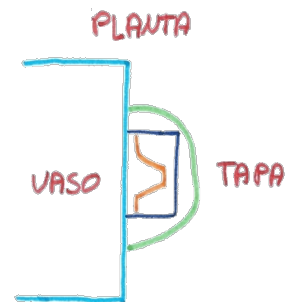


Figura 3.2.1.3 Columna media con un zigzag vertical (planta).

3.2.2 Desarrollo columna media con diseño horizontal.

Es necesario destacar, que los espesores se intentan mantener con respecto a los que se encontraban en la columna media antigua.

El diseño de la columna media con diseño horizontal es el siguiente:

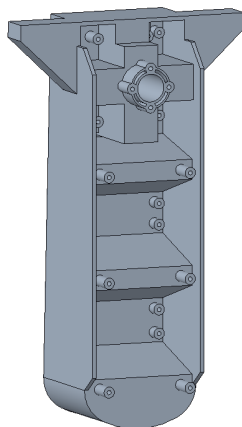


Figura 3.2.2.15 Columna media desarrollada sin nervios.

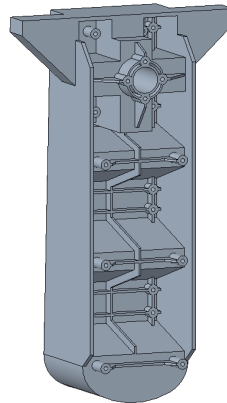


Figura 3.2.2.16 Columna media con nervado frontal.

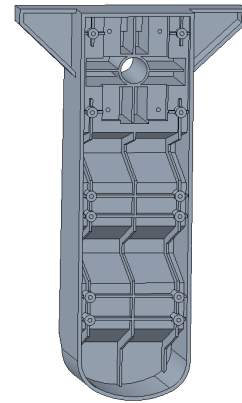


Figura 3.2.2.17 Columna media con nervado trasero.

A continuación, se colocan los nervios necesarios para rigidizar la estructura de la columna media. Dichos nervios serán de un espesor menor a los de la estructura. Siendo en este caso de 3 mm.

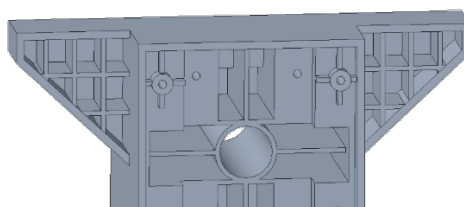


Figura 3.2.2.18 Nervado de la cavidad de la T.

3.2.3 Desarrollo columna media con diseño vertical.

El diseño de la columna media con diseño vertical es el siguiente:

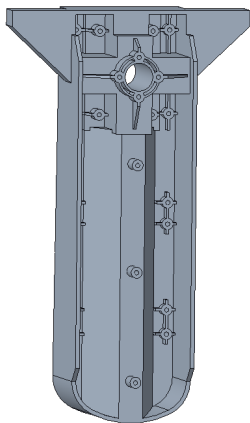


Figura 3.2.3.4 Columna media con zigzag vertical.

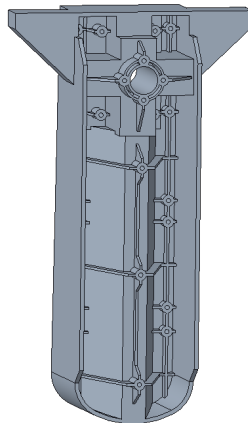


Figura 3.2.3.5 Columna media con nervado frontal.

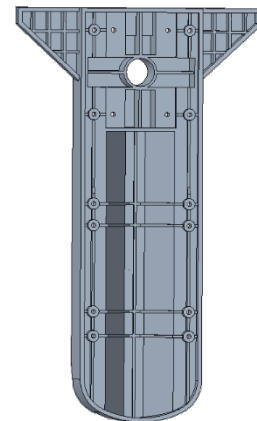


Figura 3.2.3.6 Columna media con nervado trasero.

3.2.4 Comparativa de los dos conceptos de columna media nueva.

Primero se va a comprobar que las dos espadas desarrolladas son prácticamente iguales, y que solo cambia el diseño interior del zigzag. Para ello se van a superponer las dos columnas medias sobre el contenedor.

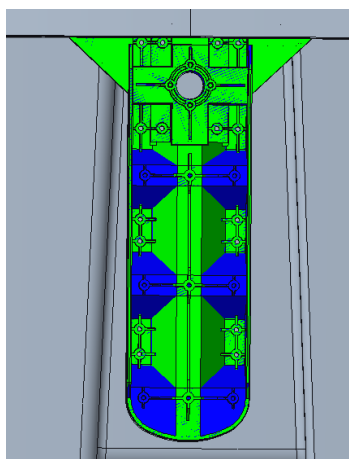


Figura 3.2.4.1 Superposición de las dos columnas desarrolladas. En verde zigzag vertical, en azul zigzag horizontal.

A continuación, se muestra una comparativa entre las dos espadas desarrolladas.

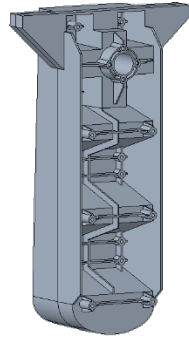


Figura 3.2.4.2 Columna media con diseño horizontal.

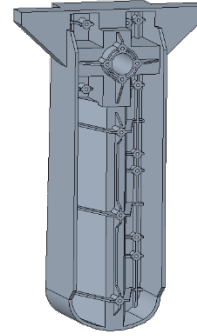


Figura 3.2.4.3 Columna media con diseño vertical.

Una vez comprobado esto, se analiza el volumen de material que se emplea en cada una de las dos columnas. Así se podrá determinar cuál es la que se va a desarrollar del todo.

Los volúmenes son los siguientes:

- Columna media con diseño horizontal: 2028,892 cm³.
- Columna media con diseño vertical: 1984,691 cm³.

Ya que la diferencia de peso es muy pequeña, la elección se hará después de realizar una comparativa de análisis de esfuerzos. Con ello se verá si merece la pena desarrollar la espada con diseño de zigzag vertical, aun con el inconveniente de los puntos de atornillado columna/tapa en este caso varían con respecto al montaje actual.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 3.2.

3.3 Desarrollo de tapa de columna media.

Una vez desarrollada la columna media interior, y teniendo en cuenta el concepto estético elegido en el apartado 2, se procede a desarrollar la tapa de la columna media.

La tapa debe adaptarse perfectamente al contorno del cubo.



Figura 3.3.3 Corte de la tapa que se adapta al contorno del cubo.

Cabe destacar en este punto que se plantean puntos de atornillado compatibles con la columna actual modificada y con la columna nueva de zigzag horizontal, ya que estos dos casos son coincidentes. Si finalmente los ensayos encaminaran la elección a la columna con zigzag vertical, habría que adaptar el atornillado de la tapa, que ya no sería compatible con la columna actual modificada. Se tendrá también en cuenta la posición del bulón de cogida. Con el objetivo de otorgarle de rigidez a la pieza, se realiza un nervado interno.

Con el objetivo de que los brazos de camión de recogida no rocen la tapa, y pueda ocasionarle arañazos, se realizan unos salientes en la tapa. Estos salientes son del tamaño justo para evitar estos roces, y a la vez que no se vean mucho y estropee su estética con el uso.

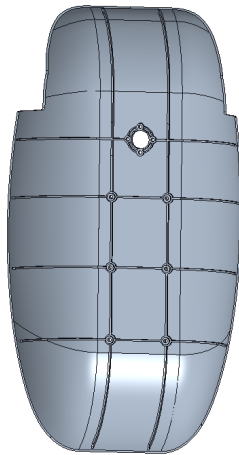


Figura 3.3.6 Nervado interno de la tapa de la columna media.

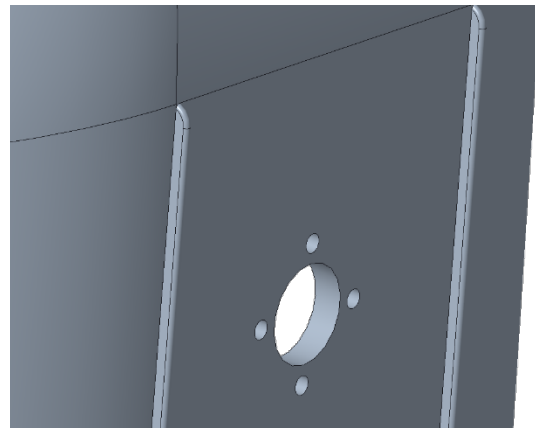


Figura 3.3.7 Salientes en la tapa de la columna media.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 3.3.

3.4 Comparativa de la columna actual modificada y la columna media de nuevo diseño.

Para comparar las dos hipótesis, el primer paso es montarlas sobre el contenedor. Van a ser montadas de forma superpuesta, para ver así de una manera más clara sus diferencias.

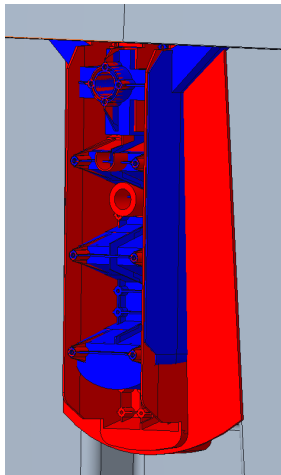


Figura 3.4.2 Superposición de las dos columnas con zoom.

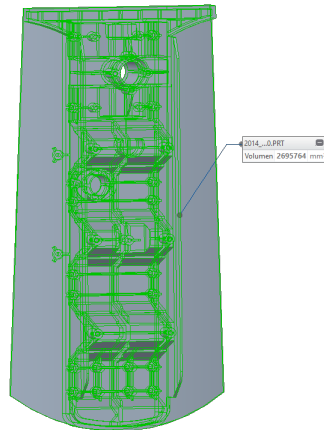


Figura 3.4.3 Volumen de la columna media actual modificada.

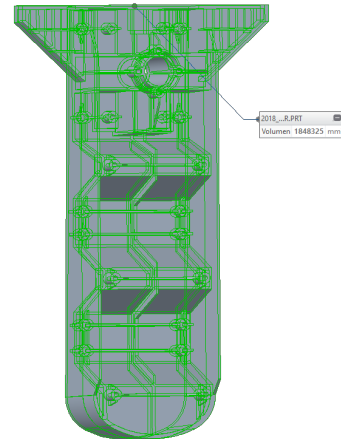


Figura 3.4.4 Volumen de la columna media de nuevo diseño.

Se observa como las zonas funcionales de las columnas (alojamiento del bulón de cogida, torretas de atornillado...) coinciden en las dos opciones.

Se aprecia que el tamaño del nuevo diseño es menor en la parte inferior, y además no cuenta con aletas laterales.

A continuación, se muestra el análisis de volúmenes de los dos diseños. Cabe destacar que los dos diseños se encuentran desarrollados totalmente (con ángulos de desmoldeo).

Los volúmenes son los siguientes:

- Columna media antigua modificada: 2695,764 cm³.
- Columna media con diseño vertical: 1848,325 cm³.

Se ha conseguido reducir el volumen de la columna aproximadamente un 30%.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 3.4.

4. Selección de material.

Como se ha observado en la fase de información realizada anteriormente, la mayoría de los sistemas de cogida plásticos son realizados en HDPE, pero aún así, se va a realizar un proceso para seleccionar el material que mejor se adecúe a la columna media desarrollada.

Para esta selección de material se tienen en cuenta las principales familias de plásticos. Se realizará una tabla donde se puntuarán del 0 al 10 los diferentes parámetros de los materiales. Estos parámetros se establecen de acuerdo con los requerimientos de la columna media.

Cabe destacar que, en el caso de que un parámetro de un material se encuentre sobredimensionado, no se tendrá en cuenta dicho parámetro.

Los parámetros a tener en cuenta son:

- Resistencia a flexión: Se considera sobredimensionados los valores mayores a 50 MPa.
- Rigidez: Los valores mayores a 1500 MPa también serán considerados como sobredimensionados.
- Comportamiento: El comportamiento de los materiales plásticos puede definirse como frágil o tenaz. En este caso se descartarán todos los materiales frágiles.
- Resistencia al impacto: Se considerará sobredimensionados los valores superiores a 400 J/m.
- Densidad.
- Precio: Se descartarán los materiales con un precio que supere los 2 €/kg.

	PS	PVC	SAN	PC	LDPE	HDPE	PA	PP	ABS
Comportamiento	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil	Tenaz	Tenaz	Tenaz	Tenaz	Tenaz
Resistencia a flexión (MPa)					17 (2)	25 (5)	75 (0)	23 (4)	72 (0)
Rigidez (MPa)					200 (1)	1000 (4)	2600 (0)	1150 (5)	2200 (0)
Resistencia a impacto (MPa)					1000 (0)	210 (5)	100 (2)	250 (6)	400 (0)
Densidad (g/cm ³)					0'92 (6)	0'95 (6)	1'13 (4)	0'9 (6)	1'05 (4)
Precio (€/kg)					1'6 (2)	1'25 (6)	1'2 (7)	2,4 (0)	1'6 (2)
Total	0	0	0	0	11	26	13	20	6

Según la tabla ponderada anteriormente descrita, el material que mejor se adapta a las necesidades es el HDPE, muy seguido del PP. Por tanto, se seguirá usando en este proyecto el HDPE, tal y como ya se hace en los contenedores que están en la calle.

5. Ensayos resistentes.

Una vez acabadas de desarrollar las diferentes opciones de columnas medias, se van a realizar una serie de ensayos resistentes, en los que se van a analizar las tensiones de cada una de las piezas, para elegir la columna que mejor se comporte ante los esfuerzos.

A medida que se analicen los diferentes casos, se llevarán a cabo evoluciones de las piezas para que estas cumplan con los requisitos mínimos de tensiones.

5.1. Ensayos para la elección de columna.

Se va a realizar el mismo ensayo a las tres opciones de columna, con el objetivo de ver cuál es la columna media que mejor se comporta ante un esfuerzo de cogida.

5.1.1. Preparación del ensayo.

Se va a realizar el mismo proceso de preparación para todos los tipos de columna media desarrolladas.

El primer paso para poder realizar un ensayo resistente es realizar una simplificación de las piezas, eliminando los redondeos, y evitando las geometrías que puedan llevar a error cuando se corre el caso. Es importante que las simplificaciones sean lo mínimas posibles.

Una vez se encuentran todas las piezas que se van a utilizar en el ensayo simplificadas, es necesario montar un ensamblaje con dichas piezas. En este caso se montará la columna media y las dos piezas que forman el bulón de cogida.

Es muy importante que las piezas se mantengan en contacto las unas con las otras, pues de no ser así, llevaría a errores una vez que se corra el caso.

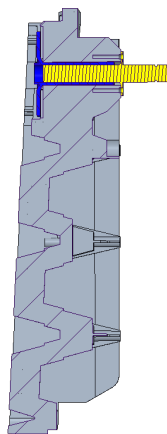


Figura 5.1.1.3 Corte del ensamblaje.

Es necesario establecer los materiales que se van a emplear en el ensayo. En este caso se empleará un PE con un coeficiente de Poisson de 0.38 y un módulo de Young de 1000 MPa. En este caso no es importante escoger un acero concreto, ya que se evalúa en comportamiento de la pieza de plástico, con un elemento montado sobre ella mucho más rígido.

La columna será de PE, y las dos piezas del bulón de cogida serán de acero.

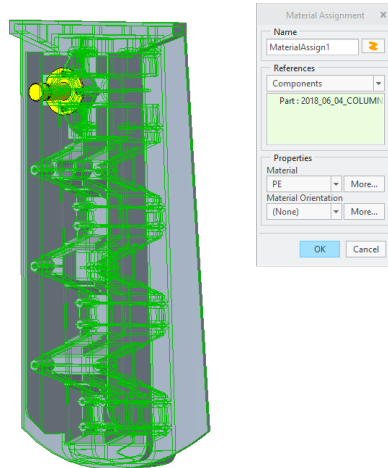


Figura 5.1.1.5 Asignación del PE.

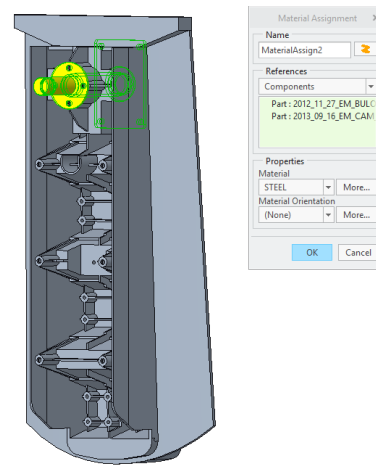


Figura 4
5.1.1.6 Asignación del acero.

Se aplica una fuerza en el bulón de cogida. Esta fuerza simula la carga a la que estará sometida la columna. Esta carga está compuesta por el peso del contenedor, y la carga de los residuos que contendría el contenedor.

En la siguiente tabla se pormenorizan las cargas del contenedor.

Elemento	Peso
Cubo	70 Kg
Tapa usuario	4 Kg
Tapa descarga	9 Kg
Cúpula	15 Kg
Herrajes	10 Kg
Carga (3200 l x 0,4 dm ³)	1280 Kg
Total	1388 Kg

Debido a que solo se simula una columna, se deberá dividir por dos la carga que se aplica. En este caso se introducirá una carga de 6940 N.

Se fija la parte trasera de la columna, pues es la que estará en contacto con el contenedor. Indicar que este ensayo será más crítico que el caso real, ya que la columna va montada sobre el vaso que es un elemento flexible, y en la simulación la base de la columna se está empotrando.

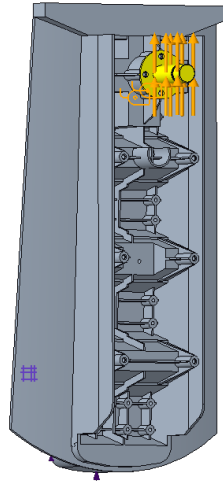


Figura 5.1.1.7 Aplicación de la carga.

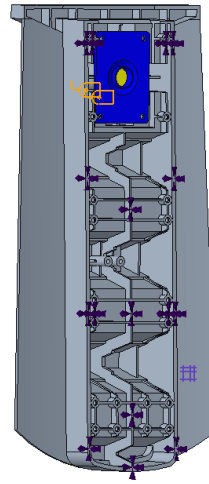


Figura 5.1.1.8 Fijación de la columna.

Una vez realizados estos pasos, se puede proceder a correr el caso para ver los resultados obtenidos.

5.1.2. Análisis resistente de la columna media actual modificada.

Al ejecutar el caso, la tensión máxima obtenida es de 113 Mpa.

Se observa en la figura 5.1.2.2 como los nervios en color rojo sufren demasiadas tensiones, estos puntos actúan como acumuladores de tensiones, haciéndolos puntos críticos.

En la figura 5.1.2.3 se pueden apreciar los puntos de acumulación de tensión de la parte trasera. Se observa que estos puntos de acumulación de tensión son debidos a la placa de fijación a la columna media del bulón de cogida.

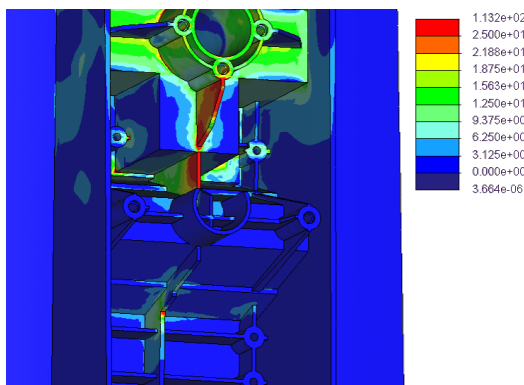


Figura 5.1.2.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la columna media actual modificada.

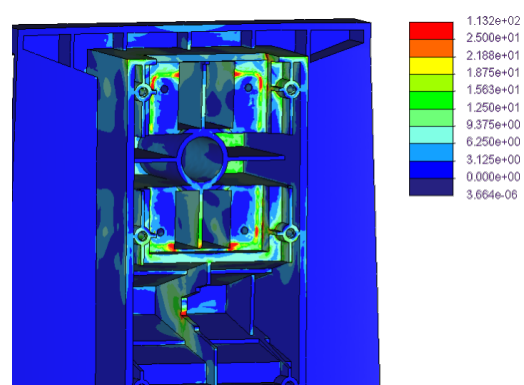


Figura 5.1.2.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la columna media actual modificada.

5.1.3. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño vertical.

Una vez ejecutado el caso, se observa como la tensión máxima obtenida es de 203 Mpa.

En la figura 5.1.3.2 Se observa como el punto más crítico es el nervio inferior del alojamiento del bulón de cogida.

En la parte trasera, como se puede apreciar en la figura 5.1.3.3, se detectan acumuladores de tensión en la unión de los nervios con las torretas de atornillado. Estos acumuladores de tensión se pueden solventar realizando una serie de redondeos que suavicen la geometría.

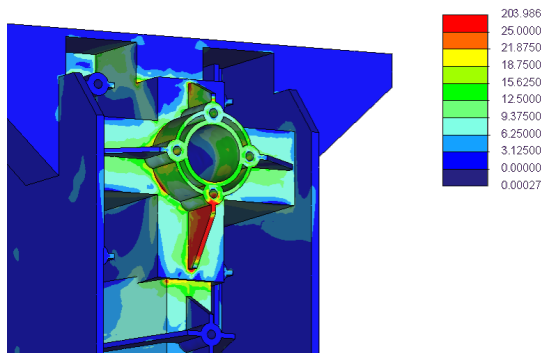


Figura 5.1.3.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la nueva columna media con diseño vertical.

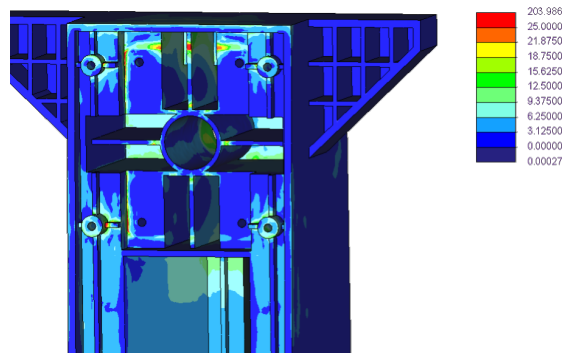


Figura 5.1.3.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la nueva columna media con diseño vertical.

5.1.4. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño horizontal.

En el caso de la nueva columna media con diseño horizontal, se encuentra una máxima tensión de 81 MPa.

Con el desarrollo de una nueva columna media con diseño horizontal, como se observa en la figura 5.1.4.2, se libera de tensiones el nervio inferior del alojamiento del bulón de cogida. También se observa que se encuentra un acumulador de tensión en el nervio coloreado de rojo que se encuentra bajo él.

La parte trasera muestra acumuladores de tensión en las uniones de los nervios con las torretas de atornillado, así como en las esquinas más próximas a la placa de atornillado del bulón de cogida.

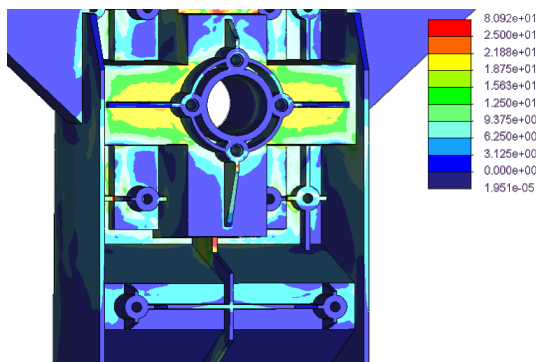


Figura 5.1.4.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

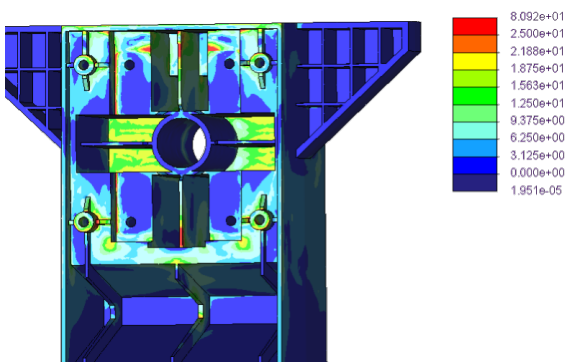


Figura 5.1.4.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

5.1.5. Conclusiones de los ensayos comparativos de las diferentes columnas medias.

Se puede observar como todas las gráficas de resultados que se muestran de los análisis resistentes, se escalan hasta 25 MPa, pues se ha tomado dicho valor como límite elástico del material. Así todos los puntos que sobrepasen ese valor han sido coloreados en rojo.

Se determina pues, que la columna media que soporta mejor los esfuerzos es la nueva columna media con diseño horizontal, pues tiene menos zonas coloreadas en rojo. Se puede decir que las zonas coloreadas en rojo de dicha columna son pequeños acumuladores de tensión, los cuales se solucionarán al realizar los redondeos generales de la pieza, pues suavizan la geometría.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 5.1.

5.2. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo.

Una vez escogida la columna media que mejor se comporta en el ensayo anteriormente expuesto, se va a realizar un ensayo resistente de dicha columna montada sobre el cubo completo.

Para este ensayo se va a crear un ensamblaje en el que se incluirá el vaso, la cúpula, la columna media, y las piezas del bulón de cogida.

Con este ensayo se pretende observar como interactúa la columna media escogida con el conjunto del contenedor. Para ello se opta por realizar un ensayo de la mitad del contenedor, cortado por el plano medio.

5.2.1. Preparación del ensayo.

Para la preparación del ensayo, se monta el ensamblaje con las piezas necesarias, y se asigna PE al vaso, cúpula, y columna media; y acero a las piezas que conforman el bulón de cogida.

Se aplica una carga de 6940 N en el fondo del vaso. Esta carga simula el peso de los residuos y el peso del propio contenedor.

Debido a que se va a simular un ensayo con solo la mitad del contenedor, será necesario aplicar una fijación de simetría en el contenedor. También se aplicarán las fijaciones necesarias en el bulón de cogida, permitiendo sólo su desplazamiento en el eje Y, y una fijación que imposibilite el desplazamiento general del contenedor en el mismo eje.

Cuando el contenedor se encuentra totalmente preparado para la simulación, se pone a correr el caso.

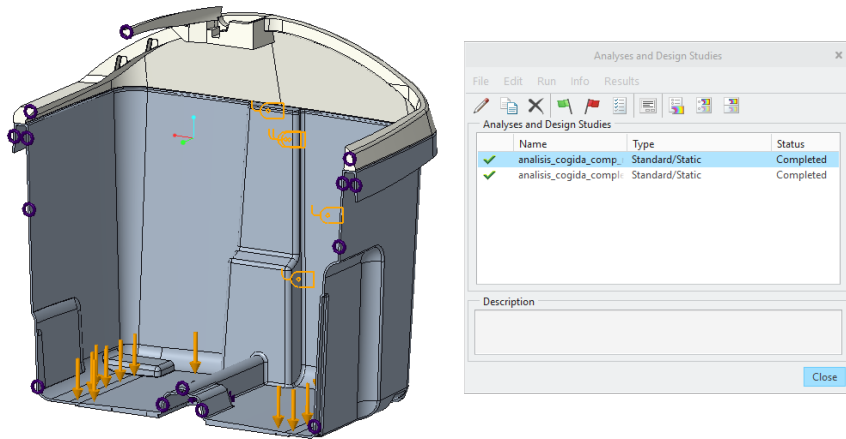


Figura 5.2.1.5 Procedimiento de correr el caso.

iv

5.2.2. Resultados del análisis.

Se puede observar que una vez montada la columna media en el contenedor, no hay zonas de la columna media que superen los 25 MPa de tensión que se han delimitado como límite elástico. Esto hace que la columna cumpla con los requerimientos necesarios.

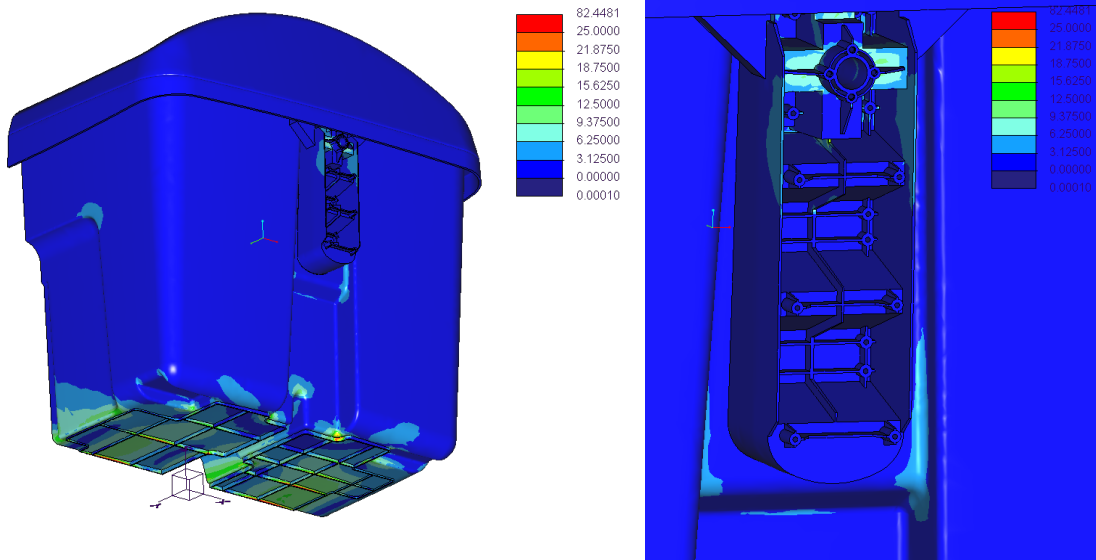


Figura 5.2.2.1 Resultado general del análisis de cogida.

Figura 5.2.2.2 Vista detalle de la columna media.

Para ver los esfuerzos generados en el bulón de cogida, se establece el límite elástico del acero en 400 MPa, y los resultados son los siguientes:

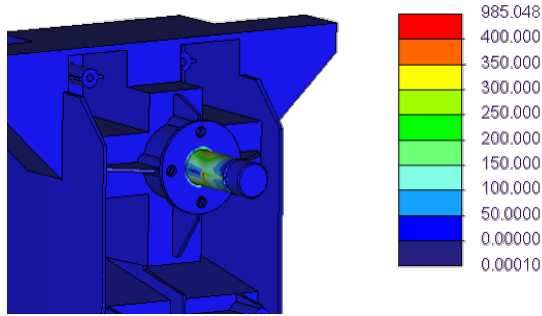


Figura 5.2.2.3 Vista frontal del análisis con el escalado en 400 MPa.

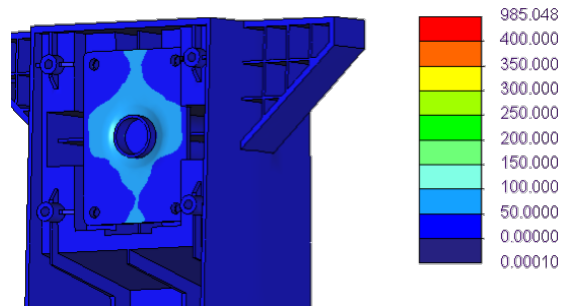


Figura 5.2.2.4 Vista trasera del análisis con el escalado en 400 MPa.

Debido a que los ensayos muestran que la columna media cumple sobradamente con las especificaciones de esfuerzos, se va a reducir el espesor general de la pieza. Se va a pasar de un espesor general de 5 mm a 4 mm.

5.2.3. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo con espesor de 4 mm.

Los análisis otorgan un resultado de una tensión máxima de 57 MPa.

Como se puede observar, toda la columna se encuentra por debajo de los 25 MPa marcados como límite elástico del material, exceptuando la esquina que se muestra en la figura 5.2.3.3, la cual se solucionará con el redondeo general de la pieza.

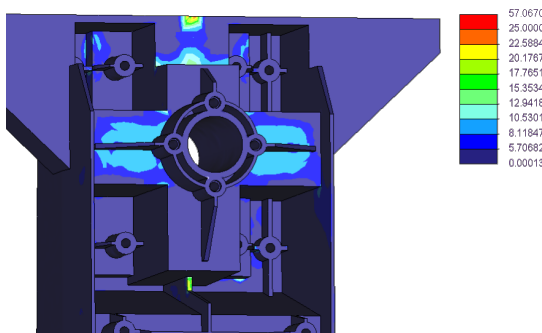


Figura 5.2.3.2 Vista frontal del análisis con la columna media de espesor 4 mm.

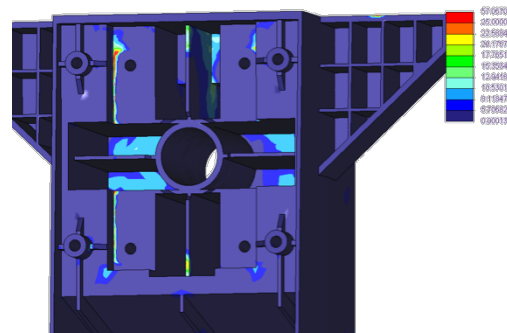


Figura 5.2.3.3 Vista trasera del análisis con la columna media de espesor 4 mm.

Debido a los resultados obtenidos por los análisis resistentes, se define como columna media a desarrollar la nueva columna media con diseño horizontal de espesor 4 mm. Debido a las modificaciones que se han realizado en la columna media reduciendo su espesor, se da como consecuencia, que el volumen de material empleado es inferior al anteriormente planteado, siendo de 1,65 dm³.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 5.2.

6. Modificación sobrevenida a petición del cliente.

Una vez tenemos la columna media totalmente desarrollada, y los ensayos resistentes del apartado 4 totalmente validados, el cliente sugiere realizar una modificación en la columna media.

El modelo de CL actual cuenta con una columna inferior que sirve de soporte para una caja de telecomunicaciones del contenedor. A su vez, esta columna inferior, dispone de una tapa que se encuentra atornillada a la misma.

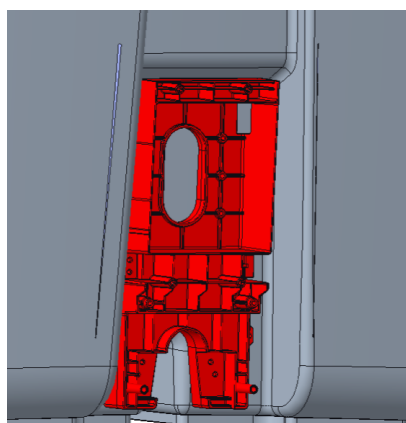


Figura 6.1 Columna inferior.

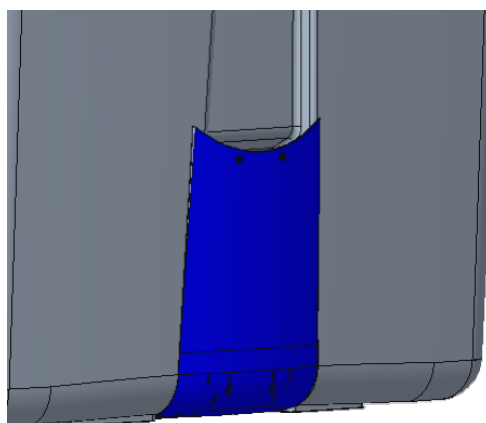


Figura 6.2 Tapa de columna inferior.

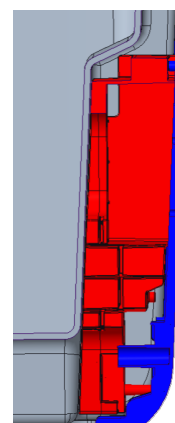


Figura 6.3 Corte de columna inferior.

El requerimiento del cliente es simplificar al máximo, teniendo en cuenta que parte del atornillado de la tapa inferior puede ir a la columna media interior.

Se plantea la solución de diseñar un tacón a la columna media, evitando así modificar en exceso su geometría y su comportamiento frente a los esfuerzos simulados en los ensayos resistentes del apartado 4.

Este tacón cuenta con una zona de atornillado al vaso, así como la zona de atornillado de la tapa inferior.

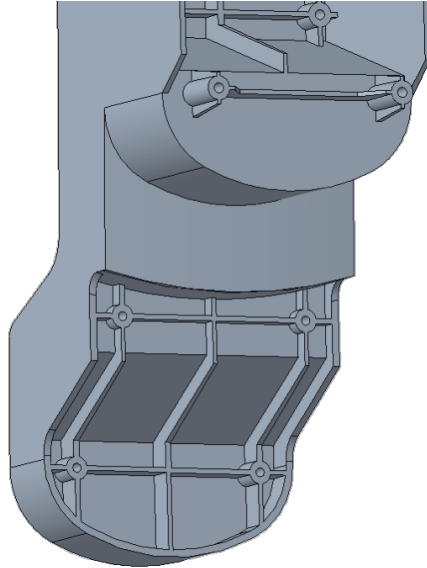


Figura 6.4 Tacón de columna media.

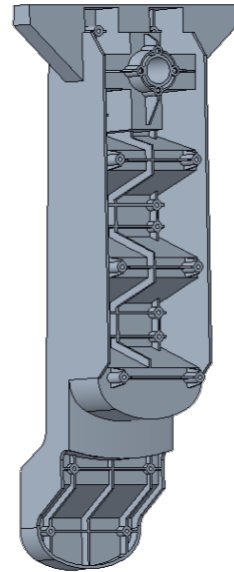


Figura 6.5 Columna media modificada.

Con esta modificación se aumentan los puntos de atornillado de la columna con el vaso, y se reduce el número de piezas del contenedor. Por el contrario, se aumenta el volumen de la columna media.

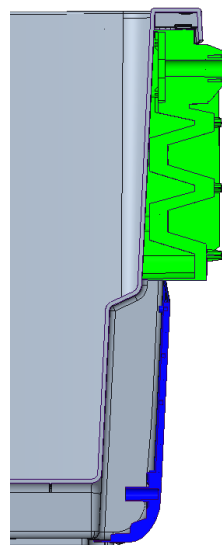


Figura 6.6 Corte de columna sin tacón.

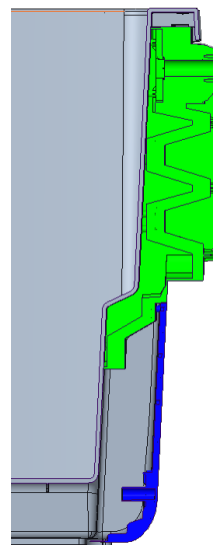


Figura 6.7 Corte de columna con tacón.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 6.

7. Simulaciones de inyección.

7.1. Inyección de la columna interior.

Por requerimientos del cliente, se determina que el material que se utilizará para inyectar la pieza es el KS 10100 DOW CHEMICAL, el cuál se define como un HDPE. Dicho material cuenta con una serie de recomendaciones del fabricante a la hora de inyectarlo:

- Temperatura del molde: 30° (10 – 50°).
- Temperatura del material: 230° (200 – 260°).
- Temperatura del material máxima: 300°.
- Temperatura del expulsión: 100°.

7.1.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.

Para poder determinar el número de puntos de inyección y su ubicación es necesario balancear la pieza. Balancear quiere decir que todos los puntos de la pieza terminen de llenar a la vez y que ninguno esté sobrecompactado.

Las opciones de balanceo que se van a analizar es inyectando por 1, 2, ó 3 puntos.

Cabe destacar que se van a mostrar únicamente los casos seleccionados, es decir, los que ya se encuentran balanceados. Para ver el proceso de balanceo y el resto de casos, acudir al apartado 7.1.1. del anexo.

Inyección por 1 punto.

Se van a realizar varios casos, con diferentes localizaciones del punto de inyección. El primer caso, además de para ver el balanceado de la pieza, servirá para establecer el tiempo de llenado necesario, pues se simulará como el tiempo en automático.

Para todos los casos, se establece que el porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión sea del 99%.

Caso 3: Se establece como punto de inyección un punto medio de los dos casos anteriores. Esta situación tiene el inconveniente de que es una superficie que casi forma 90 grados con el plano de partición del molde, y la llegada de la cámara caliente a la pieza no es la más conveniente. En caso de tratarse este caso como el mejor en cuanto a balanceo, sería conveniente realizar una pequeña modificación en la pieza para que la llegada de la cámara caliente fuera la correcta. Esta solución no sería un gran problema debido a que la columna no es una pieza estética.

Se obtiene una presión máxima de llenado de 52 MPa. Se consigue obtener una pieza balanceada, pues los dos extremos de la pieza se llenan a la vez, y hace que ninguno de estos dos extremos se sobrecompacte.

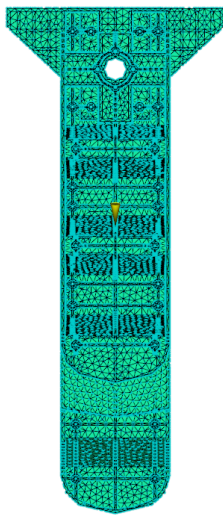


Figura 7.1.1.7 Punto de inyección Caso 3.

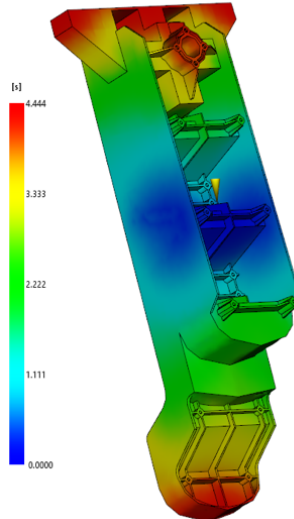


Figura 7.1.1.8 Tiempo de llenado Caso 3.

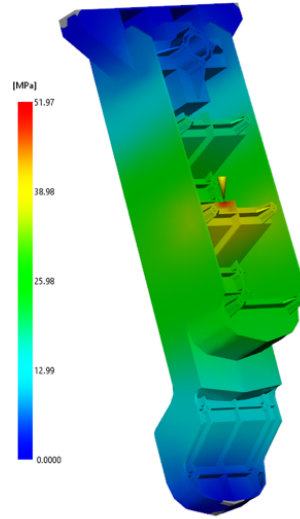


Figura 7.1.1.9 Presión en la conmutación Caso 3.

Inyección por 2 puntos.

Para el balanceado de la columna por medio de dos puntos de inyección, se establece que, por requerimientos de la cámara caliente que se tendrá que realizar, solo hay dos posibilidades de colocación para cada uno de los puntos de inyección.

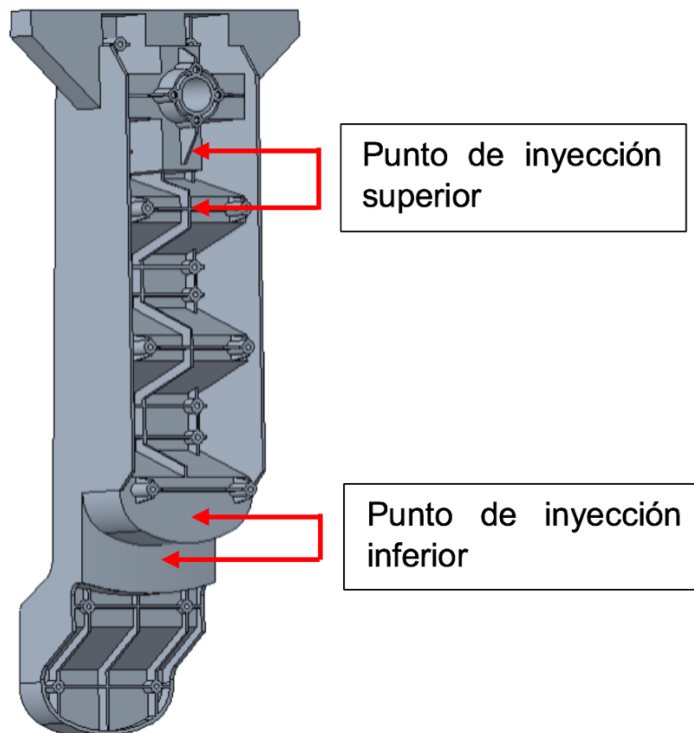


Figura 7.1.1.10 Posibilidades de puntos de inyección

Cabe destacar la influencia de los puntos de inyección entre sí, pues la colocación del superior influye en el inferior, y al contrario.

Para lograr balancear la pieza, se van a analizar las cuatro posibilidades de colocación de dichos puntos de inyección.

El tiempo de llenado se establece en 4 segundos, siendo algo más corto que en la inyección por un solo punto. El porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión será para todos los casos del 99%.

Caso 4: Se mantiene el punto de inyección superior en su posición más elevada, pero se sitúa el inferior en la más baja, para lograr así que se separen y que los dos extremos de la columna se llenen a la vez.

Se observa como el llenado de los dos extremos de la columna no es ideal, pero se establece casi a la vez. Por el contrario, se observa como el centro de la pieza se llena lo último, lo que hace que se sufra algo de sobrecompactación en los extremos de la columna.

La presión máxima de llenado es de 34 MPa.

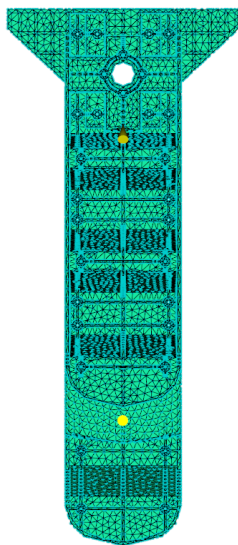


Figura 7.1.1.20 Puntos de inyección Caso 4.

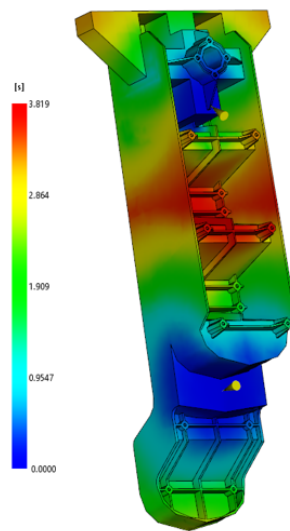


Figura 7.1.1.21 Tiempo de llenado Caso 4.

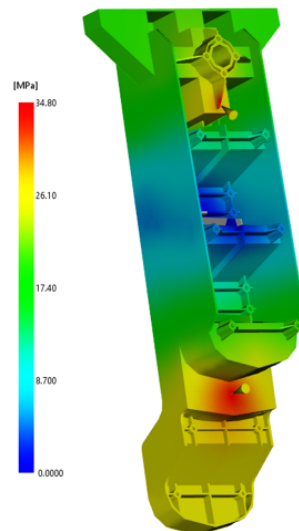


Figura 7.1.1.22 Presión en la conmutación Caso 4.

Inyección por 3 puntos.

Debido al resultado obtenido en el caso 4 de inyección por 2 puntos, en el que la zona central de la columna es la última en llenarse, se ha decidido incluir un punto de inyección más en la zona central de la columna media.

A la hora de posicionar los puntos de inyección exteriores, se encuentran los mismos problemas que los descritos en la inyección por dos puntos.

El tiempo de inyección se reduce hasta los 3'5 segundos, pero el porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión se mantendrá para todos los casos en el 99%.

Caso 4: Para solucionar la sobrecompactación del caso 3, se posiciona algo mas abajo el punto de inyección central. Sigue sin ser suficiente para lograr balancear la columna media.

La presión máxima de llenado es de 54 MPa.

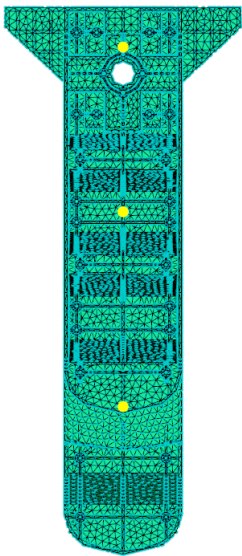


Figura 7.1.1.32 Puntos de inyección Caso 4.

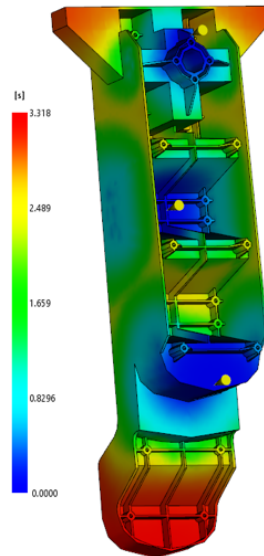


Figura 7.1.1.33 Tiempo de llenado Caso 4.

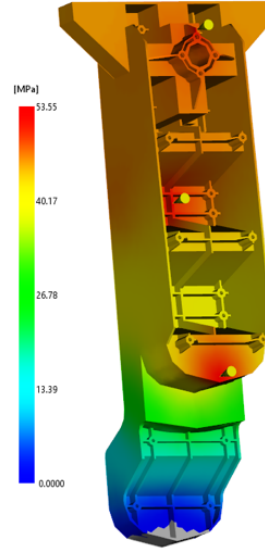


Figura 7.1.1.34 Presión en la conmutación Caso 4.

Ante la necesidad de añadir un punto de inyección centrado, es imposible evitar zonas sobrecompactadas. Debido a esta imposibilidad se descarta la inyección por 3 puntos.

Casos seleccionados

Vistos los resultados de todos los casos de balanceado analizados, se seleccionan el mejor balanceo de llenado por un punto y el mejor balanceo de llenado por 2 puntos.

Los casos seleccionados son el caso 3 de inyección por 1 punto, y el caso 4 de inyección por 2 puntos.

A partir de ahora, y con el fin de facilitar la lectura, denominaremos a estos casos: CASO 1 PUNTO, y CASO 2 PUNTOS. Se muestra un resumen de resultados obtenidos en el balanceado, teniendo en cuenta que solo se han realizados llenados y con entrada directa a pieza, es decir, sin cámara caliente.

Caso	P _{máx}
1 punto	52 MPa
2 puntos	34 MPa

7.1.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde. [22]

Llegados a este punto, y antes de programar la compactación, se va a proceder a elegir la inyectora en función del tamaño de molde. Al tratarse de piezas grandes, el molde muy probablemente marcará el tamaño de máquina, y de esta manera, se estudiará la

fase de compactación tratando de no superar la fuerza de cierre dada por la maquina elegida.

Se va a establecer el tamaño de molde teniendo en cuenta el tamaño de la pieza con la ayuda de www.hasco.com.

El primer paso para configurar un molde es conocer las cotas de la pieza que se van a inyectar. Las cotas de gálibo de la pieza son de 300 mm de ancho, 700 mm de alto, y 250 mm de profundidad. Con estas cotas, se establece que el molde necesario para inyectar la columna media sea el siguiente. Todo el proceso de selección de placas para el molde se puede consultar en el apartado 7.1.2. del anexo.

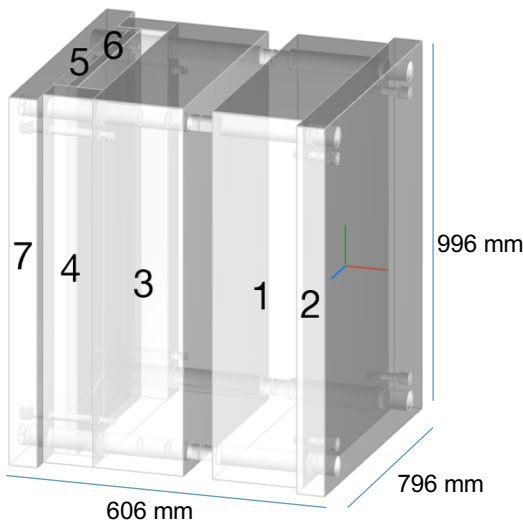


Figura 7.1.2.6 Molde necesario para columna media.

N.º	Producto	Información	Cantidad
1	K20/696x996x246/1.1730/S		1
2	K11/696x996x76/1.1730		1
3	K20/696x996x246/1.1730/S		1
4	K40/696x996x136/1.1730		2
5	K70/696x996x36/1.1730		1
6	K60/696x996x27/1.1730		1
7	K11/696x996x76/1.1730		1

Con estas dimensiones de molde, según el catálogo de máquinas inyectoras de Mateu & Solé [21], se establece que se necesita una máquina inyectora mínima por tamaño de molde de 500 Tn.

MATEU & SOLÉ											
INYECTORAS HIDRAULICAS de 30 Tn a 205 Tn						INYECTORAS DE DOBLE RODILLERA de 75 Tn a 825 Tn					
HYDRAULIC INJECTION MOLDING MACHINES from 30 Tn to 205 Tn						DOUBLE TOGGLE INJECTION MOLDING MACHINES from 400 Tn to 825 Tn					
PRESSES HYDRAULIQUES de 30 Tn à 205 Tn						PRESSES À DOUBLE GENOUILLÈRE de 75 Tn à 825 Tn					
UNIDAD DE INYECCION	100	165	270	440	625	1060	170	440	625	1060	1700
Díametro del husillo	20-30	25-30-35	30-35-40	35-40-45	40-45-50	45-50-60	50-55-60	55-60-65	60-65-70	65-70-75	65-80-90
Reolator L/D del husillo	20-30	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Presión máxima de inyección	1995 - 1500	270-1705-1020	208-1738-1320	228-1745-1390	2295-1742-1335	2380-1730-1340	2385-1738-1330	2380-1738-1330	2295-1742-1335	2380-1730-1340	2285-1738-1330
Volumen teórico de inyección	0,1 - 9,1	72 - 195 - 120	113 - 165 - 201	192 - 251 - 319	303 - 368 - 429	445 - 595 - 720	188 - 188 - 188	182 - 182 - 182	295 - 339 - 429	445 - 595 - 720	188 - 188 - 188
Peso máximo de inyección (PS)	25 - 25	40-165-118	100-140-100	170-220-260	260-320-420	420-538-717	192-140-140	175-250-290	225-290-420	420-538-717	192-140-140
Capacidad de inyección	48,43	70-33-106	78-106-138	81-105-133	185-254-313	264-339-451	78-106-138	179-224-298	214-271-392	264-339-451	78-106-138
Capacidad de plastificación	18-30	20-35-55	40-50-60	42-50-65	60-70-75	65-90-90	40-50-60	50-60-70	60-70-75	65-90-90	40-50-60
Velocidad regulable de husillo	270	337	252	200	300	300	252	444	496	320	311
Pir de giro del husillo	204	440	696	878	1110	1753	696	878	1110	1753	1753
Zona de deflexión	0	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1
Potencia de calefacción	4,5	8-10-10	9-13-12	10-12-14	12-14-19	14-19-21	8-10-12	10-12-14	12-14-19	14-19-21	8-10-12
Potencia máxima apoyo boquilla	4,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Carrea máxima de la boquilla	200	270	300	350	350	400	300	350	350	400	400
UNIDAD DE CIERRE	300 (H)	550 (H)	800 (H)	1000 (H)	1500 (H)	2050 (2D)	500 (2D)	800 (2D)	1000 (2D)	1500 (2D)	2100 (2D)
Fuerza cierre	300 (H)	550 (H)	800 (H)	1000 (H)	1500 (H)	2050 (2D)	500 (2D)	800 (2D)	1000 (2D)	1500 (2D)	2100 (2D)
Carrea máxima de apertura	300	350	500	450	600	700	300	360	440	500	500
Espesor máx. ajustable de a.	70-170	100-300-270-410	150-350	150-350	200-400	200-500	150-400	125-400	150-500	200-600	200-600
Dimensiones plano H x V	40 x 400	50 x 550	55 x 595	55 x 595	70 x 750	90 x 890	50 x 490	90 x 890	90 x 890	100 x 960	100 x 960
Paso entre columnas H x V	200 x 200	350 x 250	470 x 470	470 x 470	500 x 500	600 x 600	350 x 350	470 x 470	490 x 490	500 x 500	500 x 500
Distancia máxima entre placas	470	650	800	800	1050	1200	720	890	940	1200	1200
Díametro de las columnas	45	60	75	75	80	100	60	65	65	80	100
Fuerza máxima de la expulsión	26	44	44	44	89	89	23	54,5	54,5	89	89
Carrea máxima de expulsión	100	130	220	130	150	150	100	140	140	200	200
CARACTERÍSTICAS GENERALES											
Ciclo en vacío (Europap Eaj. min-1)	48	35	40	40	25	22	33	30	25	22	23
Potencia del motor	5,2 (12,5)	15 (20)	18,5 (25)	18,5 (25)	22 (30)	30 (40)	15 (20)	22 (30)	30 (40)	30 (40)	37 (50)
Potencia total instalada	13,7	23-31-25	27,3-35-30	28,1-33-32	34-38-31	44-49-42	24-25-27	32-34-38	40-44-40	44-49-42	58-68-60
Capacidad depósito aceite	100-180	170-220	170-240	170-240	300-330	470-510	220	225	225	330	330
Peso neto de la máquina	1350	3000	3600	5100	5100	6000	1900	4000	5000	6500	12000
CLASIFICACION EUROPAP	300/100H	500/165H	800/270H	1000/440H	1500/625H	2050/1060H	780/170	1060/440	1500/625	2100/1060	2800/1810
REMARKS											

Figura 7.1.2.6 Catálogo Mateu & Solé [21].

7.1.3. Análisis de la fase de llenado.

Una vez determinado el molde necesario para inyectar la columna media, se modeliza la cámara caliente acorde al molde necesario para ambos casos; 1 punto y 2 puntos. En cada uno de ellos se programaran los parámetros de inyección más adecuados al tipo de llenado. Esta cámara caliente se va a aplicar a los dos casos seleccionados anteriormente.

Caso 1 punto.

Se aprecian los resultados de presión en la conmutación que ascienden a 73 MPa. Se trata de un caso bien balanceado, pero se descarta por la dificultad de implementar la cámara caliente en una pared con excesiva inclinación con respecto al plano de partición del molde..

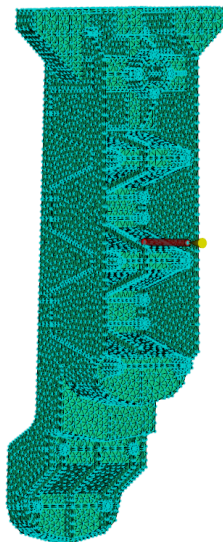


Figura 7.1.3.1 Punto de inyección Cámara caliente Caso 1 punto.

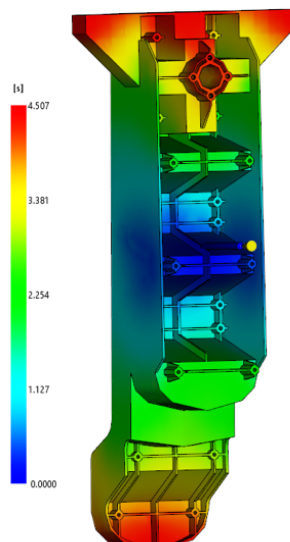


Figura 7.1.3.2 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 1 punto.

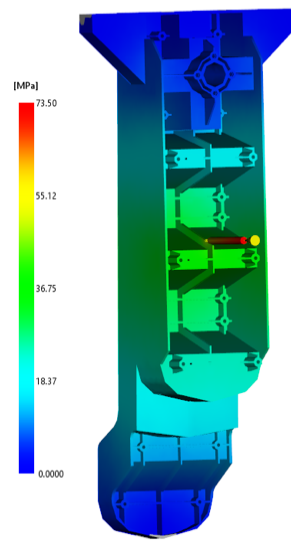


Figura 7.1.3.3 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 1 punto.

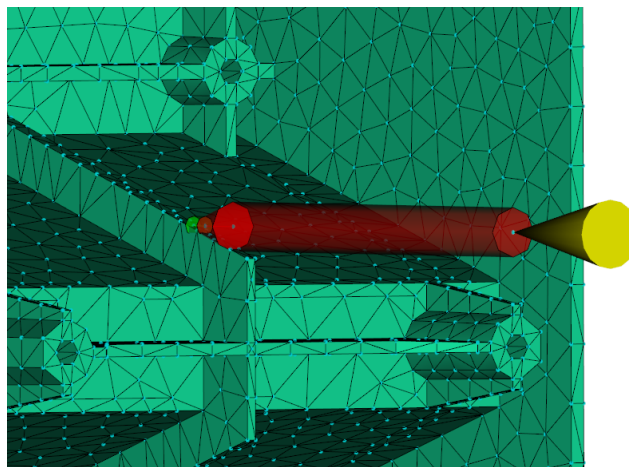


Figura 7.1.3.4 Vista detalle del punto de inyección Cámara caliente Caso 1 punto.

Caso 2 puntos.

Se elije como opción a desarrollar por la mejor adecuación de la cámara caliente a la pieza.

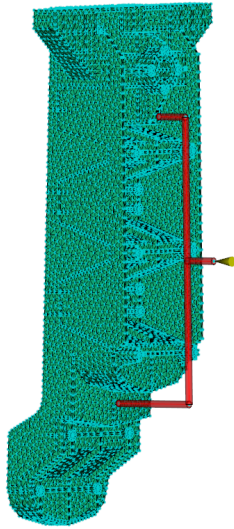


Figura 7.1.3.5 Punto de inyección Cámara caliente Caso 2 puntos

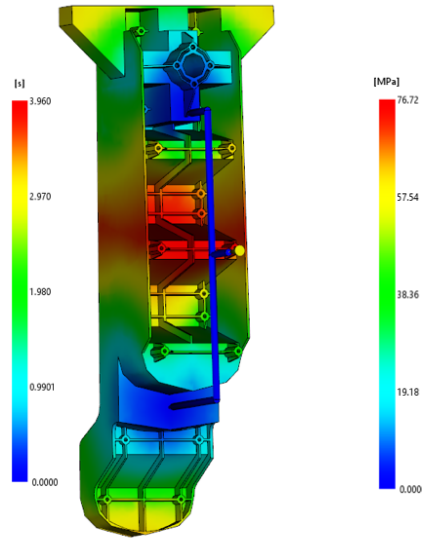


Figura 7.1.3.6 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 2 puntos

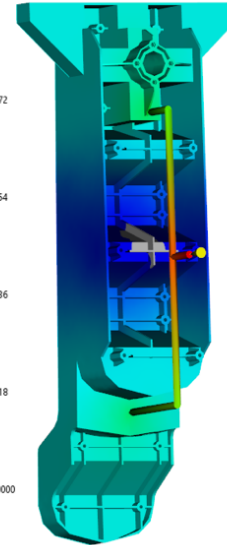


Figura 7.1.3.7 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 2 puntos.

Los resultados de presión máxima de llenado y fuerza de cierre se encuentran comparados a continuación.

Tiempo (s)	Volumen (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Vel Flujo (cm ³ /s)	Estado
0.201	0.88	30.07	0.19	263.60	U
0.601	4.84	40.61	2.15	466.86	U
0.801	9.60	43.41	4.34	489.89	U
0.805	14.56	45.08	6.35	495.56	U
1.000	19.29	46.30	8.24	498.36	U
1.200	24.10	47.52	10.92	497.26	U
1.403	28.88	49.15	15.57	496.37	U
1.601	33.54	50.71	20.36	497.27	U
1.806	38.32	52.50	26.86	497.99	U
2.005	42.97	54.15	33.15	499.28	U
2.203	47.52	55.95	41.48	498.60	U
2.405	52.18	58.03	52.30	498.53	U
2.606	56.78	60.21	65.95	499.67	U
2.808	61.39	62.36	80.20	502.30	U
3.010	66.08	63.73	89.24	504.04	U
3.204	70.61	64.92	97.90	504.61	U
3.406	75.30	66.16	107.99	505.13	U
3.602	79.84	67.31	118.02	505.70	U
3.800	84.41	68.41	128.13	506.21	U
4.000	89.02	69.41	137.48	506.68	U
4.206	93.71	70.63	149.93	506.67	U
4.403	98.05	72.89	175.15	506.65	U
4.449	99.07	73.50	183.21	505.68	U/P
4.460	99.30	60.00	175.25	248.21	P
4.506	99.97	60.00	159.68	382.47	P
4.508	100.00	60.00	160.90	381.72	Llenado

Figura 7.1.3.8 Tabla de valores de llenado 1 Punto.

Tiempo (s)	Volumen (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Vel Flujo (cm ³ /s)	Estado
0.179	0.53	34.01	0.09	190.12	U
0.351	3.67	52.51	1.34	513.02	U
0.529	8.66	54.47	2.75	578.12	U
0.705	13.72	54.55	3.73	577.31	U
0.884	18.80	54.91	4.87	575.28	U
1.052	23.50	55.45	6.24	574.84	U
1.234	28.58	56.05	8.06	575.25	U
1.403	33.24	56.58	9.92	575.82	U
1.583	38.23	57.07	11.79	576.48	U
1.752	42.86	57.50	13.53	576.81	U
1.932	47.82	57.97	15.73	576.79	U
2.110	52.67	58.40	18.48	576.61	U
2.286	57.45	59.17	22.42	576.87	U
2.457	62.10	59.78	26.14	577.19	U
2.631	66.79	60.39	30.00	577.49	U
2.803	71.42	61.08	35.07	577.00	U
2.976	75.95	62.42	44.90	577.49	U
3.156	80.59	64.09	62.26	573.69	U
3.331	84.82	68.30	104.18	577.67	U
3.506	89.32	70.31	123.99	579.06	U
3.679	93.78	72.08	141.94	579.05	U
3.852	98.05	75.43	177.11	579.03	U
3.895	99.03	76.72	192.77	576.83	U/P
3.905	99.25	60.00	188.91	244.31	P
3.960	99.99	60.00	180.25	295.47	P
3.962	100.00	60.00	181.42	294.55	Llenado

Figura 7.1.3.9 Tabla de valores de llenado 2 Puntos.

	P _{máx}	F _{Cierre}
Caso 1 punto	73'5 MPa	183'21 Tn
Caso 2 puntos	76'72 MPa	192'77 Tn

Se observa como los datos de presión máxima de llenado y fuerza de cierre son menores en el caso 1 punto. Aún así se descarta dicho caso por las dificultades que entraña realizar dicha cámara caliente en el molde.

7.1.4. Análisis de la fase de compactación.

Con el análisis de compactación, los datos mas relevantes que se van a obtener son, la fuerza de cierre, que será vital para poder inyectar la pieza en la máquina elegida anteriormente, así como los desplazamientos que sufre la pieza. Se correrán diferentes casos, y los resultados de éstos serán mostrados en una tabla.

Tabla comparativa de resultados.

Caso	P _{comp}	t _{comp}	T _{enf}	T _{molde}	Desplazamientos	F _{cierre}
1	60	20	30	30	6'8	542
2	80	20	30	30	6'5	770
3	60	40	30	30	6	542
4	60	40	30	50	6'3	559
5	60	40	50	50	6'3	557
6	80	40	30	50	5'8	786

Se descartan los casos 2 y 6 por fuerza de cierre, ya que se ha elegido una máquina inyectora de 500 Tn, y en dichos casos la fuerza de cierre es muy superior. También se descartan los casos 3, 4 y 5 ya que el aumento en el tiempo, tanto de enfriamiento, como de compactación, no mejora los desplazamientos, y alarga el ciclo innecesariamente.

Esto hace que el mejor caso sea el 1, pese a que sus desplazamientos sean algo superiores.

Para poder realizar el caso 1 en una máquina de 500 Tn es preciso optimizar la fase de compactación, pues actualmente la fuerza de cierre necesaria es de 542 Tn.

Para el siguiente caso se va a mantener un tiempo de compactación de 20 segundos, así como un tiempo de enfriamiento de 30 segundos. Lo que se va a variar es la presión de compactación que se va a realizar por tramos.

Se muestra a continuación de varios en los que se han programado diferentes perfiles de compactación, estos casos se pueden consultar en el apartado 7.1.4. del anexo.

Caso 11: 60 MPa durante 2 s, y 40 MPa durante 18 s.

- Fuerza de cierre: 508 Tn.

Fase de compactación:				
Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.40	P
4.872	1.95	60.00	463.03	P
5.897	4.01	40.00	508.57	P
7.294	6.80	40.00	331.02	P
9.544	11.30	40.00	312.65	P
11.794	15.80	40.00	311.35	P
14.294	20.80	40.00	302.62	P
16.544	25.30	40.00	282.07	P
19.044	30.30	40.00	210.64	P
21.294	34.80	40.00	159.94	P
23.544	39.30	40.00	120.29	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	108.26	P
25.054	42.32	0.00	19.97	P
30.054	52.32	0.00	0.36	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.17 Tabla de valores de compactación Caso 11.

Aunque la fuerza de cierre sea de 508 Tn, se da por bueno el caso 11, pues en el caso de que se produjeran algunas rebabas en la pieza, siempre se podrían realizar ajustes a pie de máquina.

Por consiguiente, se establece que los parámetros de inyección de la columna media sean:

- Inyección por dos puntos.
- Tiempo de llenado: 4 s.
- Temperatura de molde: 30°.
- Temperatura de material: 230°.
- % de conmutación: 99%.
- Compactación: 2 s a 60 MPa y 18 s a 40 MPa.
- Tiempo de enfriamiento: 30 s.
- Máquina inyectora de 500 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.40	P
4.872	1.95	60.00	463.03	P
5.897	4.01	40.00	508.57	P
7.294	6.80	40.00	331.02	P
9.544	11.30	40.00	312.65	P
11.794	15.80	40.00	311.35	P
14.294	20.80	40.00	302.62	P
16.544	25.30	40.00	282.07	P
19.044	30.30	40.00	210.64	P
21.294	34.80	40.00	159.94	P
23.544	39.30	40.00	120.29	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	108.26	P
25.054	42.32	0.00	19.97	P
30.054	52.32	0.00	0.36	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.18 Valores del ciclo de inyección.

Una vez estipulados los parámetros de inyección, es conveniente corroborar que la pieza solo sufra contracción y no pérdida planitud. Por ello, en la figura siguiente se observan los desplazamientos de la pieza con un factor de escala 5. También es importante constatar que en el momento de la expulsión, todos los puntos de la pieza hayan alcanzado la temperatura de expulsión.

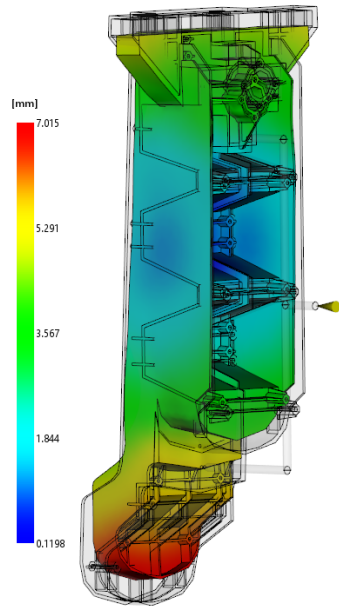


Figura 7.1.4.19 Desplazamientos de la pieza con factor de escala 5.

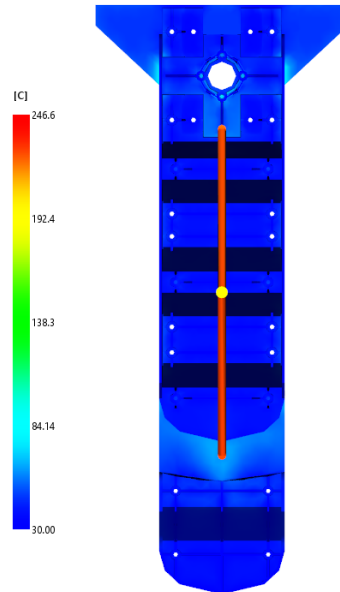


Figura 7.1.4.20 Temperatura de la masa en el momento de la expulsión.

A continuación se muestran las gráficas de fuerza de cierre y presión en el punto de inyección.

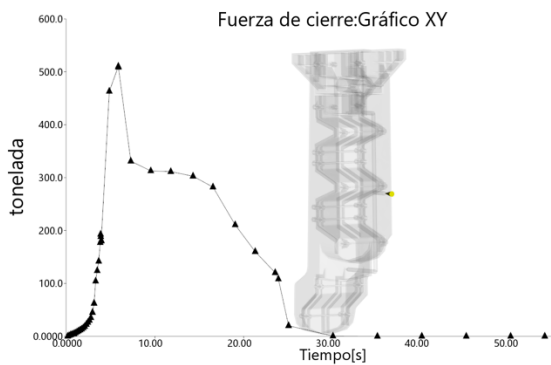


Figura 7.1.4.21 Gráfica de fuerza de cierre.

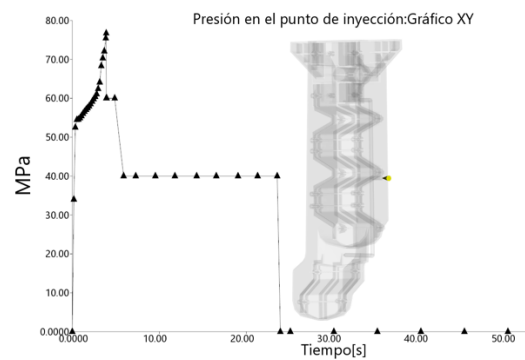


Figura 7.1.4.22 Gráfica de presión en el punto de inyección.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 7.1.

7.2. Inyección de la tapa de la columna interior.

La metodología seguida para elegir la máquina inyectora y para fijar el ciclo de inyección de la tapa va a ser la misma que la seguida para la columna media. El material es el mismo, y los parámetros de inyección recomendados por el fabricante, también los son.

Se determina que la inyección de esta pieza se realizará mediante un molde invertido, para que no queden las características marcas de la inyección en el lado visto de la pieza.

7.2.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.

Debido al elevado tamaño de la pieza, se descarta inyectarla por un solo punto, por lo que se intentará balancear por una inyección por 2 y 3 puntos. A continuación se muestran los casos balanceados tanto por 2, como por 3 puntos.

Caso 2 Puntos: La presión máxima de llenado es de 51 MPa.

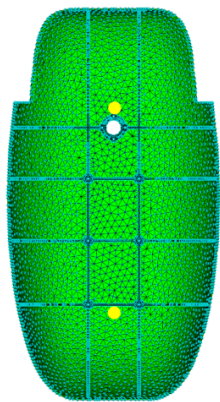


Figura 7.2.1.1 Puntos de inyección Caso 2 puntos.

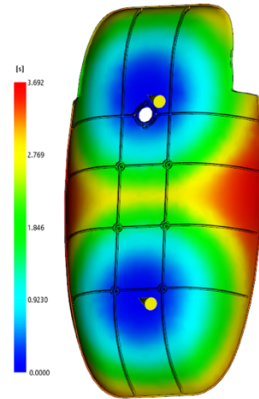


Figura 7.2.1.2 Tiempo de llenado Caso 2 puntos.

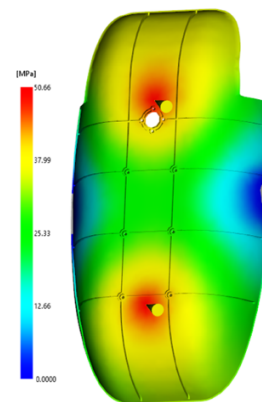


Figura 7.2.1.3 Presión en la conmutación Caso 2 puntos.

Caso 3 puntos: La presión máxima de llenado es de 44 MPa.

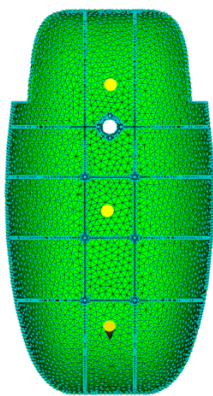


Figura 7.2.1.4 Puntos de inyección Caso 3 puntos.

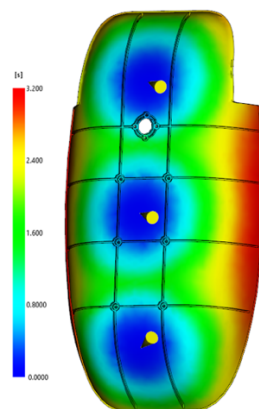


Figura 7.2.1.5 Tiempo de llenado Caso 3 puntos.

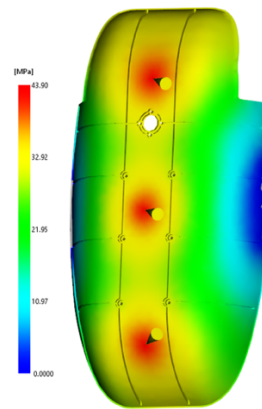


Figura 7.2.1.6 Presión en la conmutación Caso 3 puntos.

Caso	P _{máx}
2 puntos	51 MPa
3 puntos	44 MPa

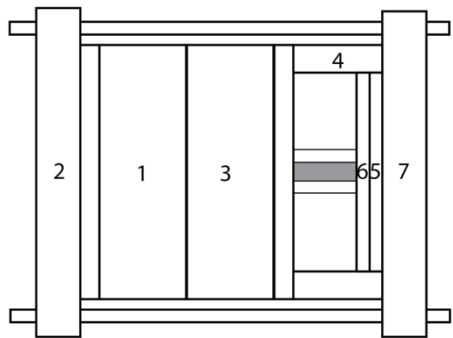
Se considera que la pieza queda mejor balanceada si se inyecta por tres puntos, pues las últimas zonas en llenarse son los laterales de la pieza, además la presión máxima de llenado es menor.

7.2.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde. [22]

Una vez en este punto, igual que en el caso de la columna, se va a proceder a la elección de la inyectora en función del tamaño del molde. Es importante recalcar que se va a utilizar un molde invertido, como se ha dicho anteriormente.

Se va a establecer el tamaño de molde teniendo en cuenta el tamaño de la pieza con la ayuda de www.hasco.com.

El primer paso para configurar un molde es conocer las cotas de la pieza que se van a inyectar. Las cotas de gálibo de la pieza son de 400 x 700 x 150 mm. Con estas cotas, se establece que el molde necesario para inyectar la columna media sea el siguiente:

















N.º	Producto	Información	Cantidad
1	K20/796x996x176/1.1730	 	1
2	K11/796x996x100/1.1730/S	 	1
3	K20/796x996x176/1.1730	 	1
4	K40/796x996x136/1.1730	 	2
5	K70/796x996x46/1.1730	 	1
6	K60/796x996x27/1.1730	 	1
7	K11/796x996x100/1.1730/S	 	1

Figura 7.2.2.6 Molde necesario para tapa exterior.

Con estas dimensiones de molde, según el catálogo de máquinas inyectoras de Mateu & Solé expuesto en la figura 7.1.2.6, se establece que se necesita una máquina inyectora mínima por tamaño de molde de 650 Tn.

Los procesos de balanceado, selección de número de puntos de inyección, y estimación de máquina en base a tamaño de molde se encuentran ampliados se los apartados 7.2.1. y 7.2.2. del anexo.

7.2.3. Análisis de llenado.

Una vez determinado el molde necesario para inyectar la tapa, se modeliza una cámara caliente acorde al molde necesario. Esta cámara caliente se aplicará al caso 3 puntos.

Se programa un tiempo de llenado de 3'5 segundos, y un porcentaje de llenado en la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión del 99%. Con estos parámetros, se obtiene una presión máxima de llenado de 110 MPa.

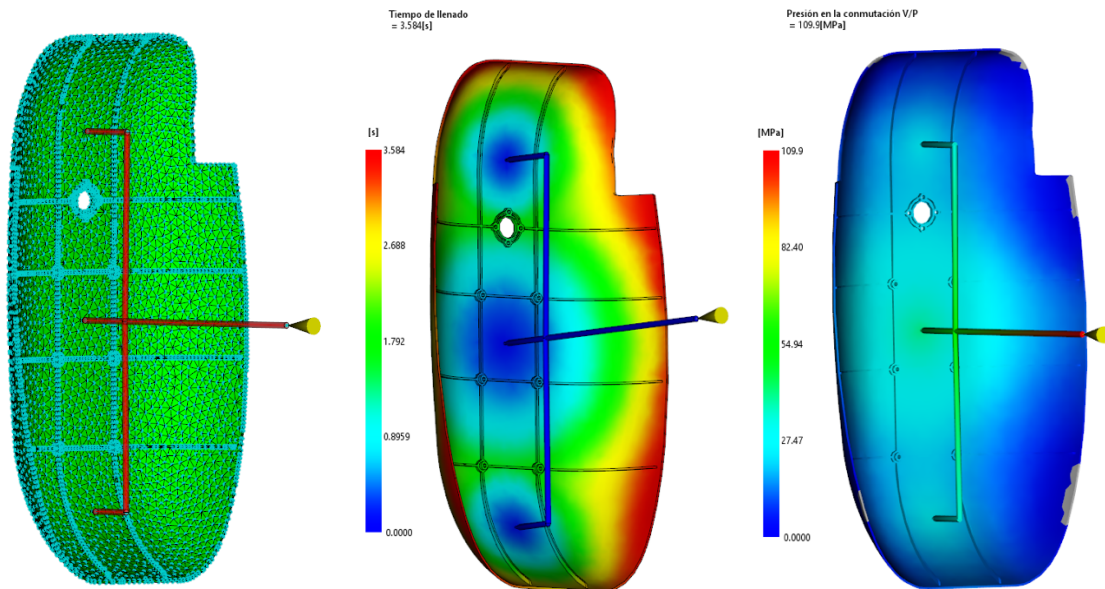


Figura 7.2.3.1 Punto de inyección Cámara caliente Caso 3 puntos.

Figura 7.2.3.2 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 3 puntos.

Figura 7.2.3.3 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 3 puntos.

7.2.4. Análisis de la compactación.

Como en la columna interior, los datos más relevantes a la hora de configurar la compactación son la fuerza de cierre, pues determinará la inyectora, y los desplazamientos de la pieza. Se correrán diferentes casos, y los resultados de éstos serán mostrados en una tabla.

Tabla comparativa de resultados.

Caso	P_{comp}	t_{comp}	T_{enf}	Des	F_{cierre}
1	80	30	10	8	2343
2	60	30	10	10'4	1581
3	40	30	10	12	808

En el caso 1 se aprecia como la fuerza de cierre es excesiva, ya que la intención es inyectar la pieza en una máquina de 650 Tn. En el caso 2 sigue siendo demasiado alta la fuerza de cierre.

En lo referente al caso 3, aún no se puede inyectar en una máquina de 650 Tn, pero se puede hacer en una de 825 Tn. En este caso, el tamaño de máquina no lo marcaría el tamaño de molde, sino la fuerza de cierre necesaria. Este hecho se da por el gran tamaño de la superficie proyectada de la pieza.

Los parámetros de inyección son los siguientes:

- Inyección por tres puntos.
- Tiempo de llenado: 3'5 s.
- Temperatura de molde: 30°.
- Temperatura de material: 230°.
- % de conmutación: 99%.
- Compactación: 30 segundos a 40 MPa.
- Tiempo de enfriamiento: 10 s.
- Máquina inyectora de 825 Tn.

Fase de compactación:				
Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.627	0.26	43.95	334.72	P
4.036	1.29	43.95	440.62	P
6.036	6.29	43.95	753.84	P
7.786	10.66	43.95	808.26	P
9.786	15.66	43.95	792.07	P
11.786	20.66	43.95	650.46	P
13.786	25.66	43.95	572.82	P
15.536	30.04	43.95	493.34	P
17.536	35.04	43.95	371.90	P
19.536	40.04	43.95	281.01	P
21.536	45.04	43.95	208.96	P
23.536	50.04	43.95	149.38	P
25.286	54.41	43.95	110.22	P
27.286	59.41	43.95	76.66	P
29.286	64.41	43.95	54.16	P
31.286	69.41	43.95	38.10	P
33.036	73.79	43.95	29.58	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	26.99	P
39.931	91.02	0.00	1.12	P
43.522	100.00	0.00	0.12	P

Figura 7.2.4.9 Valores del ciclo de inyección.

Con los parámetros de inyección ya estipulados, es conveniente corroborar las contracciones de la pieza que en este caso se producen. Se observa como en la parte inferior de los laterales se sufre una contracción. El cliente deberá valorar si esta contracción está dentro de los parámetros de calidad que requiere. En el caso de que se necesitaran disminuir dichas contracciones sería necesaria una mayor compactación de la pieza, lo que conllevaría utilizar una máquina inyectora mayor, que elevaría el coste de la pieza.

También es importante constatar que en el momento de la expulsión, todos los puntos de la pieza hayan alcanzado la temperatura de expulsión.

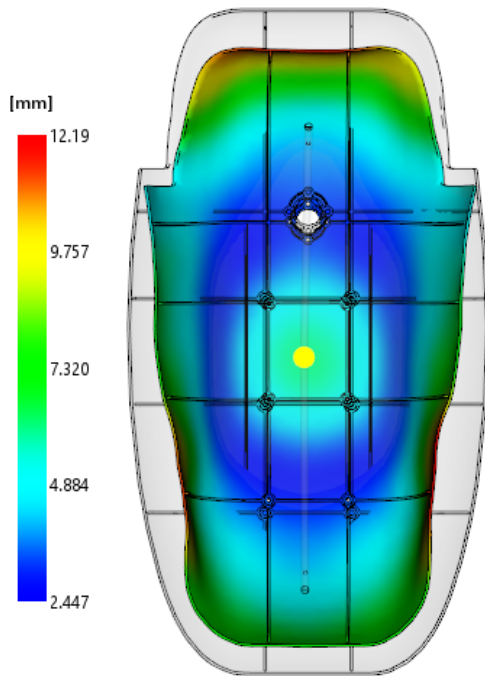


Figura 7.2.4.10 Desplazamientos de la pieza con factor de escala 5.

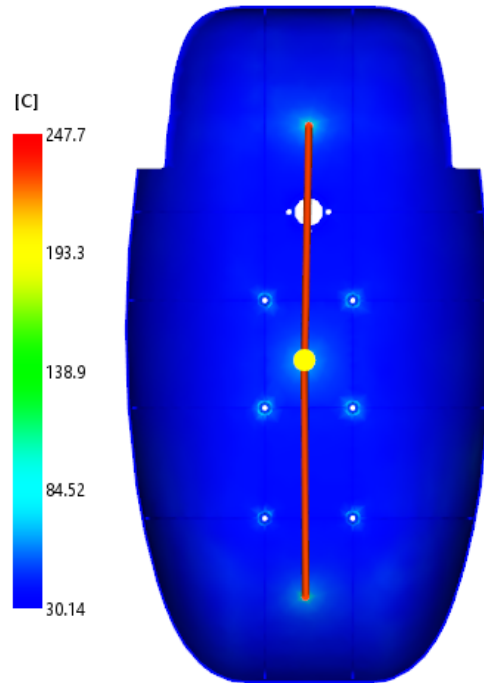


Figura 7.2.4.11 Temperatura de la masa en el momento de la expulsión.

A continuación, se muestran las gráficas de fuerza de cierre y presión en el punto de inyección.

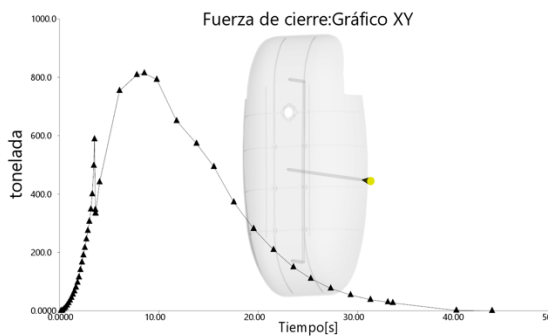


Figura 7.2.4.12 Gráfica de fuerza de cierre.

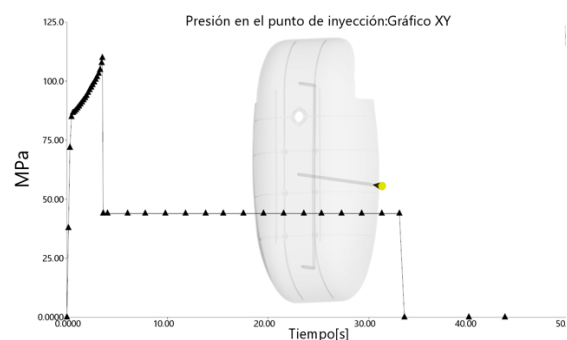


Figura 7.2.4.13 Gráfica de presión en el punto de inyección.

PARA VER LA INFORMACIÓN AMPLIADA DE ESTE APARTADO, CONSULTAR EN LOS ANEXOS LA SECCIÓN DE LA MISMA NUMERACIÓN 7.2.

8. Estimación de costes. [21]

La estimación de costes se va a realizar atendiendo a la metodología explicada en el libro *Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados* [21].

Amortización de moldes

El molde de la columna interior tiene un volumen de acero aproximado de 0'54 m³, el cual tiene un precio de 2 €/kg. Por ello, el precio del molde por cantidad de acero asciende aproximadamente a 8400 €. Al contar dicho molde con una cámara caliente sencilla, hay que sumar un extra de unos 1000 €. A este precio habrá que sumar el coste de mecanizado, ajuste... lo que hace que este coste suponga el 17% del coste total del molde. El precio final aproximado del molde de la columna media ascendería a 55000 €.

En lo que refiere al molde de la tapa exterior, el volumen de acero es de 0'50 m³, lo cual tendría un precio de 8000 €. La cámara caliente de este molde es bastante más compleja que la del otro molde, por lo que se añadiría un extra de 2000 €. Es importante recalcar que siendo molde invertido, el precio aumenta un 20% aproximadamente. Suponiendo que todo este coste supone el 17 % del coste total. El precio final del molde ascendería a 70000 €.

Se estima que la producción puede ser de 5000 contenedores al año, y se pretende amortizar el molde en 4 años. Es preciso recalcar que cada contenedor cuenta con dos columnas interiores y dos tapas exteriores. Con estos datos es posible aproximar la amortización de los moldes.

- Amortización molde columna interior: $55000 \text{ €} / 40000 \text{ U} = 1'38 \text{ €/U}$.
- Amortización molde tapa exterior: $70000 \text{ €} / 40000 \text{ U} = 1'75 \text{ €/U}$.

Coste de máquina

El primer paso es conocer las tarifas que tienen las máquinas inyectoras seleccionadas anteriormente. Las tarifas de las inyectoras son las siguientes:

- 500 Tn, la cual tiene una tarifa de 30 €/h.
- 825 Tn, que tiene una tarifa de 50 €/h.

El siguiente paso es estimar la producción de piezas por hora. Para ello se necesita saber el tiempo de ciclo que se ha estimado en MoldFlow.

- Columna interior: Ciclo de 64 s, por lo que su producción será de 56 U/h.
- Tapa exterior: Ciclo de 53'5 s, su producción será de 67 U/h.

Con estos datos ya se puede estimar el coste de la máquina por pieza.

- Coste de columna interior: $30 \text{ €} / 56 \text{ U} = 0'54 \text{ €/U}$.
- Coste de tapa exterior: $50 \text{ €} / 67 \text{ U} = 0'75 \text{ €/U}$.

Coste de material

Contamos un HDPE que tiene un coste de 1'25 €/kg. Es necesario saber el peso de cada pieza o para poder calcular el coste de material por cada pieza. El peso de la pieza se extrae de los resultado obtenidos en MoldFlow.

- Peso columna interior: 1'5 Kg.
- Peso tapa exterior: 1'05 Kg.

Ahora solo queda multiplicar el peso de la pieza por el coste del material.

- Coste de material columna interior: $1'5 \text{ kg} \times 1'25 \text{ €/kg} = 1'88 \text{ €/U}$
- Coste de material tapa exterior: $1'05 \text{ kg} \times 1'25 \text{ €/kg} = 1'31 \text{ €/U}$

Coste total

El coste total de cada pieza se define como la suma de la amortización del molde, el coste de la máquina por pieza, y el coste del material por pieza.

- Columna interior: $1,38 \text{ €/U} + 0'54 \text{ €/U} + 1'88 \text{ €/U} = 3'8 \text{ €/U}$.
- Tapa exterior: $1'75 \text{ €/U} + 0'75 \text{ €/U} + 1,31 \text{ €/U} = 3'8 \text{ €/U}$.

A partir de los primeros 4 años, los moldes ya estará amortizados, por lo que el coste por pieza descenderá hasta:

- Columna interior: 2'42 €/U.
- Tapa exterior: 2,05 €/U.

9. Conclusiones.

En el apartado actual, se van a enumerar las conclusiones obtenidas en el presente Trabajo Fin de Grado, en el que se ha realizado el diseño y desarrollo de un sistema de cogida de un contenedor carga lateral, como parte integrante de un proyecto en el que han participado hasta siete personas.

Como conclusión general se puede decir que se ha conseguido cumplir con las especificaciones de diseño enumeradas en el apartado 1.8 del presente proyecto, en el que se pretendía obtener un sistema de cogida que se adaptara al nuevo vaso del contenedor, que cumpliera con los requisitos resistentes, y que aportara una estética más fluida, integrándose mejor en el conjunto del contenedor.

Conclusiones acerca de la estética.

La pieza clave en cuanto a estética es la tapa de la columna media. La tapa se ha integrado todo lo posible al cuerpo del contenedor, logrando un conjunto coherente, evitando que el sistema de cogida rompa la estética general del contenedor.

Se ha dado libertad al diseño estético de la tapa del sistema de cogida, por lo que se ha permitido diseñar una tapa de interfaz ancha que ha permitido aportar la fluidez anteriormente mencionada.

Conclusiones acerca del desarrollo geométrico de la pieza interior de la columna.

Se han seguido dos vías de trabajo, la primera se basaba en la modificación de la columna media actual, y la segunda en el desarrollo de una columna media nueva. Finalmente se ha decidido optar por el nuevo diseño de columna media gracias a que el ahorro de material era considerable comparándolo con la modificación de la columna media actual.

El nuevo diseño de columna media se basa en un diseño de zigzag horizontal que permita ser atornillada al vaso, y que la tapa de la columna se atornille a la pieza interior.

Debido al diseño de interfaz ancha de la tapa de la columna anteriormente mencionado, se ha permitido realizar un diseño en T de la parte superior de la columna interior. Este diseño en T permite un mayor apoyo del vaso sobre el sistema de cogida, aportando una mayor rigidez al conjunto del contenedor.

Por petición del cliente, se ha implementado un tacón a la columna interna para poder atornillar la tapa de la columna inferior, y así, prescindir de la pieza interna de dicha columna.

Conclusiones acerca del análisis resistentes.

Se han realizado análisis de cogida simplificados para poder comparar la columna actual modificada, con la columna de nuevo diseño. Una vez elegida la columna de nuevo diseño, se han realizado análisis de cogida del contenedor completo con la columna elegida.

Gracias al análisis resistente de cogida del contenedor completo, se ha podido reducir el espesor general de la columna interna hasta los 4 mm. Cabe recordar que en la columna interna actual, el espesor general es de 5 mm.

Conclusiones acerca de las simulaciones de inyección.

En principio, se ha realizado un estudio para determinar la cantidad de puntos de inyección y su localización. Tras dicho estudio, se ha determinado que la columna interna se inyectará con una cámara caliente por dos puntos, y la tapa exterior, con una cámara caliente de tres puntos y molde invertido.

Posteriormente se ha realizado un análisis de compactación en el que se han determinado los parámetros de inyección. Una vez realizado el análisis de compactación se ha determinado la máquina inyectora para cada una de las piezas. Para la columna interna se necesita una máquina de 500 Tn, y para la tapa exterior, de 825 Tn.

Los parámetros de inyección de ambas piezas se detallan en el apartado 7.

Conclusiones de estimación de costes.

Para la estimación de costes, se han tenido en cuenta tres parámetros: Coste del material por pieza, amortización del molde, y coste de la máquina inyectora.

Los precios se ha calculado para una producción de 5000 contenedores anuales, con una amortización de los moldes en 4 años, y un precio del HDPE de 1'25 €/Kg.

Los precios para los primeros cuatro años son los siguientes:

- Columna interior: 3'8 €/U.
- Tapa exterior: 3'8 €/U.

A partir de los primeros 4 años, los moldes ya estarán amortizados, por lo que el coste por pieza descenderá hasta:

- Columna interior: 2'42 €/U.
- Tapa exterior: 2,05 €/U.

10. Líneas futuras de trabajo.

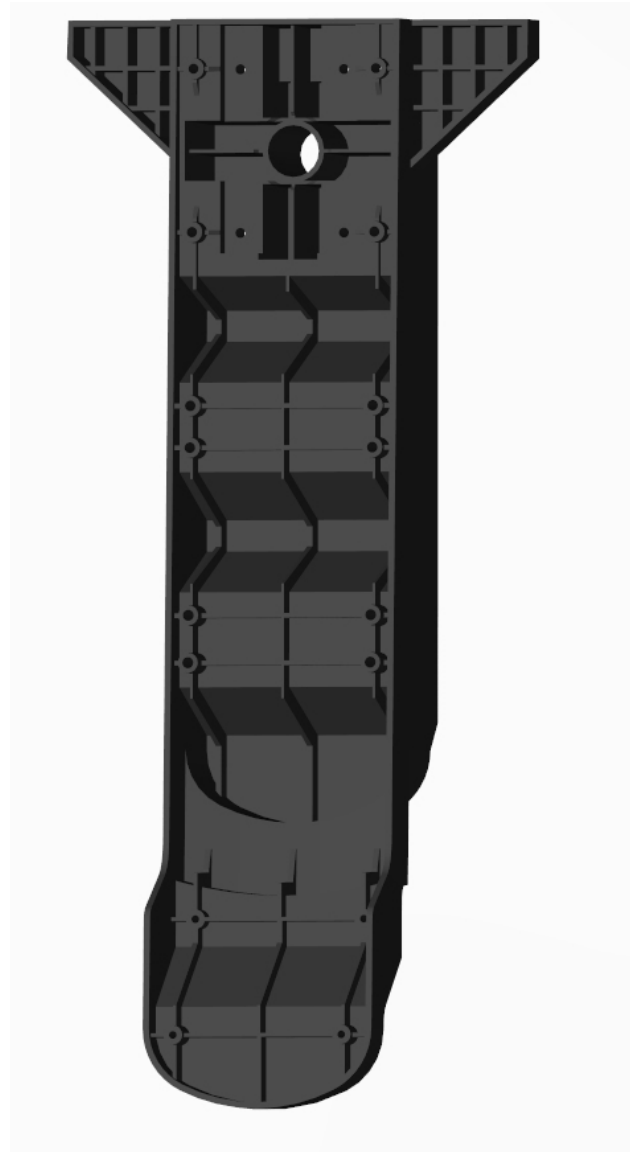
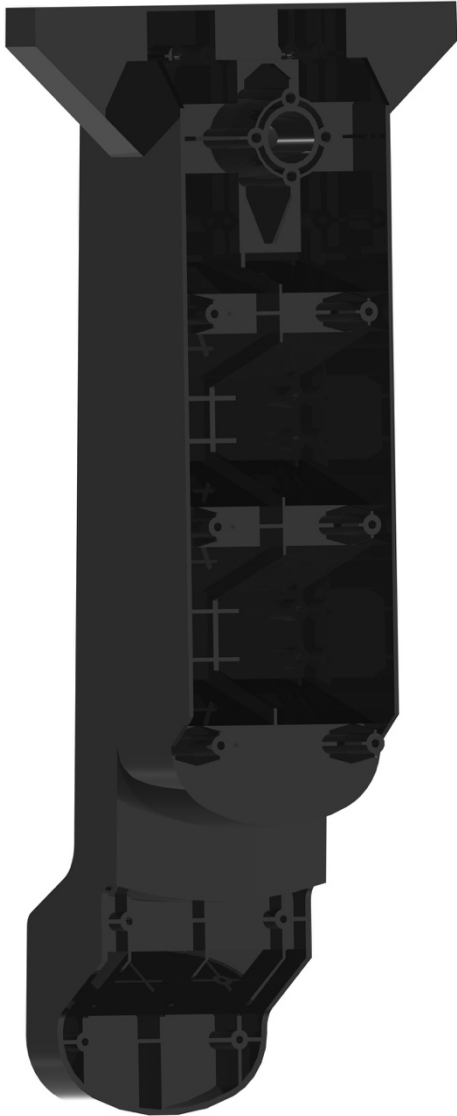
Como posible línea futura de trabajo, se presenta la posibilidad de utilizar un HDPE reciclado [23] en la columna interior, no así en la tapa exterior pues se trata de una pieza visual.

El objetivo de este cambio de material es reducir los costes de dicha pieza, pues el precio del HDPE reciclado es sensiblemente inferior al HDPE convencional.

Para poder validar la utilización de dicho material, será necesario realizar nuevamente los análisis resistentes con los parámetros de coeficiente de Poisson, módulo de Young, etc... del HDPE reciclado. En caso de que los resultados de los análisis fueran favorables, se podría aprobar la utilización de dicho material para la fabricación de la columna interior.

11. Renders.

11.1. Columna interior.



11.2. Tapa de la columna interior.



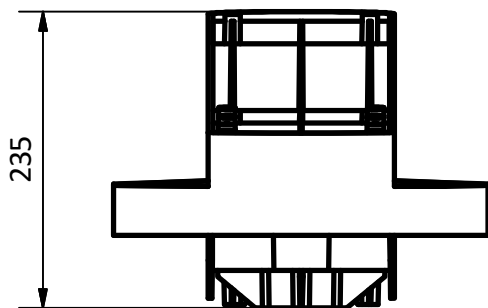
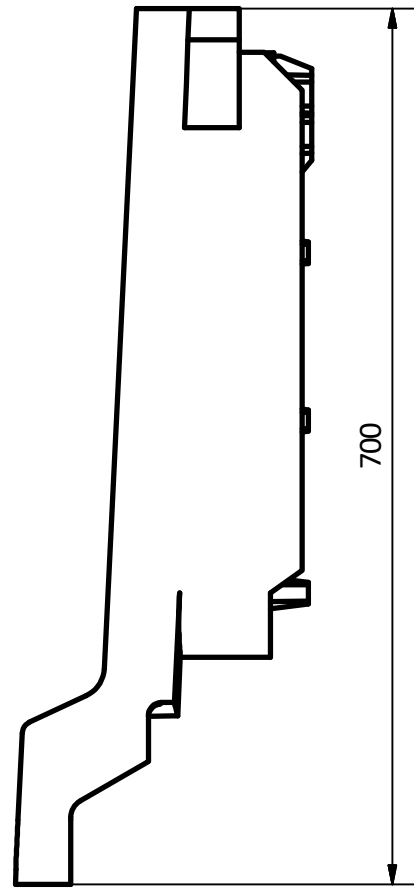
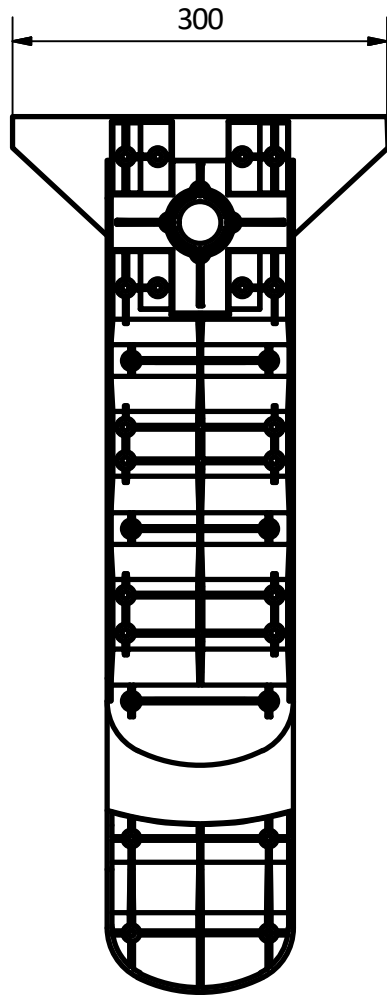
12. Planos.

1

2

3

4



A

B

C

D

E

F

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA
<i>Dibujado:</i>	12/09/2018	Juan Pablo Romanos		
<i>Comprobado:</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Título:</i> Columna interna			<i>NIA:</i> 699557
1 : 6	<i>Proyecto:</i> Sistema de Cogida CL			<i>Grado:</i> Diseño Industrial
				<i>Nº Plano:</i> 1.01

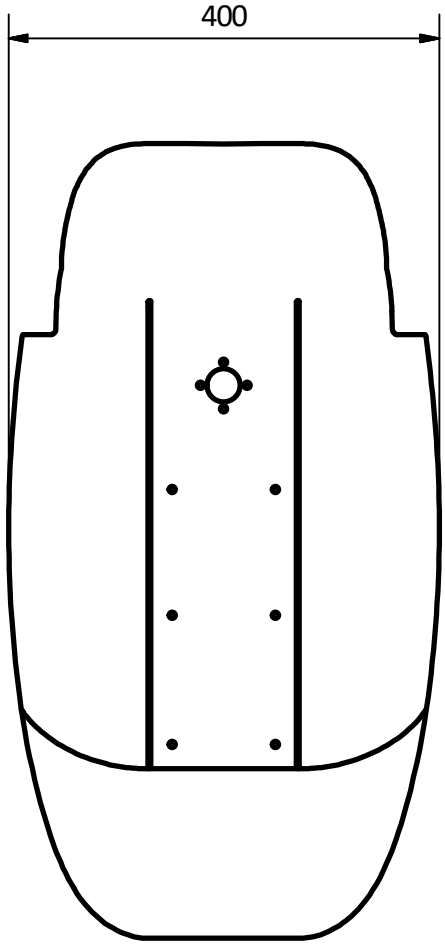
1

2

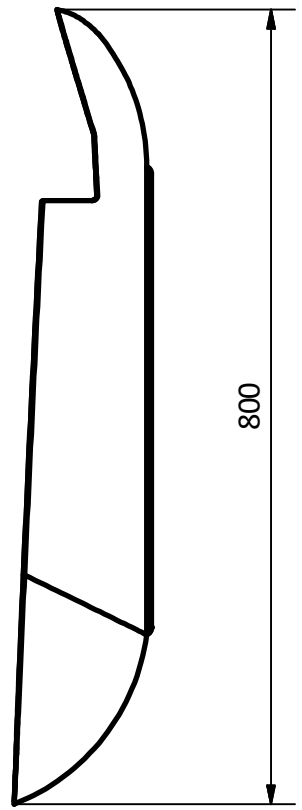
3

4

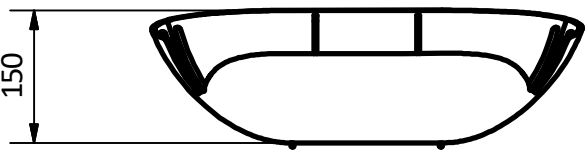
400



800



150



A

B

C

D

E

F

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA
<i>Dibujado:</i>	12/09/2018	Juan Pablo Romanos		
<i>Comprobado:</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Título:</i> Tapa Columna			<i>NIA:</i> 699557
1 : 8	<i>Proyecto:</i> Sistema de Cogida CL			<i>Grado:</i> Diseño Industrial
				<i>Nº Plano:</i> 1.02

13. Bibliografía.

- [1] **Figura 1.1.1.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-vertical/iglu-agora/>
- [2] **Figura 1.1.2.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-trasera/>
- [3] **Figura 1.1.3.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/>
- [4] **Figura 1.2.4.** Febrero 2018. <https://www.todocontenedores.com/producto/contenedor-de-residuos-de-carga-lateral-3200-litros.html>
- [5] **Figura 1.2.5.** Enero 2018. <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/duo.aspx>
- [6] **Figura 1.2.10.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/c3200-d/>
- [7] **Figura 1.3.1 – Figura 1.3.14.** Febrero 2018. <https://youtu.be/7jhBAh3SkIA>
- [8] **Figura 1.5.1.** Febrero 2018. <https://www.todocontenedores.com/producto/contenedor-de-residuos-de-carga-lateral-3200-litros.html>
- [9] **Figura 1.5.2.** Febrero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/c2400-d/>
- [10] **Figura 1.5.3.** Febrero 2018. <http://corporativa.rosroca.net/es/productos/recogida-de-residuos/carga-lateral/contenedores-carga-lateral-metal-plastico.html>
- [11] **Figura 1.5.4.** Febrero 2018. www.centraldeenvases.es/producto/contenedor-basura-3200-litros-carga-lateral-con-pedal/
- [12] **Figura 1.5.5.** Marzo 2018. <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/duo.aspx>
- [13] **Figura 1.5.6.** Marzo 2018 <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/small-bin.aspx>
- [14] **Figura 1.5.7.** Marzo 2018. <http://www.equiurbe.com/puntos-limpios/puntos-limpios.php?contenedores=carga-lateral>
- [15] **Figura 1.5.8.** Marzo 2018. http://alquienvas.com/productos/18-1800_2400_y_3200_litros-827-52.html
- [16] **Figura 1.5.9.** Marzo 2018. http://www.alquienvas.com/productos/18-2200_y_3200_litros_accesibles-898-53.html
- [17] **Figura 1.5.10.** Marzo 2018. <https://www.logismarket.es/sanimobel/contenedor-metalico-para-envases/1901810512-891541424-p.html>
- [18] **Normativa UNE - EN 12574-1:2017** Contenedores fijos para residuos. Parte 1: Contenedores con capacidades hasta 10000 l con tapa(s) plana(s) o abovedada(s)

para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos. Dimensiones y diseño. Marzo 2018.

[19] **INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS II.** Febrero 2018.

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>

[20] **Figura 1.7.1** Marzo 2018. <https://comunidadindustrial.com/viewtopic.php?t=2591>

[21] **Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (II): la pieza.** J. Castany, A. Martínez, J. Aísa.

[22] **How to made injection molds.** P. Kennedy.

[23] **Influence on the recycled material percentage on therheological behavior of HDPE for injection moulding process.** C. Javierre, I. Clavería, L. Ponz, J. Aísa, A. Fernández.

Se detallan a continuación textos y artículos consultados, no referenciados, dado que han servido de consulta para el desarrollo del presente TFG:

- **Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros.** A. Fernández, J. Aísa, J Castany.
- **Flow analysis on injection molds.** P. Kennedy.
- **Injection mold design engineering.** D. O. Kazme.
- **Diseño, industrialización y ensayo de grandes contenedores de residuos sólidos urbanos.** J. Aísa, C. Javierre, J. A. De La Serna.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo en material plástico del sistema de cogida de un contenedor de carga lateral en fase de restyling.

Design and development in plastic material of the guide bars of a restyled side-loading container.

Anexo

Autor:

Juan Pablo Romanos

Directora:

Aránzazu Martínez Pérez

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Año 2016

Índice

1. Fase de información.....	4
1.1. Generalidades de un contenedor de carga lateral.....	4
1.2. Partes de un contenedor de carga lateral.....	5
1.3. Secuencia de descarga.....	10
1.4. Punto de partida.....	15
1.4.1. Contenedor de partida.....	15
1.4.2. Columna media de partida.....	16
1.5. Estudio de mercado.....	17
1.6. Normativa.....	21
1.7. Proceso de inyección.....	23
1.8. EDP's.....	26
2. Conceptualización.....	28
2.1. Conceptualización. Primeros bocetos.....	28
2.1.1. Concepto 1.....	28
2.1.2. Concepto 2.....	29
2.1.3. Concepto 3.....	29
2.1.4. Concepto 4.....	30
2.1.5. Concepto 5.....	30
2.1.6. Concepto 6.....	31
2.1.7. Concepto 7.....	31
2.1.8. Concepto 8.....	32
2.1.9. Concepto 9.....	32
2.1.10. Ventajas y desventajas.....	33
2.2. Conceptualización. Primer desarrollo.....	35
2.2.1. Derivados del concepto 5.....	36
2.2.2. Derivados del concepto 9.....	37
2.3. Elección de concepto.....	38
3. Desarrollo.....	39
3.1. Modificación de la columna media actual.....	39
3.1.1. Análisis de posibles soluciones.....	39
3.1.2. Desarrollo de la solución elegida.....	42

3.2. Desarrollo de una nueva columna media.....	46
3.2.1 Análisis de posibles soluciones.....	46
3.2.2 Desarrollo columna media con diseño horizontal.....	47
3.2.3 Desarrollo columna media con diseño vertical.....	54
3.2.4 Comparativa de los dos conceptos de columna media nueva.....	58
3.3 Desarrollo de tapa de columna media.....	61
3.4 Comparativa de la columna actual modificada y la columna media de nuevo diseño.....	64
3.5. Preparación de las piezas para fabricación.....	66
3.5.1. Columna interior.....	66
3.5.2. Tapa exterior.....	69
4. Selección de material.....	70
5. Ensayos resistentes.....	71
5.1. Ensayos para la elección de columna.....	71
5.1.1. Preparación del ensayo.....	71
5.1.2. Análisis resistente de la columna media actual modificada.....	75
5.1.3. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño vertical.....	76
5.1.4. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño horizontal.....	78
5.1.5. Conclusiones de los ensayos comparativos de las diferentes columnas medias.....	80
5.2. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo.....	80
5.2.1. Preparación del ensayo.....	80
5.2.2. Resultados del análisis.....	83
5.2.3. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo con espesor de 4 mm.....	84
6. Modificación sobrevenida a petición del cliente.....	86
7. Simulaciones de inyección.....	89
7.1. Inyección de la columna interior.....	89
7.1.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.....	89
7.1.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde.....	97
7.1.3. Análisis de la fase de llenado.....	100
7.1.4. Análisis de la fase de compactación.....	102
7.2. Inyección de la tapa de la columna interior.....	111
7.2.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.....	111
7.2.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde.....	112
7.2.3. Análisis de llenado.....	115

7.2.4. Análisis de la compactación.	115
8. Bibliografía.	120

1. Fase de información.

1.1. Generalidades de un contenedor de carga lateral.

Los contenedores se clasifican por el lugar del camión por el que se descargan. Se pueden definir tres clases:

- Carga vertical: La descarga se realiza por la parte superior del camión.
- Carga trasera: La descarga se realiza por la parte trasera del camión.
- Carga lateral: La descarga se realiza por la parte lateral del camión.



Figura 1.1.1 Contenedor carga vertical [1].



Figura 1.1.2 Contenedor carga trasera [2].



Figura 1.1.3 Contenedor carga lateral [3].

En este caso, se trata de un contenedor de carga lateral. Estos contenedores disponen de unos pivotes por los que el camión coge el contenedor para su descarga.

En la actualidad son los más abundantes, porque cuentan con una serie de ventajas respecto a las demás tipologías.

- La primera ventaja es su tipo de descarga (lateral). Permite que el camión recoja el contenedor de una forma rápida y sin necesidad de hacer maniobras. Este hecho se da porque el camión puede recoger el contenedor únicamente parando junto él.
- Otra ventaja es que no hace falta un operario dedicado a preparar y colocar el contenedor para la recogida del camión, como pasa con otro tipo de contenedores como el contenedor de carga trasera.
- Permiten desarrollar más el diseño del propio contenedor. Se pueden realizar diseños más estéticos y agradables, que presenten una unidad visual mayor, y una integración del contenedor con el entorno que les rodea.

Las tapas por las que se depositan los residuos en el contenedor pueden ser accionadas manualmente levantando la tapa con la mano. Hay casos en los que el contenedor dispone de un pedal que acciona la tapa. En el caso en el contenedor esté destinado a papel y cartón, envases, vidrio... la tapa será fija y se depositará el residuo mediante una boca realizada en la misma tapa.

La mayoría de estos contenedores se realizan de HDPE inyectado. En lo que se refiere a la capacidad de estos contenedores, oscila entre 1800 y 3200 L.

1.2. Partes de un contenedor de carga lateral.

Vaso: Sirve de recipiente para la basura. Tiene una gran importancia estética, así como de rigidez, ya que es la pieza más grande del contenedor, y en la mayoría de los casos sirve de estructura general del contenedor completo.



Figura 1.2.1 Vaso de un contenedor de carga lateral

Tapas: El contenedor de carga lateral tiene dos tapas que cubren el vaso. Cada una de ellas da acceso al interior del contenedor por el lado de usuario y el de descarga respectivamente, por lo que dichas tapas toman estos nombres: tapa de descarga, y tapa de usuario.

La tapa de usuario es por la que se deposita la basura en el interior del contenedor. En el caso de ser un contenedor de residuos orgánicos, la tapa se accionará manualmente, bien mediante un pedal, o directamente con la mano. En el caso de ser de otro tipo de residuo, se realizarán diferentes tipos de bocas en la tapa.

La tapa de descarga se encuentra en la parte posterior del contenedor. Tiene la función de permitir la descarga de los residuos en el camión. Esta tapa se abre por efecto de la gravedad al ser volteado el contenedor sobre el camión.

Dependiendo de la disposición de dichas tapas, los contenedores de carga lateral pueden ser de dos tipologías: simétricos, o asimétricos.



Figura 1.2.2 Tapas de un contenedor de carga lateral

Las dos tapas de un contenedor van sujetas a un eje para permitir que se puedan abrir.



Figura 1.2.3 Tapas y eje de un contenedor de carga lateral

La distinción entre eje fijo y eje móvil se realiza por las características que presenta dicho eje.

Estas dos tipologías se muestran como soluciones a un problema. El problema es que si las dos tapas fueran de idénticas dimensiones (simétricas) la descarga sería demasiado lenta, pues las dimensiones de la tapa de descarga serían insuficientes. Se concluye que es necesario ampliar la boca de descarga para facilitar dicha tarea. Para ello se presentan dos soluciones:

- Carga lateral de eje fijo: La solución propuesta es realizar la tapa de descarga de mayor tamaño que la de usuario (disposición de tapas asimétrica). El eje de las tapas se colocará de manera fija.
- Carga Lateral de eje móvil: Esta solución se basa en mantener las dos tapas iguales (disposición simétrica). Para poder ampliar la boca de descarga se dispone de sistema de cogida, que de aquí en adelante se denominará columna, que es articulado. Así, en el momento de la descarga pivota para desplazar el eje de las tapas, ampliando la boca de descarga.



Figura 1.2.4 Contenedor carga lateral de eje fijo [4].



Figura 1.2.5 Contenedor carga lateral de eje móvil [5].

Debido a la mayor sencillez, la tendencia actual se dirige hacia los contenedores de carga lateral de eje fijo. La simplicidad de la columna es un punto a favor de éstos. Este hecho permite simplificar su estética, haciéndolos más atractivos, e integrar de una manera más eficaz todas las partes del contenedor, otorgándole una mayor unidad visual.

Sustento de las tapas: Las tapas van sustentadas por un eje, el cual va alojado en el vaso. Puede haber dos casuísticas:

- La primera es que directamente sobre el vaso se aloje el eje donde van acopladas las tapas. En este caso será necesario que el vaso tenga unos salientes llamados aletas en la parte superior, para poder alojar el eje.
- En el caso de ausencia de aletas o paredes laterales que se eleven hasta la posición del eje, será necesario la implantación de una pieza adicional donde vaya alojado el eje de las tapas.

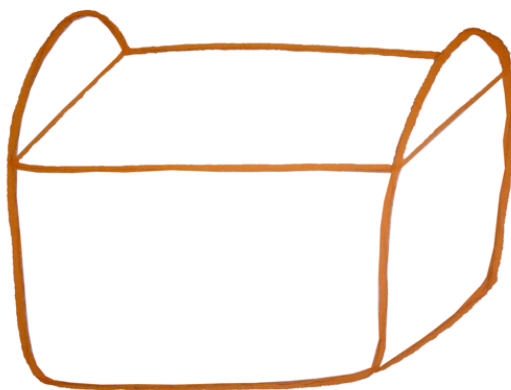


Figura 1.2.6 Vaso con aletas de un contenedor de carga lateral.

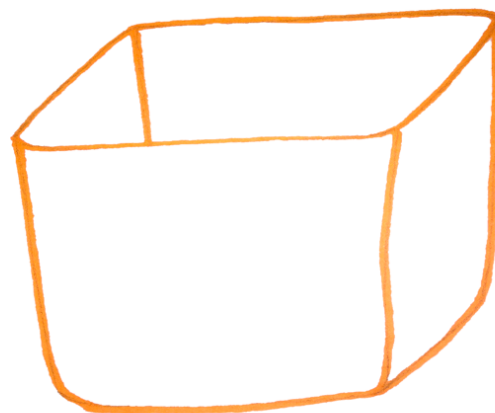


Figura 1.2.7 Vaso con corte plano y cúpula de un contenedor de carga lateral.

Columna: Se define como el conjunto de piezas que forman el sistema de elevación de un contenedor de carga lateral. Se encuentran una a cada lado del mismo. La columna está sometida a un número elevado de fuerzas que hacen que sea una pieza crítica.

La columna alberga el bulón de cogida para la elevación del contenedor y descarga del mismo.

La estética de las espadas no está muy elaborada, por lo que en la mayoría de los casos se dispone de una tapa que cubra la columna interior y aporte cierto valor estético.



Figura 1.2.8 Columna de un contenedor de carga lateral

Dicho elemento puede variar dependiendo del tipo de contenedor de carga lateral que sea (eje fijo / eje móvil). Tal y como se ha dicho antes, en el eje móvil, la columna será articulada para permitir el desplazamiento de las tapas en la fase de descarga.



Figura 1.2.9 Columna de un contenedor carga lateral de eje fijo



Figura 1.2.10 Columna de un contenedor carga lateral de eje móvil [6].

Bulón de cogida: Se trata de un eje por el cuál el camión coge el contenedor. Dicho eje se encuentra atornillado a la columna del contenedor.



Figura 1.2.11 bulón de cogida.

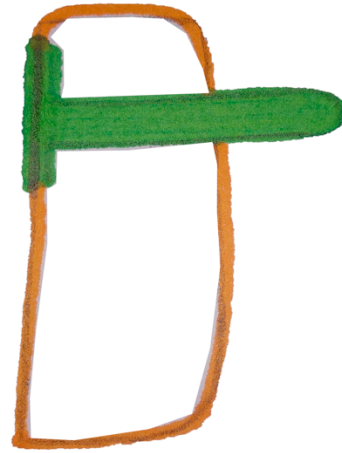


Figura 1.2.12 corte del bulón de cogida.

Patín: Sirve de apoyo del contenedor en el suelo. Se colocan cuatro, uno por cada esquina del contenedor. Es frecuente que alberguen ruedas que facilitan la movilidad de dicho contenedor.



Figura 1.2.13 Patín de un contenedor de carga lateral

1.3. Secuencia de descarga.

En este análisis se pretende observar cómo influye la secuencia de descarga del contenedor CL en el camión de la basura. Para ello se va a tener en cuenta todas las fases de este proceso.

Para este análisis se ha utilizado un contenedor CL de eje móvil, ya que su proceso es más complicado. Para el contenedor CL de eje fijo, se realizaría el mismo proceso, pero habría fases que no ejercerían ninguna función, como se explica a continuación.

En primer lugar, se acerca el camión de recogida de residuos y se coloca a la altura del contenedor, sin necesidad de hacer ninguna maniobra.



Figura 1.3.1 Aproximación del camión [7].



Figura 1.3.2 Despliegue de brazos hidráulicos [7].

Una vez comprobado que se encuentra a la altura correcta, se despliegan los brazos hidráulicos.



Figura 1.3.3 Ajuste de la anchura de los brazos hidráulicos [7].

Los brazos hidráulicos del camión deben adaptarse a la anchura del contenedor, una vez ajustado en anchura, los brazos hidráulicos suben y terminan de abrazar el eje.



Figura 1.3.4 Comienzo de elevación del contenedor [7].

Con el eje asegurado comienza la fase de elevación del contenedor hasta la altura precisa.



Figura 1.3.5 Elevación del contenedor [7].

Cuando el contenedor ya está en la parte alta del camión comienza la fase de descarga de la basura. El contenedor comienza a girar, y al mismo tiempo se acciona un brazo que desplaza el conjunto de las tapas para que la boca de descarga sea mucho mayor, y poder descargar con facilidad. La tapa de descarga se abre por efecto de la gravedad.

En el caso de los contenedores CL de eje fijo, el brazo que hace pivotar la espada no tiene ninguna función, ya que esas tapas son asimétricas y no necesita que se amplíe la boca de descarga.



Figura 1.3.6 Inicio de volteo del contenedor [7].



Figura 1.3.7 Volteo del contenedor [7].



Figura 1.3.8 Volteo del contenedor [7].

Cuando el contenedor se encuentra totalmente vacío se gira hasta dejarlo en la posición vertical habitual.



Figura 1.3.9 Descarga del contenedor [7].



Figura 1.3.10 Vuelta a posición vertical del contenedor [7].

Con el contenedor vertical comienza la fase de bajada hasta colocarlo en el suelo, en su posición inicial.



Figura 1.3.11 Apoyo del contenedor en el suelo [7].

Una vez el contenedor se ha colocado correctamente sobre el suelo, los brazos hidráulicos del camión comienzan a abrirse y bajar para liberar el cubo. Cuando está totalmente liberado, los brazos se recogen totalmente.



Figura 1.3.12 Suelta del contenedor [7].

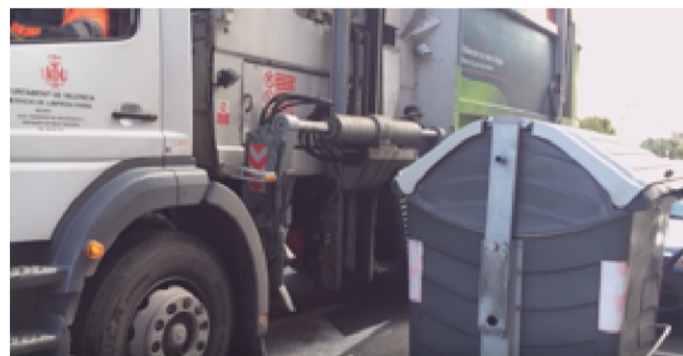


Figura 1.3.13 Recogida de los brazos hidráulicos [7].

Con la operación de descarga finalizada, el camión de recogida se va hasta recoger otro contenedor.



Figura 1.3.14 Alejamiento del contenedor de recogida [7].

1.4. Punto de partida.

1.4.1. Contenedor de partida.

Se trata de un nuevo modelo de contenedor de basura que va a ser sacado al mercado. Dicho contenedor cuenta con una serie de restricciones que hay que acatar.

El factor más determinante del nuevo contenedor, es que se pretende conservar el vaso del contenedor de basura predecesor, que tal y como se ve en la imagen cuanta con aletas. En la nueva estética, el caso no lleva estas aletas por lo que están previstas modificaciones en el molde para eliminarlas. En su lugar se introduce una nueva pieza, una cúpula sobre la que irán montadas la tapas. Todas las piezas deben estar subordinadas a dicho vaso.

Puesto que el vaso ya está diseñado, y no se pueden realizar cambios, las medidas de éste van a influir de manera directa en el diseño estético del sistema de cogida, pues debe cumplir con la normativa vigente.

Llegado a este punto es importante destacar que el proyecto del contenedor se lleva a cabo por un grupo grande de personas que se dedican al desarrollo del mismo.

La cúpula superior y las tapas van a ser diseñadas para que tengan una estética más redondeada y con un menor impacto visual. El contenedor deberá percibirse como algo menos voluminoso, pero, por el contrario, debe de tener la misma capacidad.



Figura 1.4.1.1 Antigo contenedor de carga lateral [8].



Figura 1.4.1.2 Nuevo contenedor de carga lateral

1.4.2. Columna media de partida.

Este proyecto trata del diseño de una columna para un contenedor de carga lateral de eje fijo, por lo que nos centraremos en las columnas de esta tipología. Estos sistemas de cogida se componen por dos piezas fundamentalmente. La columna interior y una carcasa exterior.

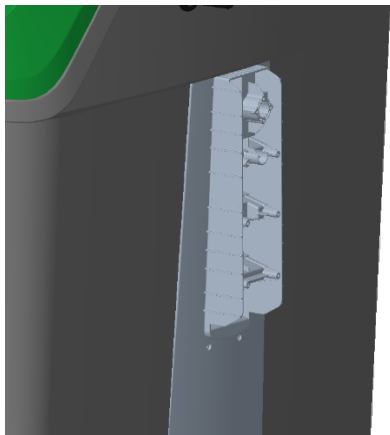


Figura 1.4.2.1 Espada interna de un contenedor carga lateral de eje fijo



Figura 1.4.2.2 Tapa de espada de un contenedor carga lateral de eje móvil

La columna interior va atornillada al vaso, y la carcasa se atornilla a la columna interior. La parte superior de la columna interior apoya en el faldón del vaso del contenedor. En la columna interior se inserta un bulón por el que el camión cogerá el contenedor para descargarlo.

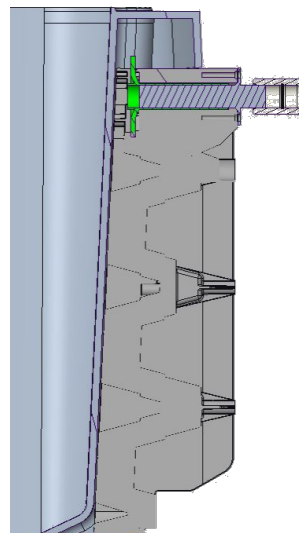


Figura 1.4.2.3 Corte de una espada interna de un contenedor de carga lateral

En general, se trata de un elemento en el que no se ha cuidado su estética. El diseño de los sistemas de cogida se basa en un correcto funcionamiento mecánico, y el cumplimiento de la norma específica.

Para la realización de la nueva columna media, se opta, primero por el diseño estético de la columna mediante la tapa exterior. Una vez se tenga claro el diseño estético de la columna, se llevarán a cabo dos vías de trabajo:

- La modificación de la columna interior existente para modificar el molde lo mínimo posible.
- El diseño de una nueva columna lo más ligera posible.

Estas dos vías de trabajo, se realizarán siempre intentando modificar lo mínimo posible las piezas que ya montan en el contenedor, aunque no siempre será posible.

1.5. Estudio de mercado.

Para poder realizar un diseño de columna media eficaz, es necesario conocer las características de los contenedores de carga lateral de la competencia. También se pretende analizar las tendencias que sigue el mercado, con el fin de poder extraer conclusiones que ayuden al posterior diseño.

Para poder extraer conclusiones, se ha realizado un estudio de mercado donde se analizan los contenedores de carga lateral que se ofrecen en el mercado.







Se van a analizar diferentes parámetros de cada contenedor. Los parámetros a analizar son los siguientes:





- Fabricante.
- Tipo de eje. Delimitando entre eje fijo o eje móvil.
- Tipo de columna, dependiendo del material de fabricación. Diferenciando entre plásticas, metálicas, y plástico-metálicas.
- Material en que está fabricado el contenedor en general. Pueden ser plásticos (en este caso se indicará el proceso de fabricación empleado), metálicos, o incluso una combinación de ambos.
- Estética general. Se tendrá en cuenta tanto el vaso, las tapas, y las espadas.

Esta información será analizada y clasificada en una tabla para poder extraer las conclusiones pertinentes.

Con este estudio se persigue entender tanto la estética de las espadas actuales, la integración con el conjunto del contenedor, y el contenedor de una manera global.

Tabla

Contenedor	Fabricante	Tipo de eje	Tipo de espada	Tipo de tapas	Material	Estética
 Figura 1.5.1 C3200 F Contenur [8].	Contenur	Fijo	Plástica	Asimétricas	Polietileno inyectado	Vaso simple y liso con apenas refuerzos visibles. Tapas redondeadas y lisas. Semi integración de la espada en el conjunto.
 Figura 1.5.2 C3200 D Contenur [9].	Contenur	Móvil	Metálica	Simétricas	Polietileno inyectado	Vaso cúbico y labrado con refuerzos visibles. Tapas abovedadas con refuerzos. Espada no integrada en el conjunto.
 Figura 1.5.3 CL Metalo-Plástico Ros Roca [10].	Ros Roca	Móvil	Metálica	Simétricas	Rotomoldeo en polietileno con estructura de acero	Vaso cúbico labrado con refuerzos visibles, pero fluidos y estéticos. Tapas rectas formando un triángulo. Espada no integrada en el conjunto.
 Figura 1.5.4 CL 3200L Ros Roca [11].	Ros Roca	Fijo	Plástico-Metálica	Asimétricas	Polietileno inyectado	Vaso liso con aristas muy redondeadas, sin refuerzos visibles. Tapas abovedadas y muy redondeadas. Espada integrada en el conjunto.
 Figura 1.5.5 CL Metálico Formato Verde [12].	Formato Verde	Móvil	Metálica	Simétricas	Metálico	Vaso cúbico y labrado con refuerzos visibles. Tapas abovedadas con refuerzos. Espada no integrada en el conjunto.
 Figura 1.5.6 Small Bin Formato Verde [13].	Formato Verde	Fijo	Plástico-Metálica	Asimétricas	Polietileno inyectado	Vaso liso y muy redondeado, sin refuerzos visibles. Tapas abovedadas y muy lisas. Espada integrada en el conjunto

 <p>1.5.7 CL EquiUrbe [14].</p>	EquiUrbe	Móvil	Metálica	Simétricas	Rotomoldeo en polietileno	Vaso cúbico y labrado con refuerzos visibles. Tapas abovedadas con refuerzos.
 <p>1.5.8 CL Metálico Alquienvas [15].</p>	Alquienvas	Móvil	Metálica	Simétricas	Metálico	Vaso cúbico y labrado con refuerzos visibles. Tapas abovedadas con refuerzos. Espada no integrada en el conjunto.
 <p>1.5.9 CL Plástico Alquienvas [16].</p>	Alquienvas	Móvil	Metálica	Simétricas	Rotomoldeo en polietileno	Vaso cúbico labrado con refuerzos visibles, pero fluidos y estéticos. Tapas abovedadas con líneas fluidas. Espada no integrada en el conjunto.
 <p>1.5.10 CL Metálico Sanimobel [17].</p>	Sanimobel	Fijo	Metálica	Simétricas	Metálico	Vaso cúbico con líneas rectas. Tapas planas que forman un triángulo. Espada no integrada en el conjunto.

Conclusiones.

Tras realizar el estudio de diferentes contenedores de carga lateral de la competencia, se pueden extraer una serie de conclusiones que nos van a ayudar al posterior desarrollo de nuestro diseño.

Se observa que hay una cierta relación entre varios aspectos. Cuando las tapas del contenedor son simétricas, se trata de un contenedor con el eje móvil. En caso contrario (tapas asimétricas), se trata de un contenedor de eje fijo. Se puede observar que los modelos de eje fijo son los más modernos del mercado.

Los modelos de contenedor con un eje móvil, contienen una columna de material metálico. La excepción son los modelos de eje fijo (C3200 F de Contenur) que tiene una espada plástica y el Big Bin de Formato verde, que es plástica con una tapa metálica.

En cuanto al material de fabricación, la gran mayoría se fabrican el polietileno de alta densidad. La diferencia se encuentra en el proceso de fabricación. Fabricantes como Ros Roca, EquiUrbe, y Alquienvas fabrican sus contenedores por rotomoldeo. Los demás fabricantes optan por el proceso de inyección para la fabricación de los contenedores. Se destaca que los contenedores más antiguos se fabricaban en metal, pero esta tendencia desaparece con los modelos más modernos.

En lo que se refiere a la estética de los vasos, se observa cómo ha sufrido una evolución con el tiempo. Al principio se utilizaban formas cúbicas con estéticas poco depuradas, dejando a la vista los surcos que se realizaban para reforzar la estructura. Con el paso del tiempo, se intenta suavizar las formas de los surcos para hacerlos más estéticos, y que tengan un menor impacto visual. Los últimos modelos en llegar al mercado como el C3200 F de Contenur, o el Big Bin de Formato Verde, intentan eliminar dichos surcos de refuerzo, o esconderlos, para ofrecer una estética más limpia y sencilla.

En el caso de las tapas hay que destacar que están sometidas a muchos esfuerzos, así como actos vandálicos. En un inicio se observan tapas con grandes surcos para reforzarlas. A medida que han evolucionado los vasos, también lo han hecho las tapas en la misma dirección, intentando reducir los surcos y redondeando sus formas.

Por último, es importante analizar la integración de las espadas con el resto del conjunto. En los modelos convencionales no se observa ningún tipo de integración de estos elementos. A medida que han evolucionado los modelos, se detecta, como en los modelos más novedosos, se muestra un intento de integración de la espada en el conjunto.

A modo de resumen, se muestran ciertas tendencias como la eliminación de los surcos de refuerzo para simplificar y limpiar el diseño. También se destaca la tendencia de intentar realizar un producto como unidad, mediante la integración de sus diferentes elementos, y la presencia de los ejes fijos con tapas asimétricas.

1.6. Normativa. [18]

UNE - EN 12574-1:2017

Especifica las dimensiones y requisitos de contenedores fijos para residuos sin ruedas o con ruedas para su posicionamiento únicamente, con tapa(s) plana(s) o abovedada(s) y con capacidad de hasta 10000L, para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos.

A continuación, se van a enumerar las consideraciones de diseño que se encuentran en la norma y que tienen influencia a la hora de diseñar la espada.

- El contenedor debe construirse de tal manera que cuando se cargue o descargue con una carga nominal, se adapte a un dispositivo de elevación compatible y conforme a la norma EN 1501-5.
- Se deben evitar en todos los casos los bordes afilados (los bordes redondeados con un radio superior a 1,4 mm no se consideran bordes afilados). Las superficies deben estar libres de cuerpos extraños o defectos.

A continuación, se muestra una tabla en la que se enumeran las cotas que afectan al diseño de la espada con la medida que aporta la norma. Esta tabla se encuentra relacionada con la figura 1.6.1.

Cota	Medida (mm)
1	1880 ± 10
7	240 ± 50
8	460 mín.
13	1760 ± 10
14	1650 máx.
15	40 ± 2
16	1050 ± 50
17	160 ± 10
20	1750 máx.
25	1700 máx.
26	820 máx.
27	820 máx.

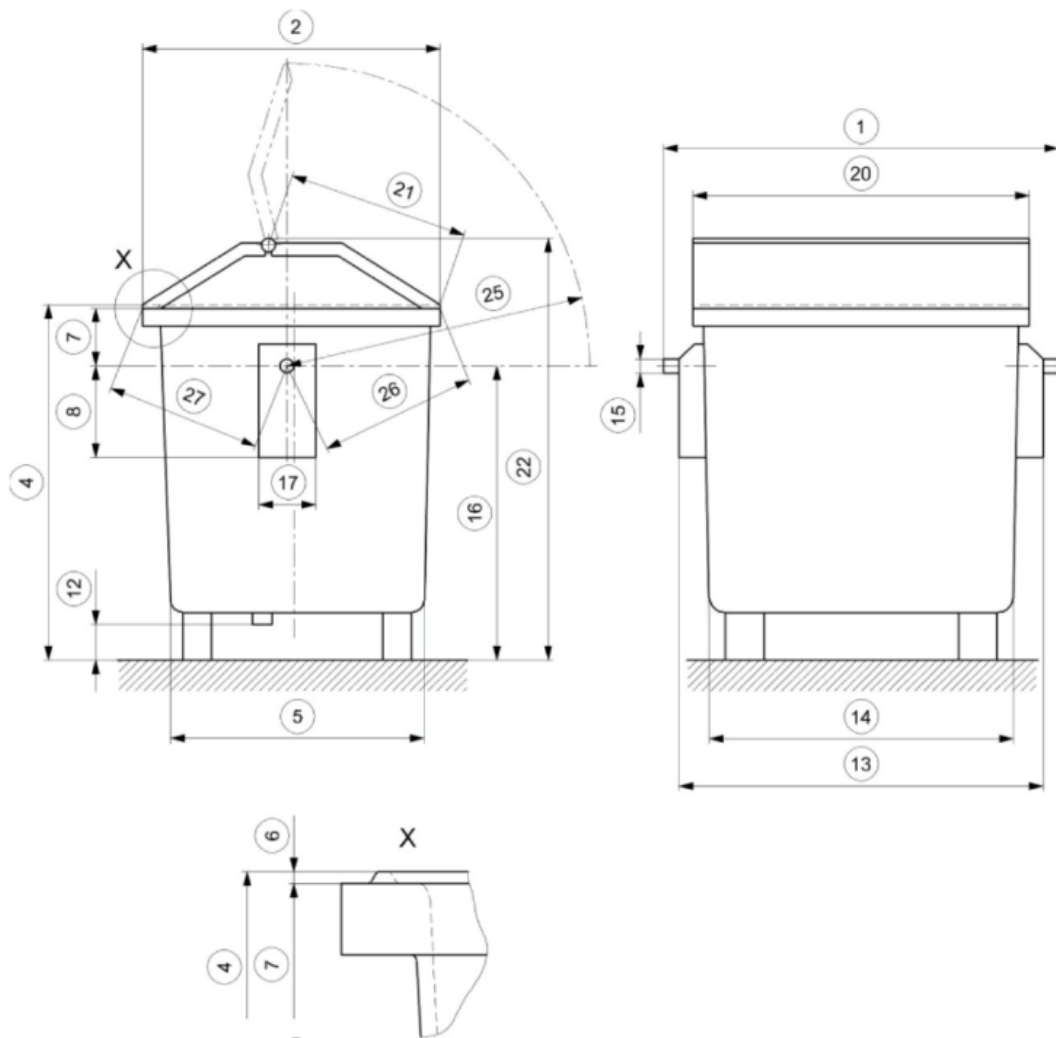


Figura 1.6.1 Normativa aplicable.

1.7. Proceso de inyección.

Máquinas de inyección [19]

La inyección de termoplásticos es un proceso físico por el cual se funde el termoplástico por efecto del calor en una máquina llamada inyectora. Una vez el material se encuentra fundido, se inyecta en un molde, a unos parámetros determinados de temperatura, velocidad y presión. Una vez el plástico se encuentra en el interior del molde, se solidifica y queda con la forma de la cavidad del molde.

El proceso de la inyección de termoplásticos tiene dos características principales, la primera es que se trata de un proceso físico, pues no se producen cambios en la composición química del material. Y, por otro lado, se puede definir como reversible, pues el material después de inyectarse tiene las mismas propiedades que antes, por lo que se puede llegar a triturar la pieza y volver a empezar el proceso.



Figura 1.7.1 Típica máquina de inyección [20].

Por norma general, todas las máquinas de inyección están formadas por los mismos elementos. Las diferencias entre unas y otras radican en su tamaño, fuerza de cierre...

Etapas del proceso de inyección

1. Cierre del molde: Actúa el sistema de cierre.
2. Avance de unidad de inyección: En un comienzo, la unidad de inyección se encuentra separada del molde. Durante esta fase avanza hasta que la boquilla se coloca junto al orificio de entrada del molde.
3. Fase de llenado o inyección: El husillo avanza para realizar la inyección del material. Hay varios factores que influyen en esta fase, como son: Plástico empleado, temperatura de inyección, velocidad de inyección, tamaño del molde...
4. Fase de compactación: Es la fase en la que comienza el enfriamiento y solidificación de la pieza en el interior del molde. Durante este periodo, es frecuente introducir algo más de material en el molde, manteniendo la presión, pues durante el enfriamiento de la pieza, se contrae el material.
5. Retroceso de la unidad de inyección: Una vez solidificado el material que se encuentra en la cavidad de entrada, la unidad de inyección retrocede. Durante esta fase, el husillo comienza a girar para fundir y preparar el material para la siguiente inyección.
6. Enfriamiento: Se trata del tiempo transcurrido entre la fase de compactación y la apertura del molde. Aunque no es menos cierto que el enfriamiento de la pieza comienza realmente cuando es inyectado en el molde.

7. Apertura del molde: Como su propio nombre indica, es la fase donde el molde se abre para liberar a la pieza.
8. Extracción de la pieza: Una vez abierto el molde, se libera la pieza y es expulsada, generalmente con los llamados expulsores.
9. Molde abierto: Se trata del tiempo que transcurre con el molde abierto. Se intenta que sea el menor posible, pues afecta directamente a la productividad.

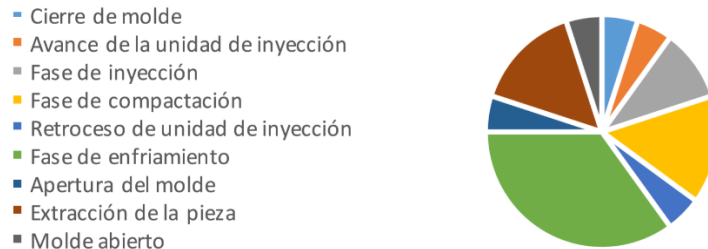


Figura 1.7.3 Tiempo de las fases del ciclo de inyección

Variables de inyección

Son muchas las variables, que directa, o indirectamente, pueden afectar al proceso de inyección. Todas estas variables pertenecen a las siguientes tipologías: Temperaturas, tiempos, presiones, y distancias.

Temperatura de inyección

Es importante que el material alcance la temperatura en su fluidez sea óptima para poder inyectarlo.

La temperatura de inyección influirá en el resultado general de la pieza, pues influye en el grado de contracción de la misma. A mayor temperatura, mayor será el grado de contracción sufrido por la pieza, pero esta mayor temperatura permite una mejor compactación de la misma, pues aumenta su fluidez. Por lo que lo óptimo es encontrar el punto de equilibrio entre estos dos factores.

Temperatura del molde

Es muy importante que el enfriamiento de la pieza se realice de una manera homogénea, lo que hace que el diseño del molde sea crucial para facilitar que se disipe el calor de forma homogénea.

Es habitual que muchos moldes dispongan de circuitos de agua o aceite que faciliten el intercambio de calor. Este agua o aceite puede encontrarse a una temperatura determinada para facilitar dicho proceso.

La temperatura del molde puede afectar al acabado de la pieza en los siguientes factores: alabeo, acabado superficial, cristalinidad...

Tiempo de inyección

El tiempo de inyección se encuentra muy relacionado con la velocidad de inyección de una manera inversamente proporcional, pues tiempos de inyección pequeños requieren velocidades de inyección altas. También se puede decir que, a velocidades de inyección altas, la presión de inyección crece.

Porcentaje de llenado

Para pasar a la presión de compactación explicada, es necesario establecer el porcentaje de pieza que se debe haber llenado para dar por finalizado el llenado de la pieza. Normalmente se establece en el 99% del volumen de la pieza, pero no necesariamente debe ser ese el valor.

Presión de compactación

Esta presión se aplica después de la presión de inyección, y su objetivo es terminar el llenado del molde, y compactar el material en el interior del molde. Con esta presión se busca reducir las deformaciones que se puedan producir en la pieza durante su enfriamiento y solidificación.

Se debe tener en cuenta que, si esta presión es demasiado reducida, es posible que aparezcan los consiguientes rechupes en la pieza. Y si por el contrario es demasiado elevada, es posible que aparezcan posteriores tensiones internas que cambien las propiedades mecánicas de la pieza.

Tiempo de enfriamiento

Esta fase comienza cuando el material empieza su solidificación. Se puede decir que aumentando el tiempo de enfriamiento de la pieza en el interior del molde se evitan de cierta manera algunas contracciones y alabeos. Pero por contra, alargar en exceso el tiempo de enfriamiento, hace que el ciclo de inyección se alargue haciendo menos rentable el proceso.

1.8. EDP's.

EDP's significa especificaciones de diseño. Por lo que son una serie de premisas que el producto debe cumplir para satisfacer las necesidades que han sido planificadas en un principio.

Cuando hablamos de EDP's podemos diferenciar de dos tipos principalmente:

- EDP's críticas: Estas especificaciones deben de cumplirse obligatoriamente, ya que la descripción del proyecto lo requiere, o son especificaciones que obligatoriamente deben cumplirse por cualquier otro motivo.
- EDP's deseables: Son especificaciones que aportan valor al producto, lo que hace que se diferencie de la competencia. Pero en el caso de no poder cumplirse no son de vital importancia.

Lo primero es enumerar los diferentes factores de diseño que van a tener una influencia en el producto, para después poder concretar y desarrollar cada factor.

- Funcionalidad.
- Estética.
- Coste.
- Mantenimiento.
- Proceso de fabricación.
- Normativa.
- Montaje.
- Higiene.
- Interacción.

EDP's.	Crítica.	Deseable.
Funcionalidad.	Debe de cumplir con la función principal de una manera por lo menos igual a la de la columna anterior.	Es deseable que cumpla con la función principal de una manera óptima, e incluso sea más resistente a los esfuerzos sometidos que la espada anterior.
Estética.	A priori, no debe de tener ninguna especificación estética obligatoria.	Es recomendable que aporte un valor estético de integración con el contenedor, y forme una idea de producto como unidad que haga diferenciar al contenedor de la competencia.
Coste.	Su coste debe ser igual al de la espada anterior.	Sería importante que se pudiera reducir el coste de producción de la pieza, ya sea, utilizando menos material, agilizando el ciclo de inyección...
Mantenimiento.	Su mantenimiento debe ser mínimo, y casi inexistente.	
Proceso de fabricación.	Debe ser una pieza realizada por el proceso de inyección de plásticos.	Se debe intentar optimizar el proceso de inyección. Tanto el ciclo de inyección, como la geometría de la pieza para poder realizar un molde más sencillo.
Normativa.	Debe cumplir la normativa necesaria.	
Montaje.	Un factor muy importante, es que debe estar atornillada al vaso.	Sería deseable simplificar de alguna manera el proceso de montaje, reduciendo pasos, o hacerlos de una manera más rápida y ágil.
Higiene.	Se trata de una pieza que va monada en un contenedor de basura, por lo que es de vital importancia, que se imposibilite la acumulación de residuos.	Al tratarse de un elemento que se encuentra a la intemperie, sería aconsejable que no se acumule agua en cualquiera de sus zonas haciendo a la pieza sucia y antihigiénica.
Interacción.	Es una pieza que tiene unas necesidades interactivas, pues el operario del camión debe saber por la zona que coger el contenedor.	

2. Conceptualización.

2.1. Conceptualización. Primeros bocetos.

Una vez analizadas la mayoría de columnas que se encuentran en el mercado, y sacado conclusiones tanto de su estética, funcionalidad, materiales, y diferentes aspectos, se va a proceder al diseño de una serie columnas que poder aplicar al contenedor propuesto.

Se va a empezar conceptualizando la tapa de la columnas. La espada interior irá subordinada al diseño estético de la tapa de dicha columna.

Se presentan una serie de bocetos a mano alzada de posibles conceptos de tapas de columnas montadas sobre el contenedor. Posteriormente, se realizará un mayor desarrollo de una selección de ellas.

2.1.1. Concepto 1.

La primera opción trata en realizar una columna que se integre más con el contenedor. Para ello se va a engrasar la tapa de la columna con la cúpula, evitando así que la columna sobresalga visualmente del contenedor, y rompa así su unidad visual.

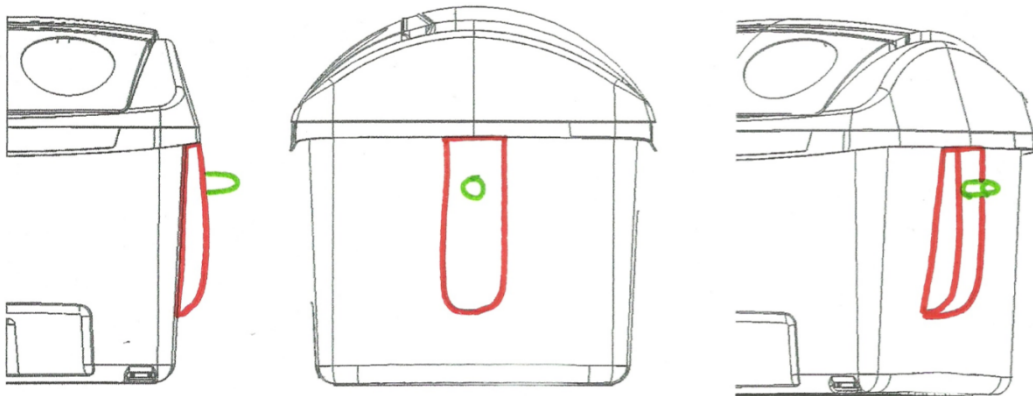


Figura 2.1.1 Concepto 1.

2.1.2. Concepto 2.

La siguiente opción es derivada de la opción 1, pues parte de la misma idea de enrasarla con el faldón del vaso, pero introducen una mayor continuidad estética en todo el conjunto del contenedor. A su vez, le otorga una idea de unidad como producto, ya que se integra de una manera mucho más notoria en el cuerpo del vaso.

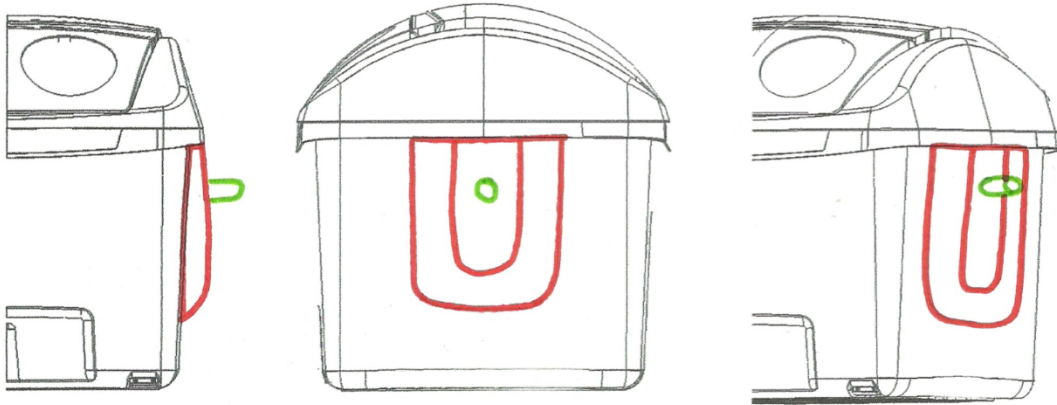


Figura 2.1.2 Concepto 2.

2.1.3. Concepto 3.

Derivado del concepto 2, la diferencia radica en la forma de integración con el vaso, pues en el concepto 2 tiene una estética cuadrada, y en el concepto 3 su estética en triangular. Esta forma otorga fluidez al diseño.

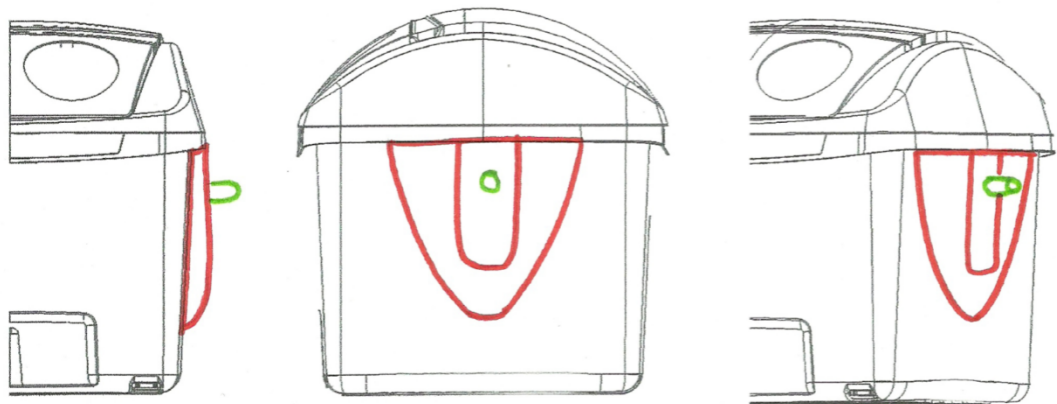


Figura 2.1.3 Concepto 3.

2.1.4. Concepto 4.

En este concepto se abandona la idea de enrasar la columna con el faldón del vaso, y se piensa montar la columna sobre la cúpula. Con este concepto se puede acatar la norma de una manera más eficaz (cota 13 de la figura 1.6.1), ya que la cota de anchura del contenedor es fija, y es obligatorio que sobresalga del vaso.

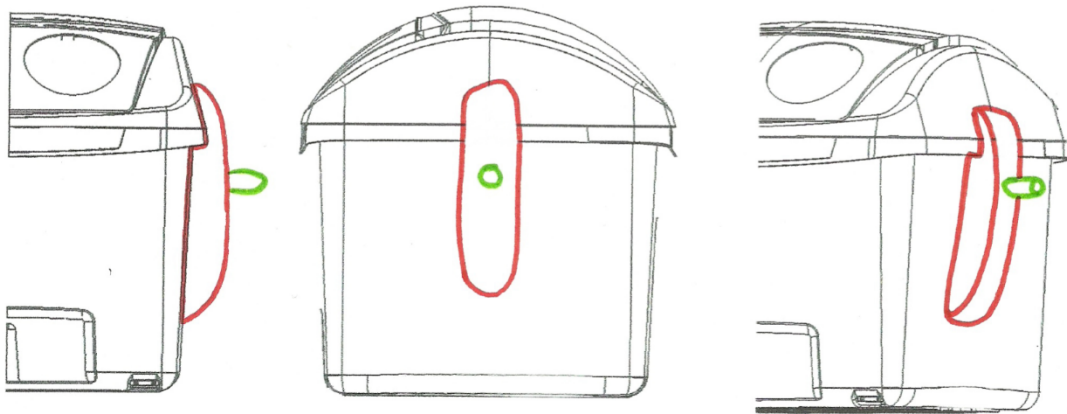


Figura 2.1.4 Concepto 4.

2.1.5. Concepto 5.

Se deriva del concepto 4, pero se introduce el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos 2 y 3.

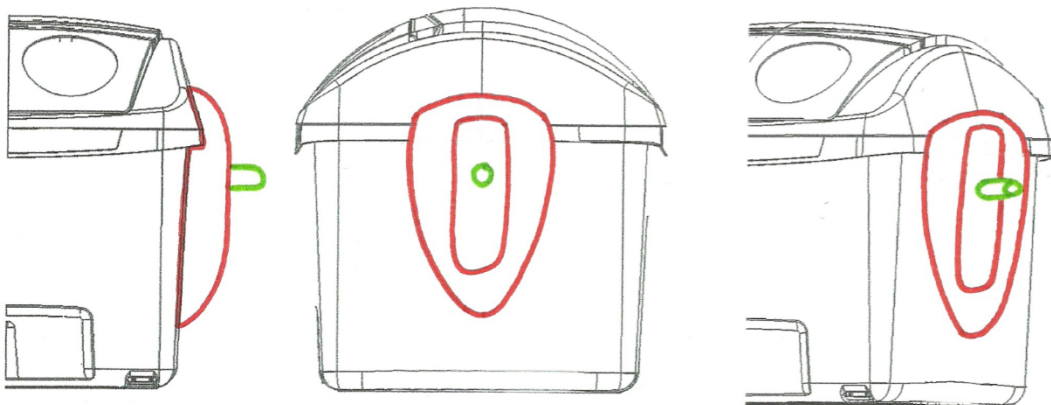


Figura 2.1.5 Concepto 5.

2.1.6. Concepto 6.

Con este concepto se ha buscado que la columna no dé la impresión de ser un elemento que se ha colocado en el contenedor por necesidad, sino que es un elemento estético más de dicho contenedor, y que se encuentra integrado en él, teniendo una carga estética considerable. Para ello se ha pensado una columna que va de arriba hasta abajo cubriendo toda la altura del lateral del contenedor.

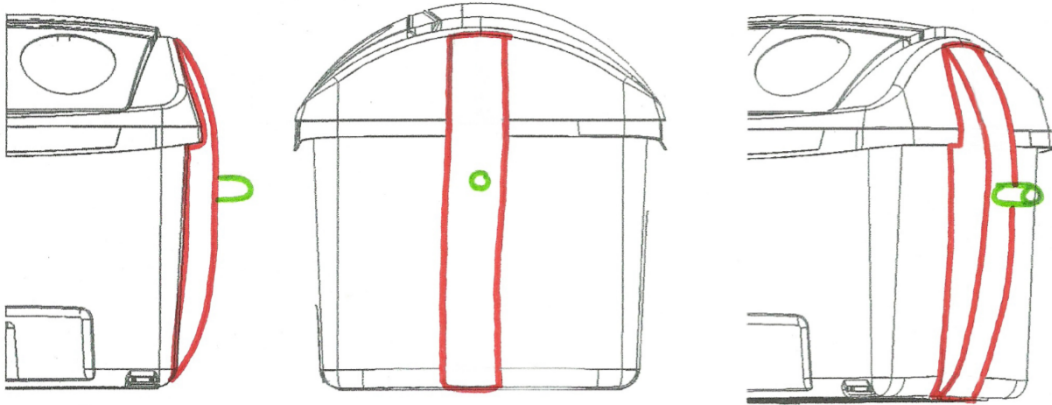


Figura 2.1.6 Concepto 6.

2.1.7. Concepto 7.

Se deriva del concepto 6, pero introduciendo el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos 2, 3, y 4.

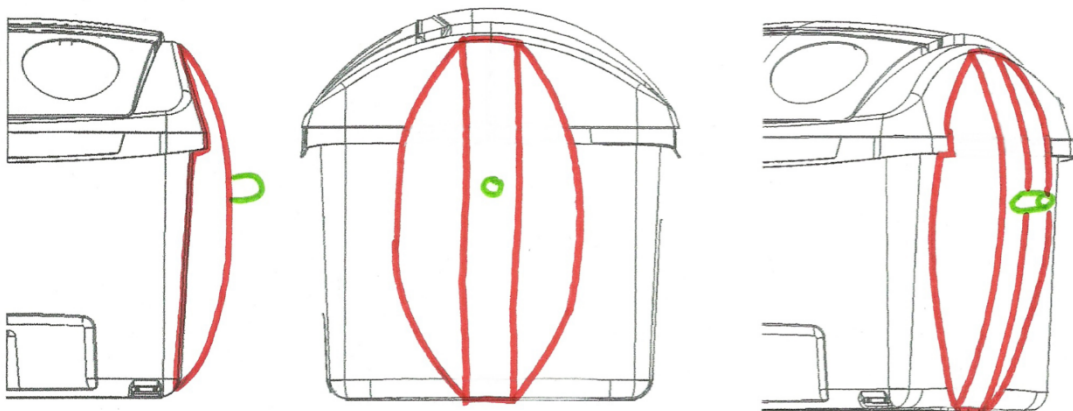


Figura 2.1.7 Concepto 7.

2.1.8. Concepto 8.

Parte del concepto 4, pero se ha decidido prolongar la parte superior, para que tenga una continuidad visual con la parte superior de la cúpula.

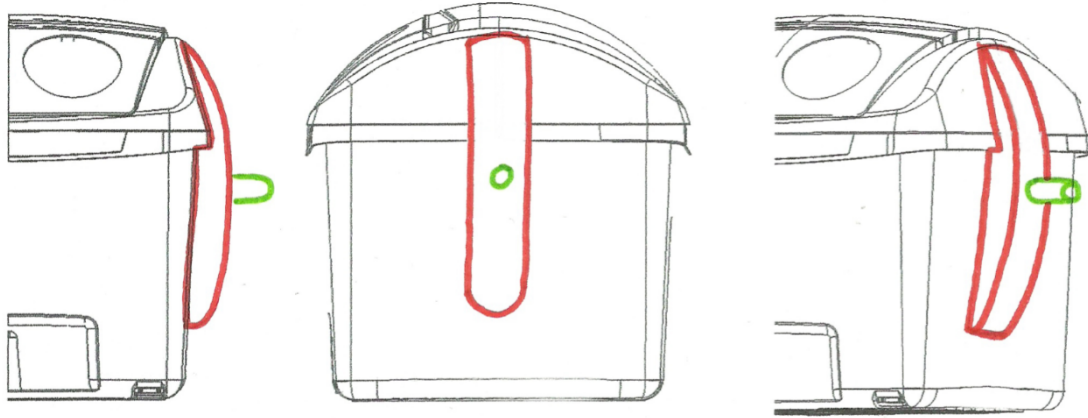


Figura 2.1.8 Concepto 8.

2.1.9. Concepto 9.

Se deriva del concepto 8, pero introduciendo el sentido de la integración y de la unidad de producto que ya ha sido aplicada en los conceptos anteriormente descritos.

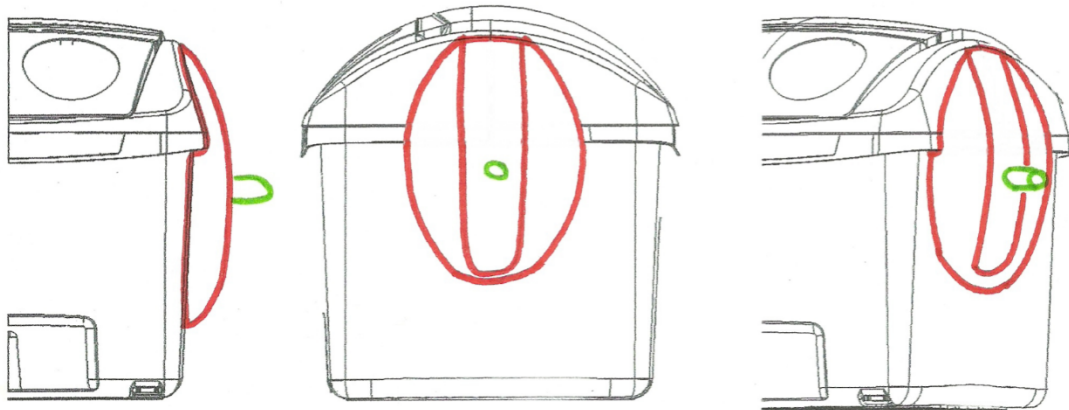
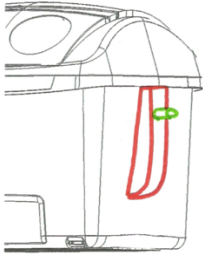
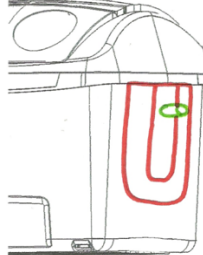
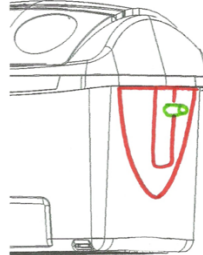
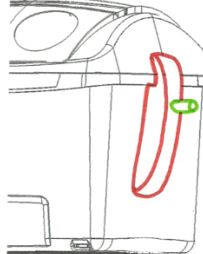
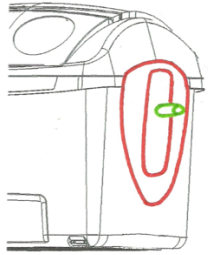
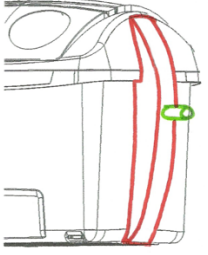
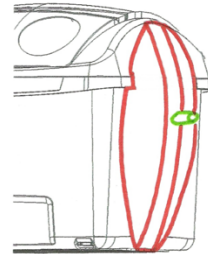
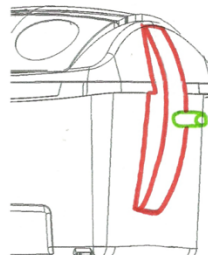
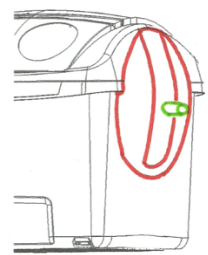


Figura 2.1.9 Concepto 9.

2.1.10. Ventajas y desventajas.

A continuación, se van a enumerar una serie de ventajas y desventajas de cada uno de los conceptos, para poder seleccionar tres, y pasar a desarrollarlos de una manera más exhaustiva.

Concepto	Ventajas	Desventajas
 <p data-bbox="308 808 472 864"><i>Figura 2.1.10.1</i> Concepto 1.</p>	<p data-bbox="564 517 762 546">Integración visual.</p> <p data-bbox="564 568 740 598">Limpieza visual.</p> <p data-bbox="564 620 866 649">Pieza de tamaño contenido.</p>	<p data-bbox="983 517 1310 573">Poco espacio para la columna interior.</p> <p data-bbox="983 595 1270 651">Imposible de adaptar al cumplimiento de la norma.</p>
 <p data-bbox="308 1167 472 1223"><i>Figura 2.1.10.2</i> Concepto 2.</p>	<p data-bbox="564 871 762 900">Integración visual.</p> <p data-bbox="564 922 740 952">Limpieza visual.</p> <p data-bbox="564 974 892 1003">Estética de mayor integración.</p> <p data-bbox="564 1025 938 1055">Posibilidad de rigidizar el conjunto.</p>	<p data-bbox="983 871 1321 900">Pieza de grandes dimensiones.</p> <p data-bbox="983 922 1310 978">Poco espacio para la columna interior.</p> <p data-bbox="983 1001 1273 1030">Cumplimiento de la norma.</p>
 <p data-bbox="308 1516 472 1572"><i>Figura 2.1.10.3</i> Concepto 3.</p>	<p data-bbox="564 1225 884 1254">Integración visual que aporta.</p> <p data-bbox="564 1276 740 1305">Limpieza visual.</p> <p data-bbox="564 1328 951 1357">Mayor integración estética y fluidez.</p> <p data-bbox="564 1379 938 1408">Posibilidad de rigidizar el conjunto.</p>	<p data-bbox="983 1225 1321 1254">Pieza de grandes dimensiones.</p> <p data-bbox="983 1276 1299 1332">Poco espacio para la espada interior.</p> <p data-bbox="983 1355 1273 1384">Cumplimiento de la norma.</p>
 <p data-bbox="308 1874 472 1930"><i>Figura 2.1.10.4</i> Concepto 4.</p>	<p data-bbox="564 1579 954 1608">Reducidas dimensiones de la pieza.</p> <p data-bbox="564 1630 903 1686">Espacio suficiente en el interior para la columna.</p> <p data-bbox="564 1709 938 1765">Adaptable al cumplimiento sencillo de la norma.</p>	<p data-bbox="983 1579 1273 1608">Menor integración estética.</p>

 <p><i>Figura 2.1.10.5</i> <i>Concepto 5.</i></p>	<p>Mayor integración estética.</p> <p>Espacio suficiente interior para la columna.</p> <p>Cumplimiento sencillo de la norma.</p> <p>Posibilidad de rigidizar el conjunto.</p>	<p>Grandes dimensiones de la pieza.</p>
 <p><i>Figura 2.1.10.6</i> <i>Concepto 6.</i></p>	<p>Espacio suficiente interior para la columna.</p> <p>Cumplimiento sencillo de la norma.</p> <p>Integración regular de la pieza.</p>	<p>Tamaño desmesurado de la pieza.</p> <p>Menor integración estética.</p>
 <p><i>Figura 2.1.10.7</i> <i>Concepto 7.</i></p>	<p>Espacio suficiente interior para la columna.</p> <p>Cumplimiento sencillo de la norma.</p> <p>Integración global de la pieza.</p> <p>Posibilidad de rigidizar el conjunto.</p>	<p>Tamaño desmesurado de la pieza.</p>
 <p><i>Figura 2.1.10.8</i> <i>Concepto 8.</i></p>	<p>Espacio suficiente interior para la columna.</p> <p>Cumplimiento sencillo de la norma.</p> <p>Integración visual de la pieza.</p> <p>Pieza de dimensiones medias.</p>	<p>Pieza de dimensiones medias.</p>
 <p><i>Figura 2.1.10.9</i> <i>Concepto 9.</i></p>	<p>Espacio suficiente interior para la columna.</p> <p>Cumplimiento sencillo de la norma.</p> <p>Integración visual y conceptual de la pieza.</p> <p>Posibilidad de rigidizar el conjunto.</p>	<p>Elevadas dimensiones de la pieza.</p>

Conclusiones.

Se descartan los conceptos 1, 2 y 3 donde se enrasa la columna con el faldón del vaso debido al no cumplimiento de la norma, la cual es de obligatorio cumplimiento.

En cuanto a la estética, se buscan conceptos donde se produzca una integración visual de la columna con el conjunto del contenedor. Esta integración se debe dar de una manera fluida y limpia.

La mejor opción de integrar la columna con el conjunto, es realizar una columna de interfaz ancha, como las planteadas en la opción 5, 7 ó 9. Esta interfaz ancha nos permite tener un espacio mayor en el interior para el desarrollo de la columna interna.

En lo referente a aspectos mecánicos, una espada de interfaz ancha permite rigidizar la estructura del contenedor. La rigidización del contenedor es un factor muy importante si se tiene en cuenta que, con la evolución de los vasos, se ha ido perdiendo rigidez a medida que se pierden los surcos de su estructura. Por consiguiente, se descartan los conceptos de interfaz estrecha 4, 6 y 8.

El último factor importante al tratarse de una pieza entera de plástico, es que sus dimensiones deben ser lo más contenidas posible. Las dimensiones de la pieza influyen directamente en el coste, pues el molde deberá ser de unas dimensiones mucho mayores. Al tratarse de una pieza estética, es importante que no se produzcan deformaciones que puedan afectar a la estética de la misma. Este hecho nos lleva a descartar la opción 7.

2.2 Conceptualización. Primer desarrollo.

Tras los primeros conceptos realizados a mano alzada, quedan como conceptos ganadores el 5 y 9. Por lo que se va a realizar una serie de conceptos derivados de estas dos opciones. Al modelar los conceptos se pueden sacar conclusiones más precisas sobre la estética de las espadas.

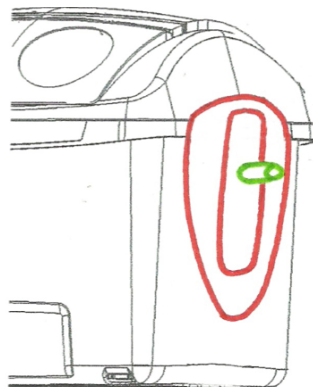


Figura 2.2.1 Concepto 5.

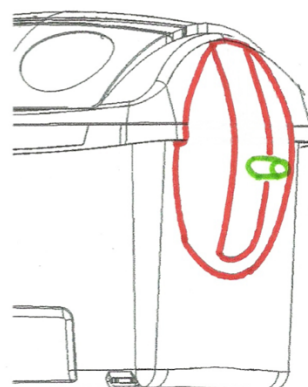


Figura 2.2.2 Concepto 9.

2.2.1 Derivados del concepto 5.

Concepto 5.1.



Figura 2.2.1.1 Concepto 5.1.

Concepto 5.2.

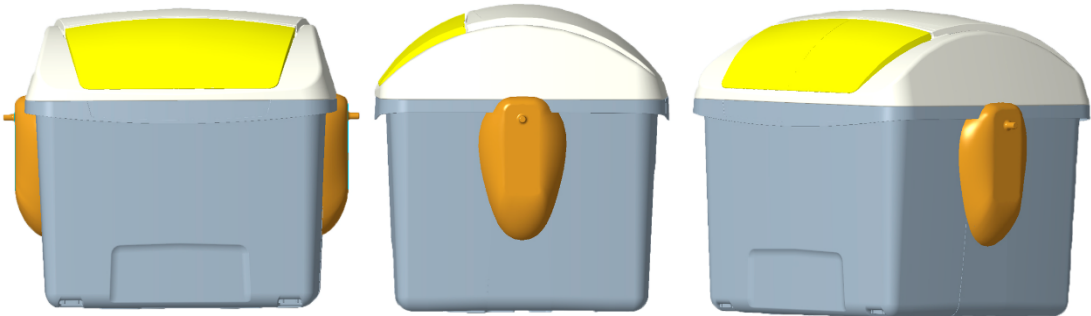


Figura 2.2.1.2 Concepto 5.2.

2.2.2 Derivados del concepto 9.

Concepto 9.1.



Figura 2.2.2.1 Concepto 9.1.

Concepto 9.2.

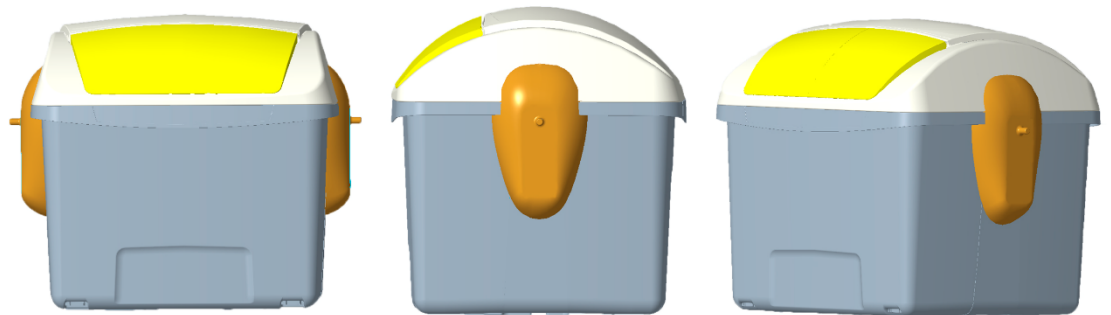


Figura 2.2.2.2 Concepto 9.2.

Concepto 9.3.



Figura 2.2.2.3 Concepto 9.3.

2.3 Elección de concepto.

Como se ha explicado en los apartados anteriores, la espada a desarrollar parte de la estética de la tapa que se elija entre los conceptos planteados.

Para la elección de uno de los conceptos anteriores se ha planteado una encuesta que ha sido respondida por usuarios de diversas edades, sexos, etc...

Los resultados de la encuesta son los siguientes:

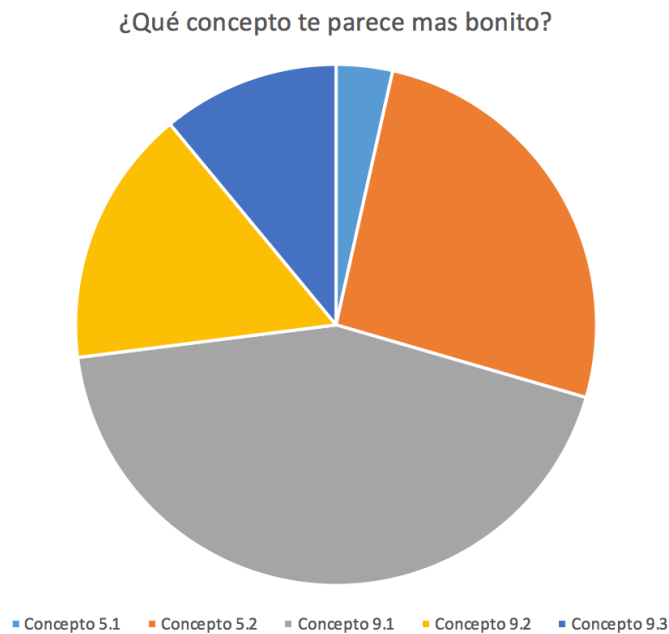


Figura 2.3.1 Resultados de la encuesta.

Como se refleja en la encuesta, el concepto ganador, y sobre el que se desarrollará la espada interior es el concepto 9.1.



Figura 2.3.2 Concepto 9.1.

3. Desarrollo.

Tras la fase de conceptualización de la pieza exterior, se va a pasar a desarrollar la pieza interior del conjunto columna de cogida para volteo del contenedor.

Como se ha comentado anteriormente, se ha determinado optar por dos vías de trabajo a la hora del desarrollo de la columna media interior.

- La primera opción es la modificación de la columna media que se monta en el contenedor actual que ya está en la calle, para que se adapte al nuevo vaso, pero con el fin de no fabricar un nuevo molde. Con esta alternativa, sería necesaria una modificación del molde que ya existe.
- Como segunda opción, se plantea el desarrollo completo de una nueva columna media. Esta nueva columna media deberá aportar rigidez al conjunto, y se buscará reducir peso con respecto a la pieza actual.

3.1 Modificación de la columna media actual.

3.1.1 Análisis de posibles soluciones.

Cabe destacar que la posición del alojamiento del bulón está sujeta a normativa, la cual delimita su posición con respecto al suelo en 1050 ± 50 mm.

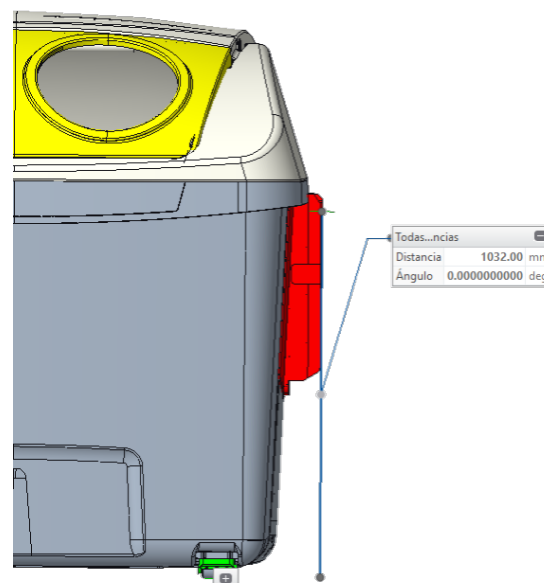


Figura 3.1.1.1 Columna media actual montada sobre contenedor nuevo.

El primer paso es colocar la columna media actual en el contenedor nuevo para ver como interactúa con él. Además, esta pieza interactúa con dos inferiores, en las que se

monta el pedal de la tapa de usuario. Estas dos piezas inferiores son una pieza interior atornillada al vaso, y una tapa exterior.

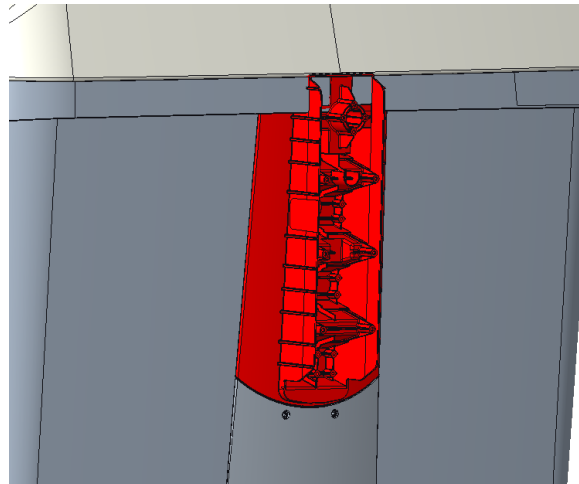


Figura 3.1.1.2 Columna media actual montada sobre contenedor nuevo.

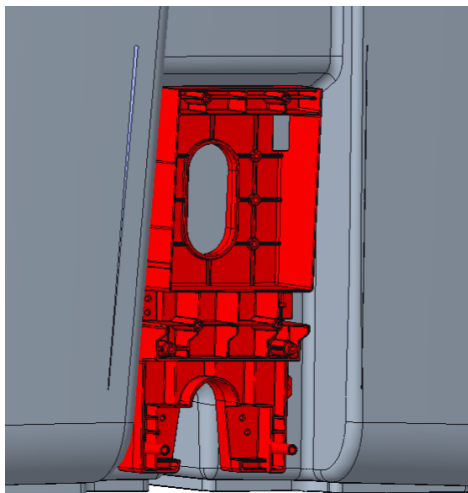


Figura 3.1.1.3 Columna inferior.

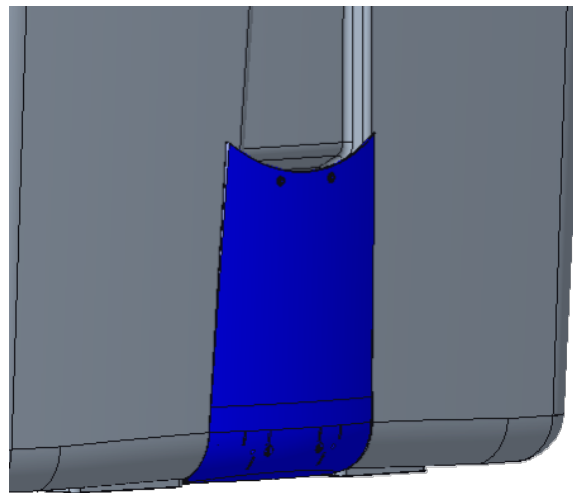


Figura 3.1.1.4 Tapa de columna inferior.

Se observa como la columna media causa interferencias con el faldón del vaso. Será necesaria la modificación de la columna media para que se adapte a dicho vaso. Esta modificación se puede plantear de dos maneras diferentes:

- La primera opción se basa en desplazar toda la columna media ligeramente hacia abajo para evitar las interferencias entre la columna y el faldón del vaso. Según la norma, el alojamiento del bulón de cogida debe tener una cota respecto al suelo de 1050 ± 50 mm, que resulta insuficiente para salvar la interferencia de la columna con el vaso sin dejar de cumplir la norma. Con esta solución se crean interferencias también con la columna inferior y su tapa. Sin embargo, la modificación de molde se considera más sencilla que la que se expone en la siguiente propuesta.

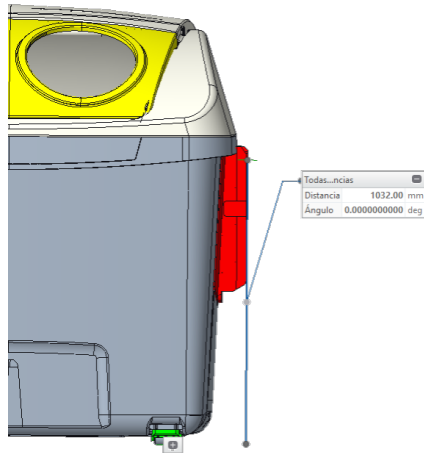


Figura 3.1.1.3 Columna media en posición inicial.

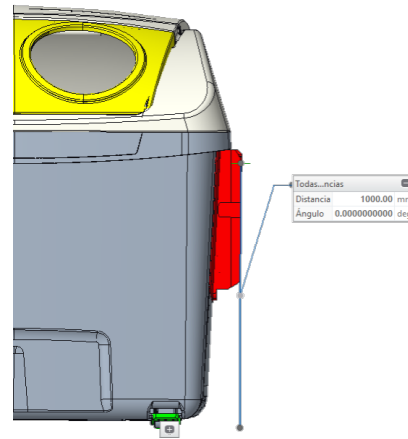


Figura 3.1.1.4 Columna media desplazada hacia abajo para que ajuste en el nuevo vaso.

- La segunda opción trata de no desplazar la columna media, pero modificarla para que se ajuste al faldón del vaso. La parte de la columna media que habrá que modificar será la parte donde se aloja el bulón de cogida. Como se ha dicho en la solución anterior, la distancia del alojamiento del bulón de cogida con respecto al suelo debe ser de 1050 ± 50 mm. Cabe destacar que la modificación del molde de inyección en este caso será mucho más compleja. Esta solución se plantea pese a la dificultad anteriormente expuesta por la no interferencia de la columna media con la columna inferior, que en este caso no tendría que modificarse.

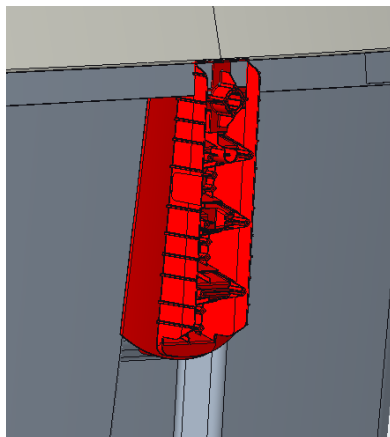


Figura 3.1.1.5 Columna media en posición inicial.

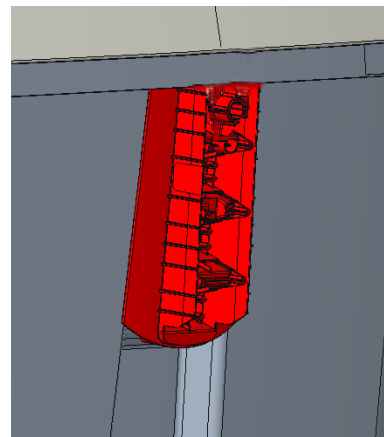


Figura 3.1.1.6 Columna media con alojamiento para bulón de cogida desplazado hacia abajo para que ajuste en el nuevo vaso.

Llegados a este punto, hay que destacar que la modificación de la tapa de la columna inferior es mucho más sencilla que la de la columna media interior. También se destaca que la modificación de la columna inferior interior no es un problema pues se busca su simplificación como parte del proyecto general, pero que no es objetivo de este TFG. Todo esto, añadido a la mayor simplicidad en la modificación del molde de la columna

media de la primera opción, respecto a la segunda, hace que se elija la primera solución para su desarrollo.

Con la elección de la solución a desarrollar, es necesario destacar que los puntos de atomillado en el vaso nuevo, con respecto al antiguo variarán.

3.1.2 Desarrollo de la solución elegida.

El desarrollo de la solución planteada consiste en bajar la posición de la columna media para que así se adapte al nuevo vaso. Como se ha explicado antes, se detecta que no se puede bajar la posición de la columna media todo lo que se quiera, ya que la posición del bulón de cogida que acoge está sujeta a normativa.

En la figura 3.1.2.1 se muestra la columna en su posición original, causando interferencia con el faldón del cubo, y quedando el bulón a 1032 mm del suelo. En la figura 3.1.2.2 se ha desplazado la columna todo lo posible, llevando la posición del bulón a su mínimo permitido, 1000 mm. En este caso la columna sigue causando interferencia con el faldón, aunque menos (figura 3.1.2.3), y será necesario recortarla por arriba.

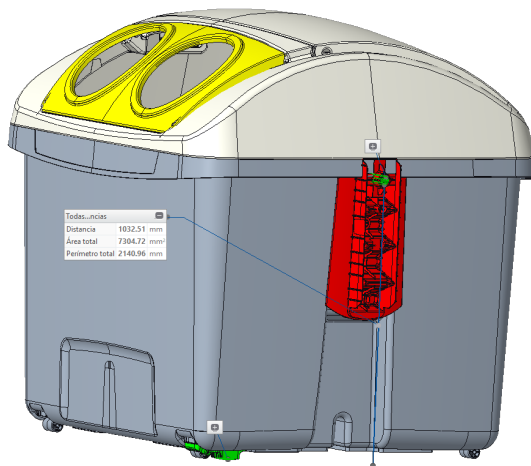


Figura 3.1.2.1 Posición inicial de la columna media.

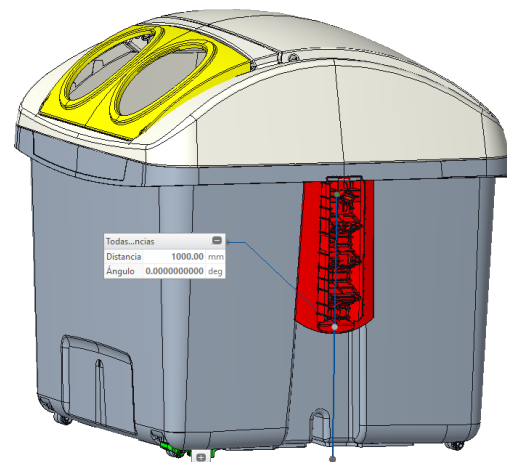


Figura 3.1.2.2 Posición de la columna media con cota 1000 del bulón de cogida.

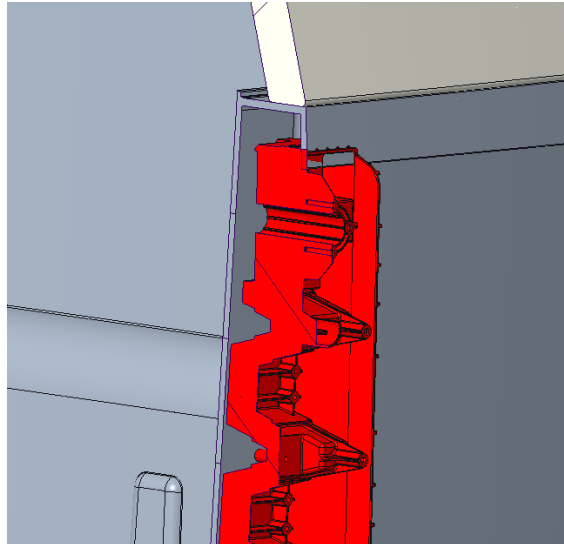


Figura 3.1.2.3 Interferencias de la columna media con el nuevo vaso.

Se detallan a continuación las modificaciones que se han ido realizando.

Para modificar la antigua columna media, ya colocada en su posición nueva, será necesario modificar las aletas de dicha columna hasta que toquen con la parte inferior del faldón del vaso.

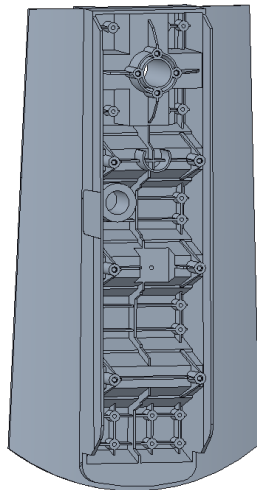


Figura 3.1.2.4 Columna media sin modificaciones.

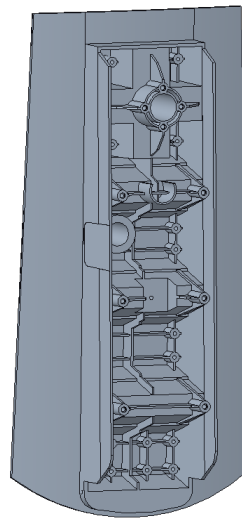


Figura 3.1.2.5 Columna media con aletas modificadas.

Debido a las interferencias que se pueden observar en la figura 3.1.2.3, será necesario realizar un recorte en la parte superior. De esta forma se evita el contacto entre el vaso y la columna media.

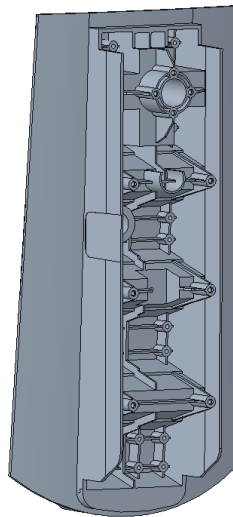


Figura 3.1.2.6 Columna media con recorte para evitar interferencias.

Se opta por realizar un diseño en T para conseguir un mejor apoyo del vaso contra la columna en la cogida.

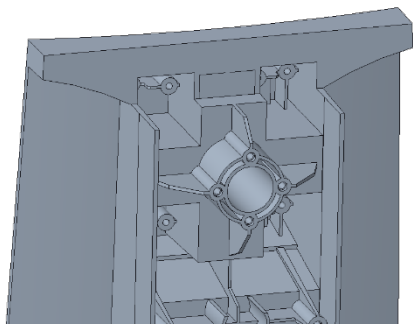


Figura 3.1.2.7 Columna media con T (frontal).

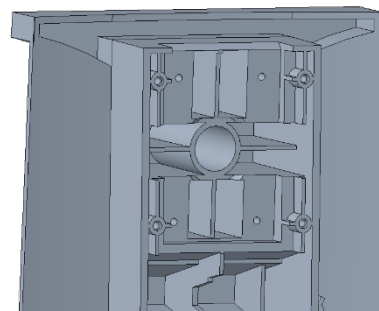


Figura 3.1.2.8 Columna media con T (trasera).

Como último paso, se realizan los nervios en la cavidad trasera de la T.

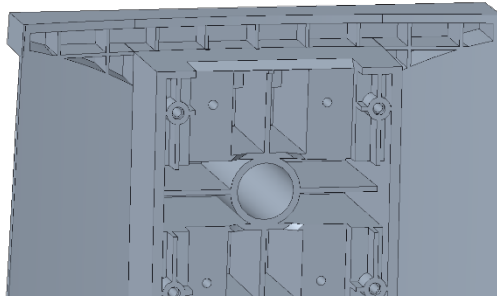


Figura 3.1.2.9 Nervado de la T de la columna media.

A continuación, se presenta la columna media modificada.

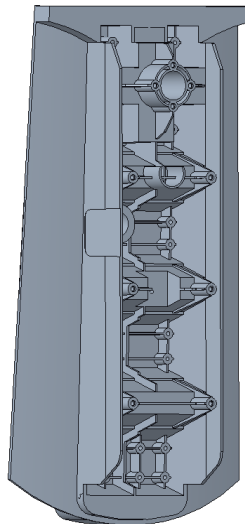


Figura 3.1.2.10 Columna media modificada.

3.2. Desarrollo de una nueva columna media.

3.2.1 Análisis de posibles soluciones.

En esta nueva línea de trabajo, se va a desarrollar una columna media nueva en la que priorice el ahorro de material respecto a la columna media actual modificada. También se tendrá en cuenta la rigidización general de la estructura.

Se sabe que la columna media va atornillada al vaso por dentro, y a la tapa por fuera.

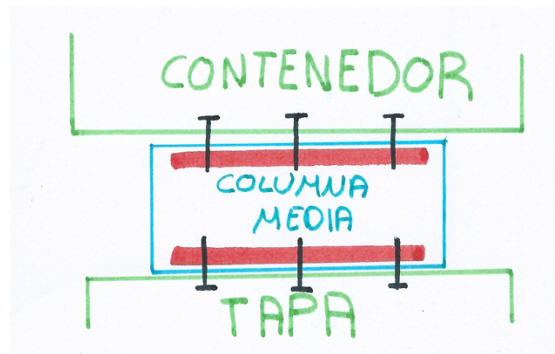


Figura 3.2.1.1 Representación de atornillado del contenedor/columna media/tapa..

Para colocar las torretas donde se alojarán los tornillos tanto tapa/columna, como columna/vaso, se desarrollará un diseño de zigzag similar al de la columna actual. Con este diseño se pretende acercar las zonas de atornillado de la columna tanto al vaso como a la tapa, y así evitar torretas con excesiva profundidad de desmoldeo. Se plantean dos posibles soluciones.

- Primero, un diseño de columna media con un zigzag horizontal.
- Segundo, un diseño de columna media con un zigzag vertical.

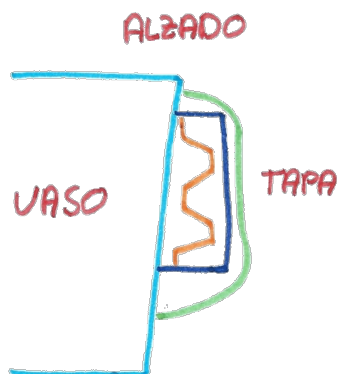


Figura 3.2.1.2 Columna media con un zigzag horizontal (alzado).

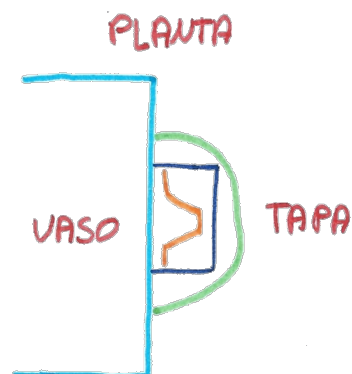


Figura 3.2.1.3 Columna media con un zigzag vertical (planta).

A continuación, se desarrollarán las dos opciones de columna media. El desarrollo se realizará sin los ángulos de desmoldeo, los cuales se aplicarán a la opción elegida de

las dos, ya que en el primer modelado se quiere estimar el peso de cada opción, y sus ventajas e inconvenientes.

3.2.2 Desarrollo columna media con diseño horizontal.

Es necesario destacar, que los espesores se intentan mantener con respecto a los que se encontraban en la columna media antigua.

Se comienza dibujando el borde exterior de la estructura de la columna media con un espesor de 5 mm. A partir de aquí se irán dibujando todas las partes internas de la columna media.

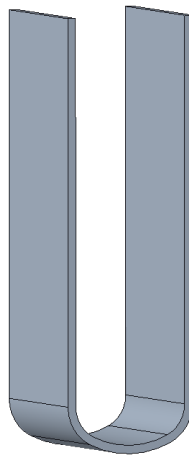


Figura 3.2.2.1 Estructura exterior de la columna media.

Se colocan las torretas de atornillado de la tapa y la columna media, así como su sujeción a la estructura de la columna. También se realizan las torretas de atornillado de la columna media con el vaso, y la sujeción de las mismas. Para la colocación de todas las torretas, se tienen en cuenta los puntos de atornillado tanto columna/vaso, como columna/tapa.

En la figura 3.2.2.2 se observan los dos planos en los que se sitúan las torretas de atornillado.

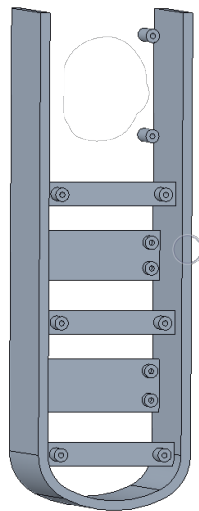


Figura 3.2.2.2 Columna media con torretas de atornillado.

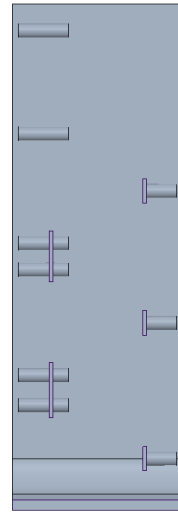


Figura 3.2.2.3 Columna media con torretas de atornillado (corte).

Posteriormente, se dibuja el alojamiento del bulón de cogida, así como el lugar donde estará atornillado a la columna media. Como se ha dicho anteriormente, la situación del bulón de cogida viene determinada dentro de unos parámetros por la norma. Pero se destaca que deberá ser la misma que en el concepto de la columna media modificada, pues así se podrá emplear la misma tapa para cualquiera de los conceptos.

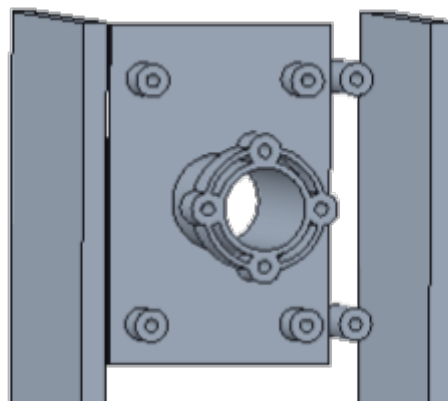


Figura 3.2.2.4 Alojamiento del bulón de cogida.

Debido a las interferencias que se crean entre la columna media y el vaso, será necesario recortar la parte superior de la columna.

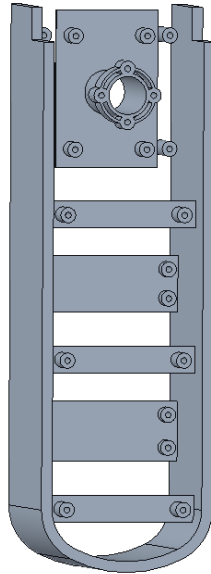


Figura 3.2.2.5 Columna media con recorte en la parte superior.

Se generará la T que mejora el apoyo de la columna contra el vaso del contenedor. Dicha T debe adaptarse a la forma exterior de vaso, por lo que será necesario la generación de una superficie que copie la forma exterior del vaso.

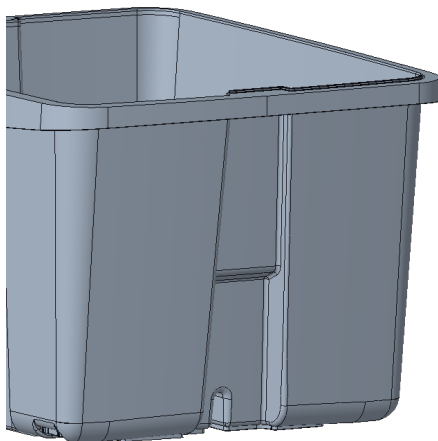


Figura 3.2.2.6 Vaso.

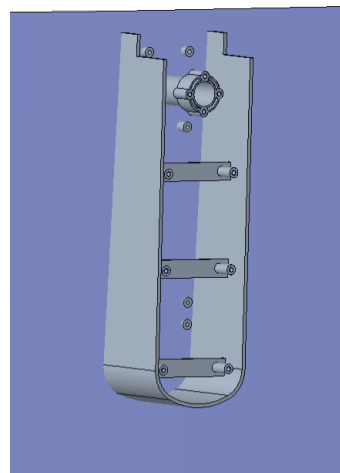


Figura 3.2.2.7 Columna media con superficie que copia la forma del vaso.

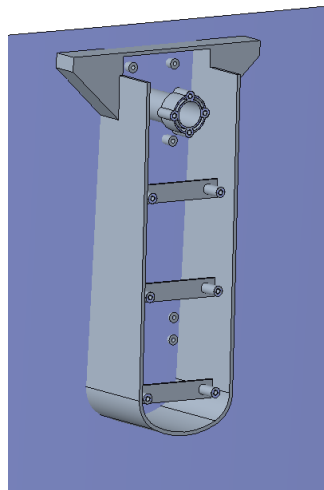


Figura 3.2.2.8 Columna media con T (frontal).

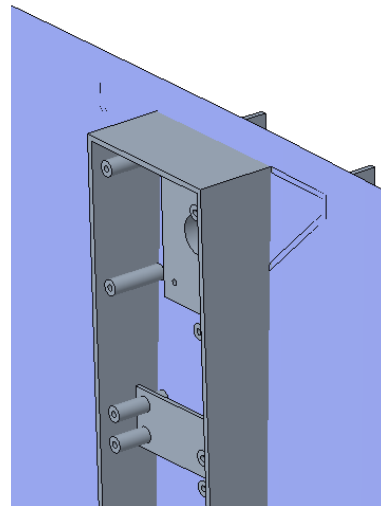


Figura 3.2.2.9 Columna media con T (trasera).

La parte de la columna media que está en contacto con el vaso debe adaptarse a él. Por lo que será necesario realizar un corte en la columna media con la forma del vaso. Para ello, se realizará también una superficie que copie la forma del vaso para realizar el corte.

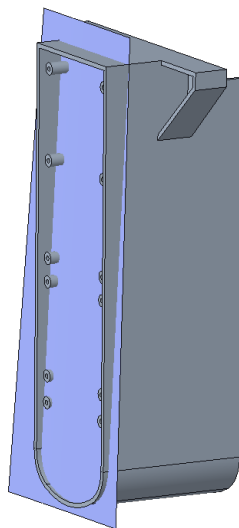


Figura 3.2.2.10 Columna media con superficie que copia la forma del vaso.

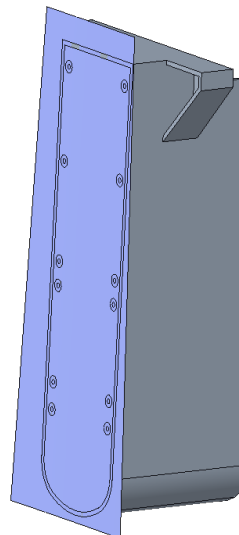


Figura 3.2.2.11 Recorte de la columna media sobrante.

A continuación, se desarrolla toda la parte superior de la columna media, donde está situado el alojamiento del bulón de cogida.

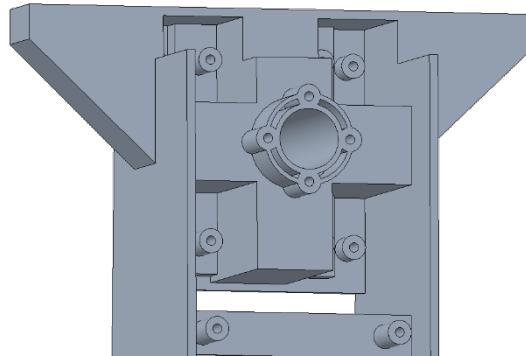


Figura 3.2.2.12 Parte superior de la columna media desarrollada.

Se unen los dos planos de atornillado de la columna media. Esta unión se realiza mediante un zigzag horizontal, como se ve en la figura 3.2.2.13.

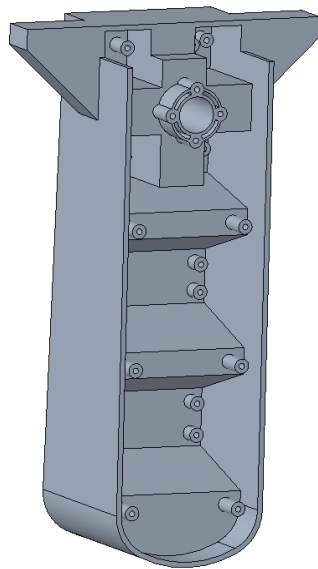


Figura 3.2.2.13 Columna media con zigzag horizontal (frontal).

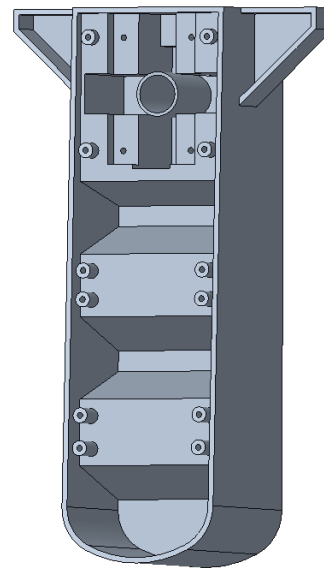


Figura 3.2.2.14 Columna media con zigzag horizontal (trasera).

Una vez desarrollada la espada sin nervios aún, es oportuno eliminar el sobrante de la estructura exterior que no es necesaria. De esta forma se ahorra material.

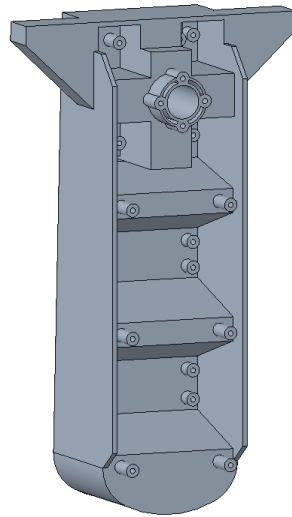


Figura 3.2.2.15 Columna media desarrollada sin nervios.

A continuación, se colocan los nervios necesarios para rigidizar la estructura de la columna media. Dichos nervios serán de un espesor menor a los de la estructura. Siendo en este caso de 3 mm.

Cabe destacar que es muy importante que los nervios no sean excesivamente altos. Esto se debe a que, al fabricar en inyección, es necesario dar ángulo de desmoldeo a los nervios. Si estos nervios son demasiado altos, con el ángulo de desmoldeo, pueden resultar muy finos en la parte superior y causar problemas en la fase de llenado del molde.

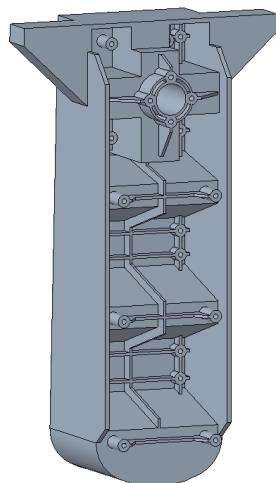


Figura 3.2.2.16 Columna media con nervado frontal.

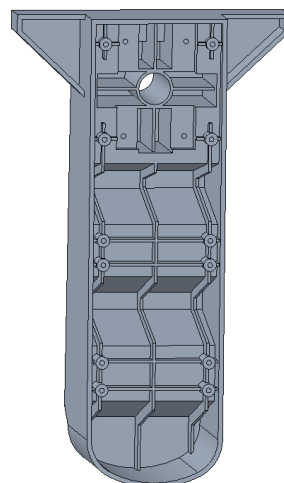


Figura 3.2.2.17 Columna media con nervado trasero.

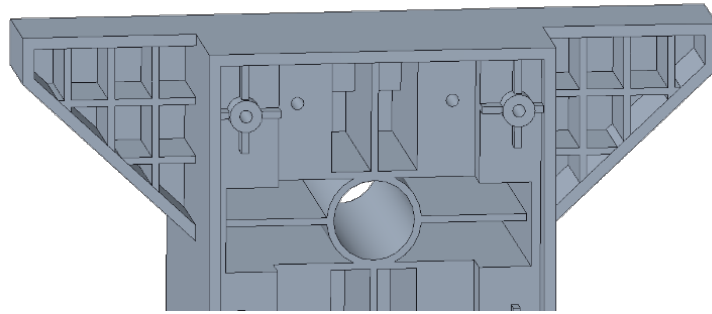


Figura 3.2.2.18 Nervado de la cavidad de la T.

Se muestra el resultado final del desarrollo de la columna media con diseño horizontal.

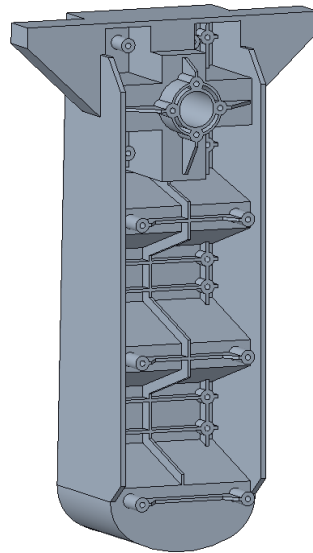


Figura 3.2.2.19 Columna media con diseño horizontal desarrollada.

3.2.3 Desarrollo columna media con diseño vertical.

Para el desarrollo de la columna media con diseño vertical, se va a partir del concepto anterior. Se aprovecha toda la estructura, la zona superior del bulón de cogida, y las torretas de atornillado columna/vaso. Lo demás se elimina para poder desarrollar el nuevo concepto.

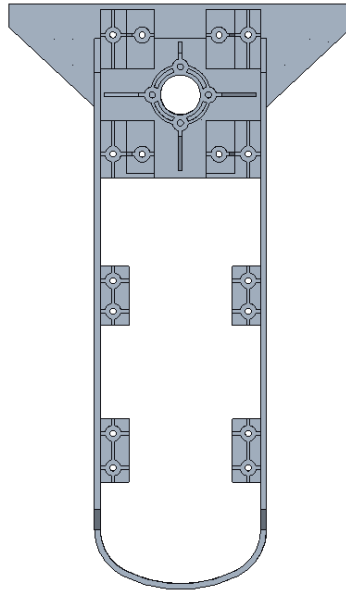


Figura 3.2.3.1 Zonas aprovechadas del concepto columna media de diseño horizontal.

Con el nuevo diseño vertical se aprovechan también los puntos de atornillado columna/vaso, pero no es posible hacer lo mismo con los puntos de atornillado columna/tapa. Estos puntos deberán ser colocados en otra posición. Esto hace que haya que modificar la tapa de la columna media, siendo un inconveniente a contemplar.

Se colocan las torretas de atornillado columna/tapa en la columna media.

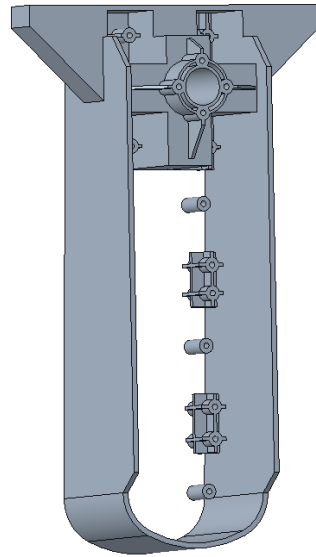


Figura 3.2.3.2 Columna media con torretas de atornillado columna/tapa.

Posteriormente se realizan las paredes de los dos planos de atornillado.

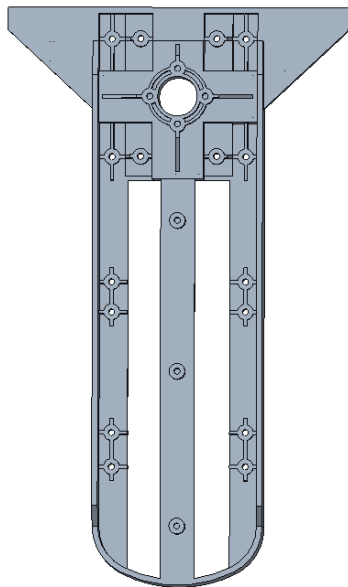


Figura 3.2.3.3 Columna media con los dos planos de atornillado (frontal).

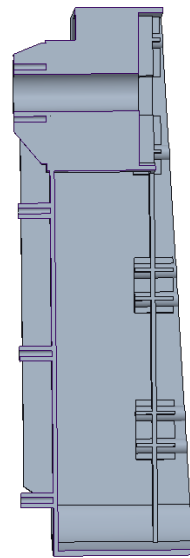


Figura 3.2.3.4 Columna media con los dos planos de atornillado (corte vertical).

Se unen los planos de atornillado mediante el diseño de zigzag vertical.

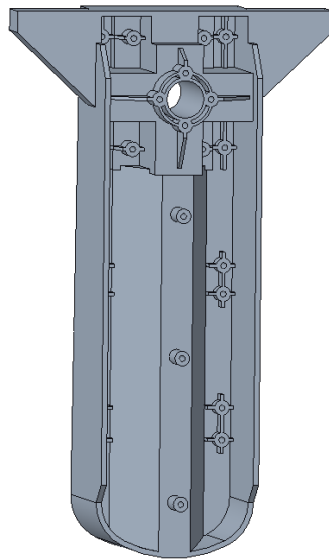


Figura 3.2.3.4 Columna media con zigzag vertical.

Por último, se realiza el nervado de la columna media. En este caso, se tomarán las mismas precauciones que se han tomado en la fase de nervado del apartado 3.2.2.

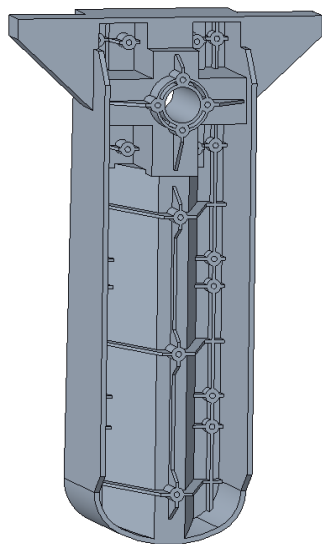


Figura 3.2.3.5 Columna media con nervado frontal.

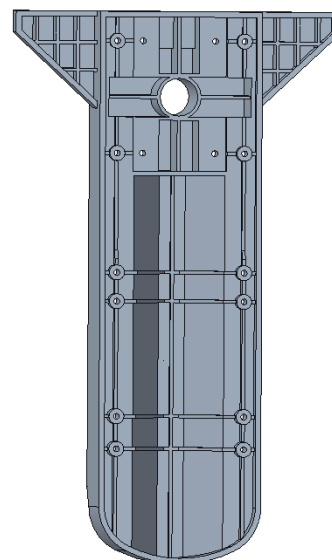


Figura 3.2.3.6 Columna media con nervado trasero.

Se muestra el resultado final del desarrollo de la columna media con diseño vertical.

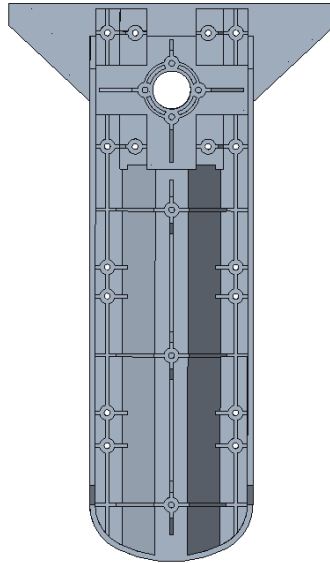


Figura 3.2.3.7 Columna media con diseño vertical desarrollada.

3.2.4 Comparativa de los dos conceptos de columna media nueva.

Primero se va a comprobar que las dos espadas desarrolladas son prácticamente iguales, y que solo cambia el diseño interior del zigzag. Para ello se van a superponer las dos columnas medias sobre el contenedor.

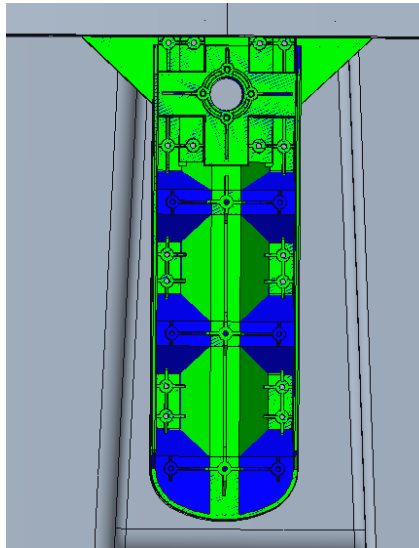


Figura 3.2.4.1 Superposición de las dos columnas desarrolladas. En verde zigzag vertical, en azul zigzag horizontal.

A continuación, se muestra una comparativa entre las dos espadas desarrolladas.

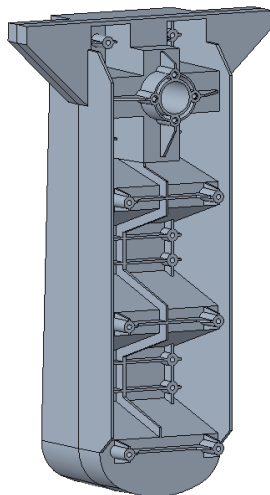


Figura 3.2.4.2 Columna media con diseño horizontal.

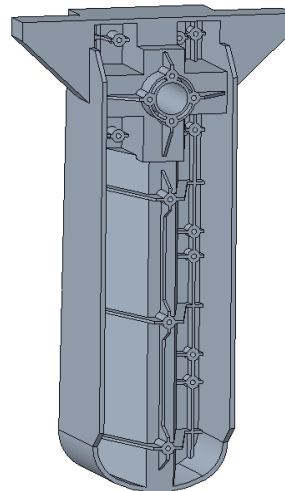


Figura 3.2.4.3 Columna media con diseño vertical.

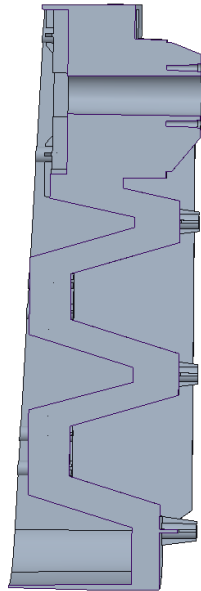


Figura 3.2.4.4 Corte de columna media con diseño horizontal.

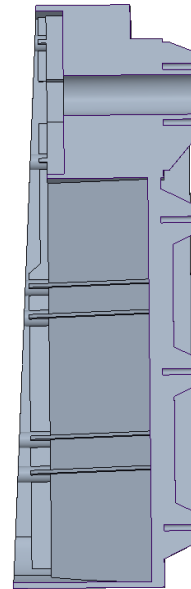


Figura 3.2.4.5 Corte de columna media con diseño vertical.

Una vez comprobado esto, se analiza el volumen de material que se emplea en cada una de las dos columnas. Así se podrá determinar cuál es la que se va a desarrollar del todo.

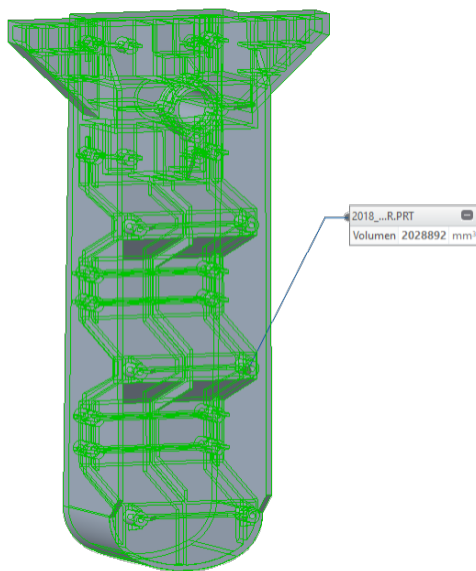


Figura 3.2.4.6 Volumen columna media con diseño horizontal.

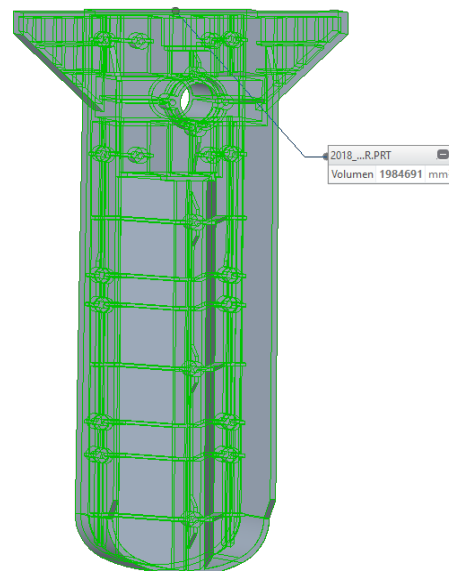


Figura 3.2.4.7 Volumen columna media con diseño vertical.

Los volúmenes son los siguientes:

- Columna media con diseño horizontal: 2028,892 cm³.
- Columna media con diseño vertical: 1984,691 cm³.

Se observa que la diferencia es muy pequeña, por lo que el volumen no será un factor determinante a la hora de elegir el concepto ganador.

Sin embargo, un factor determinante es el hecho de que en el concepto “Columna media con diseño vertical” los puntos de atornillado columna/tapa, no coinciden con los puntos columna/tapa de la columna media modificada. Esto hace que no se pueda usar la misma tapa de columna media para los dos conceptos.

Ya que la diferencia de peso es muy pequeña, la elección se hará después de realizar una comparativa de análisis de esfuerzos. Con ello se verá si merece la pena desarrollar la espada con diseño de zigzag vertical, aun con el inconveniente de los puntos de atornillado columna/tapa anteriormente expuesto.

3.3 Desarrollo de tapa de columna media.

Una vez desarrollada la columna media interior, y teniendo en cuenta el concepto estético elegido en el apartado 2, se procede a desarrollar la tapa de la columna media.

El primer paso es generar la estética exterior mediante una superficie.

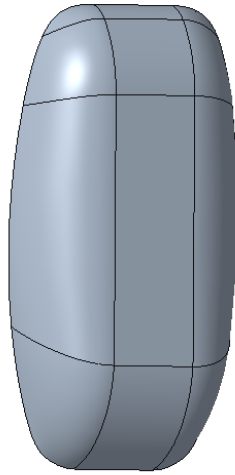


Figura 3.3.1 Estética exterior de la tapa.

Mediante la generación de superficies que copien la forma exterior del contenedor, se corta la carcasa de la tapa para que se adapte a dicho contenedor.

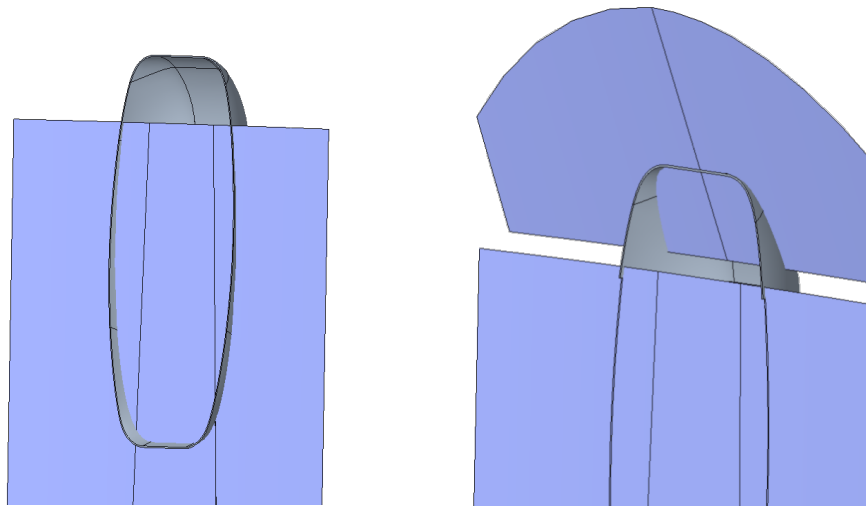


Figura 3.3.2 Superficies que copian la forma general del cubo.

Una vez hecho esto, se corta la parte sobrante de la tapa de la espada para que se adapte perfectamente al cubo.

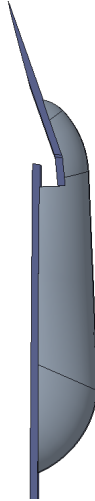


Figura 3.3.3 Corte de la tapa que se adapta al contorno del cubo.

Cabe destacar en este punto que se plantean puntos de atornillado compatibles con la columna actual modificada y con la columna nueva de zigzag horizontal, ya que estos dos casos son coincidentes. Si finalmente los ensayos encaminaran la elección a la columna con zigzag vertical, habría que adaptar el atornillado de la tapa, que ya no sería compatible con la columna actual modificada.

Se tendrá también en cuenta la posición del bulón de cogida.

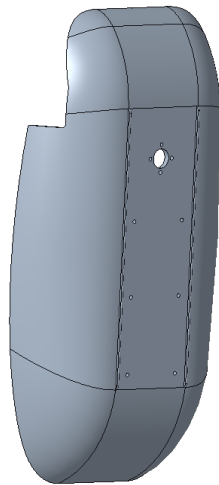


Figura 3.3.4 Ángulo de desmoldeo frontal.

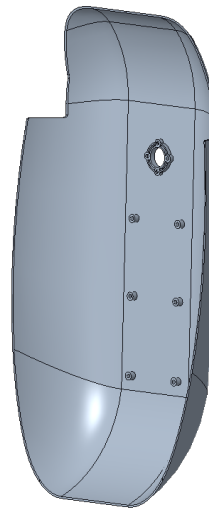


Figura 3.3.5 Ángulo de desmoldeo trasero.

Con el objetivo de otorgarle de rigidez a la pieza, se realiza un nervado interno.

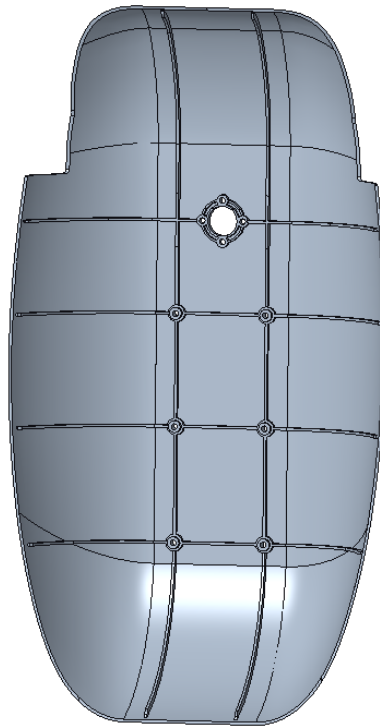


Figura 3.3.6 Nervado interno de la tapa de la columna media.

Con el objetivo de que los brazos de camión de recogida no rocen la tapa, y pueda ocasionarle arañazos, se realizan unos salientes en la tapa. Estos salientes son del tamaño justo para evitar estos roces, y a la vez que no se vean mucho y estropee su estética con el uso.

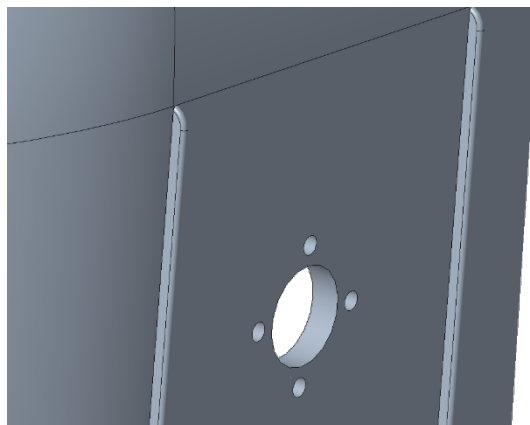


Figura 3.3.7 Salientes en la tapa de la columna media.

3.4 Comparativa de la columna actual modificada y la columna media de nuevo diseño.

Para comparar las dos hipótesis, el primer paso es montarlas sobre el contenedor. Van a ser montadas de forma superpuesta, para ver así de una manera más clara sus diferencias.

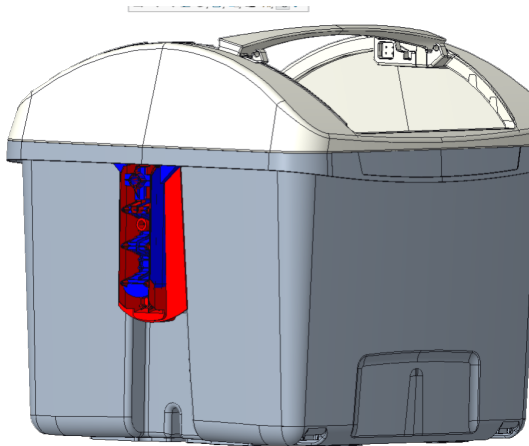


Figura 3.4.1 Superposición de las dos columnas.

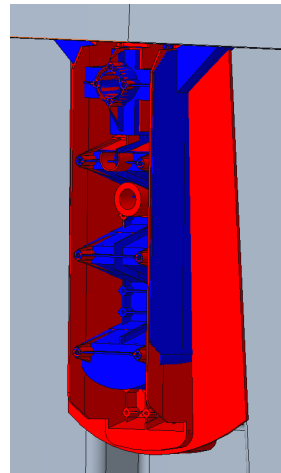


Figura 3.4.2 Superposición de las dos columnas con zoom.

Se observa como las zonas funcionales de las columnas (alojamiento del bulón de cogida, torretas de atornillado...) coinciden en las dos opciones.

Se aprecia que el tamaño del nuevo diseño es menor en la parte inferior, y además no cuenta con aletas laterales.

A continuación, se muestra el análisis de volúmenes de los dos diseños. Cabe destacar que los dos diseños se encuentran desarrollados totalmente (con ángulos de desmoldeo).

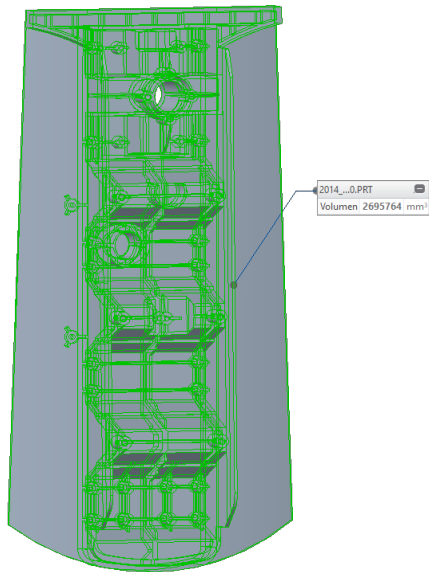


Figura 3.4.3 Volumen de la columna media actual modificada.

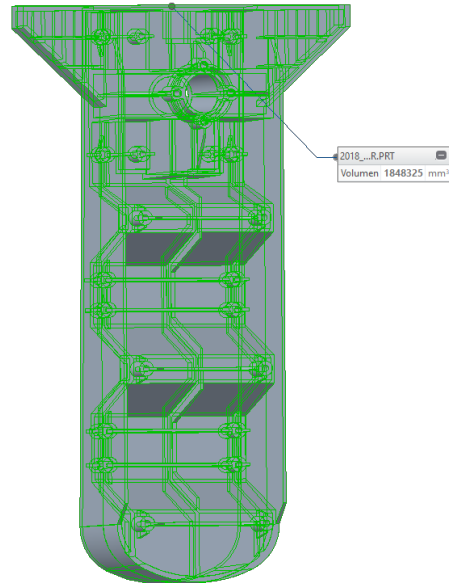


Figura 3.4.4 Volumen de a columna media de nuevo diseño.

Los volúmenes son los siguientes:

- Columna media antigua modificada: 2695,764 cm³.
- Columna media con diseño vertical: 1848,325 cm³.

Se ha conseguido reducir el volumen de la columna aproximadamente un 30%.

3.5. Preparación de las piezas para fabricación.

3.5.1. Columna interior.

Una vez desarrolladas las diferentes opciones de columnas medias, por medio de los análisis de resistencia expuestos en el apartado 4, se determina que la columna con mejor comportamiento ante los esfuerzos es la nueva columna media de diseño horizontal.

Para poder fabricar la pieza deseada mediante el proceso de inyección, es necesario aplicar un ángulo de desmoldeo a las paredes perpendiculares al plano de desmoldeo. Se va a aplicar un ángulo de desmoldeo de 1° a todas las paredes de la pieza que sean paralelas a la dirección de apertura del molde.

Para poder concretar la dirección de apertura del molde, lo primero es indicar el plano de cierre del molde. Este plano se situará en el centro de la pieza, como se indica en la figura 3.5.1.1.

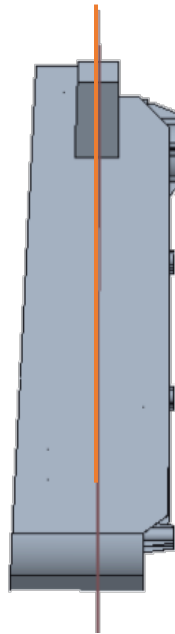


Figura 3.5.1.1 Plano de apertura del molde.

Se otorga este ángulo a las paredes sencillas que no aportan problemas a priori.

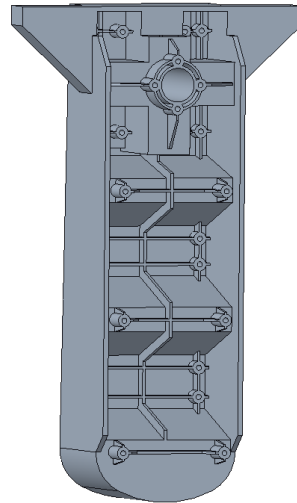


Figura 3.5.1.2 Columna media con algunos ángulos de desmoldeo.

Para el ángulo de desmoldeo de las paredes exteriores de la columna media, el plano de cierre del molde obliga a realizarlos a “dos aguas”.

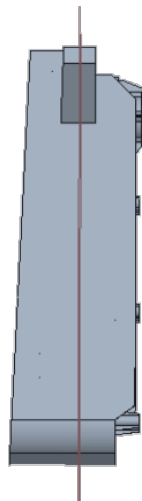


Figura 3.5.1.3 Plano de división del ángulo de desmoldeo.

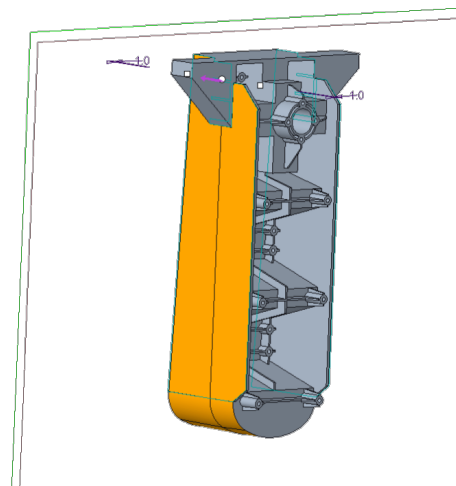


Figura 3.5.1.4 Aplicación del ángulo de desmoldeo.

Se va a aplicar también el ángulo de desmoldeo a las paredes interiores de la columna que se muestran en la figura 3.5.1.5, deberá darse a cada lado del molde y este ángulo deberá cubrir toda la superficie copiando el zigzag.

Se da el problema de que no se puede escoger como bisagra la cadena que se muestra en la figura 3.5.1.6, ya que no es recta.

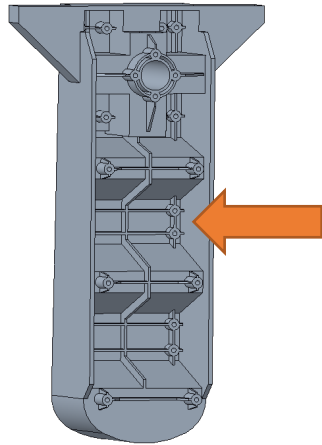


Figura 3.5.1.5 Problema en la aplicación del ángulo de desmoldeo

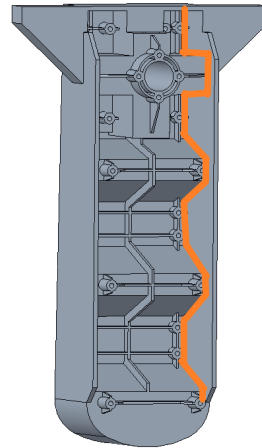


Figura 3.5.1.6 Bisagra del ángulo de desmoldeo.

Para que los nervios no queden demasiado finos o demasiado gruesos, se opta por utilizar un plano medio como bisagra del ángulo de desmoldeo.

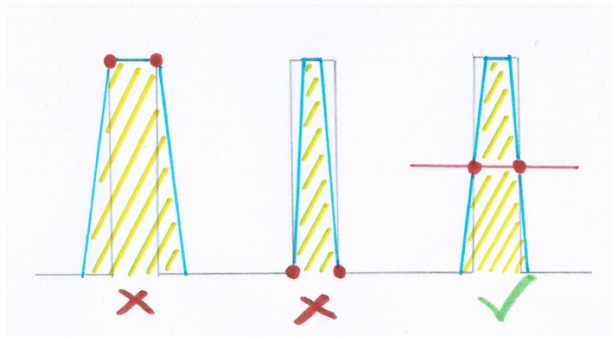


Figura 3.5.1.7 Plano medio de bisagra de ángulo de desmoldeo.

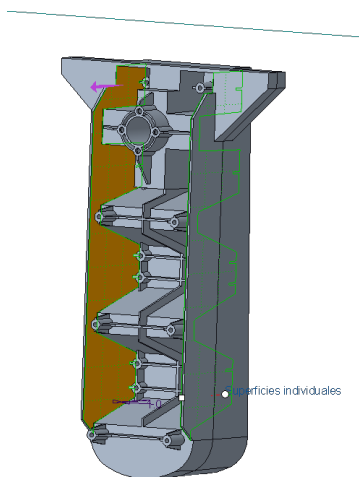


Figura 3.5.1.8 Ángulo de desmoldeo frontal.

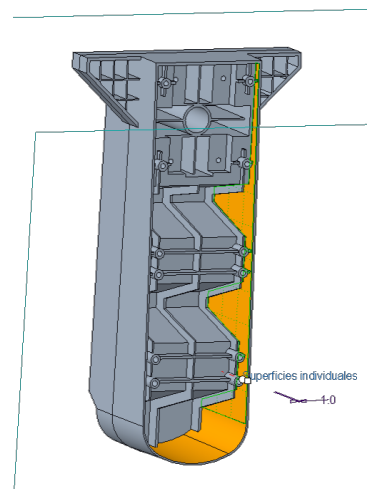


Figura 3.5.1.9 Ángulo de desmoldeo trasero.

3.5.2. Tapa exterior.

Debido a la simplicidad de la geometría de la pieza, la preparación para la fabricación de la tapa exterior es mucho más sencilla. Se aplican inclinaciones de 1° a las paredes de las torretas de atornillado, así como al agujero del bulón de cogida.

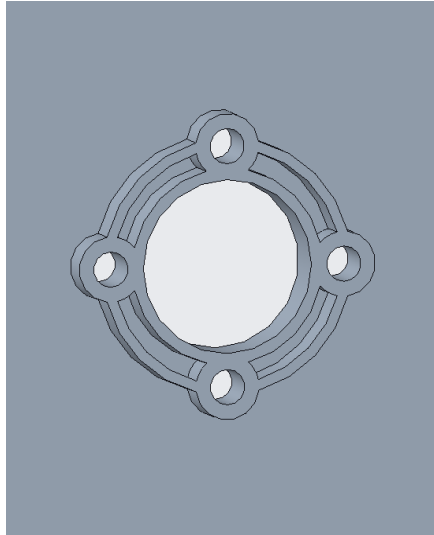


Figura 3.5.2.1 Agujero del bulón de cogida.

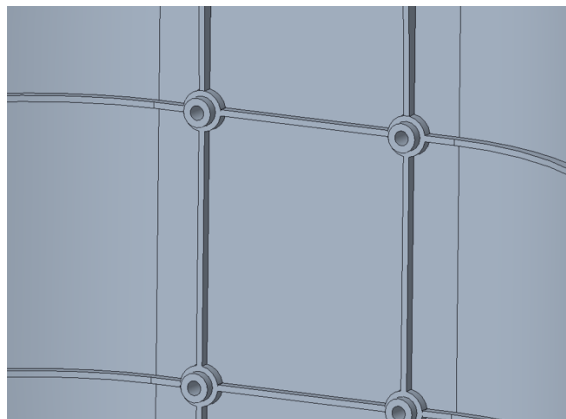


Figura 3.5.2.2 Torretas de atornillado y nervado.

4. Selección de material.

Como se ha observado en la fase de información realizada anteriormente, la mayoría de los sistemas de cogida plásticos son realizados en HDPE, pero aún así, se va a realizar un proceso para seleccionar el material que mejor se adecúe a la columna media desarrollada.

Para esta selección de material se tienen en cuenta las principales familias de plásticos. Se realizará una tabla donde se puntuarán del 0 al 10 los diferentes parámetros de los materiales. Estos parámetros se establecen de acuerdo con los requerimientos de la columna media.

Cabe destacar que, en el caso de que un parámetro de un material se encuentre sobredimensionado, no se tendrá en cuenta dicho parámetro.

Los parámetros a tener en cuenta son:

- Resistencia a flexión: Se considera sobredimensionados los valores mayores a 50 MPa.
- Rigidez: Los valores mayores a 1500 MPa también serán considerados como sobredimensionados.
- Comportamiento: El comportamiento de los materiales plásticos puede definirse como frágil o tenaz. En este caso se descartarán todos los materiales frágiles.
- Resistencia al impacto: Se considerará sobredimensionados los valores superiores a 400 J/m.
- Densidad.
- Precio: Se considerará sobredimensionado los precios que superen los 2 €/kg.

	PS	PVC	SAN	PC	LDPE	HDPE	PA	PP	ABS
Comportamiento	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil	Tenaz	Tenaz	Tenaz	Tenaz	Tenaz
Resistencia a flexión (MPa)					17 (2)	25 (5)	75 (0)	23 (4)	72 (0)
Rigidez (MPa)					200 (1)	1000 (4)	2600 (0)	1150 (5)	2200 (0)
Resistencia a impacto (MPa)					1000 (0)	210 (5)	100 (2)	250 (6)	400 (0)
Densidad (g/cm ³)					0'92 (6)	0'95 (6)	1'13 (4)	0'9 (6)	1'05 (4)
Precio (€/kg)					1'6 (2)	1'25 (6)	1'2 (7)	2,4 (0)	1'6 (2)
Total	0	0	0	0	11	26	13	20	6

Según la tabla ponderada anteriormente descrita, el material que mejor se adapta a las necesidades es el HDPE, muy seguido del PP.

5. Ensayos resistentes.

Una vez acabadas de desarrollar las diferentes opciones de columnas medias, se van a realizar una serie de ensayos resistentes, en los que se van a analizar las tensiones de cada una de las piezas, para elegir la columna que mejor se comporte ante los esfuerzos.

A medida que se analicen los diferentes casos, se llevarán a cabo evoluciones de las piezas para que estas cumplan con los requisitos mínimos de tensiones.

5.1. Ensayos para la elección de columna.

Se va a realizar el mismo ensayo a las tres opciones de columna, con el objetivo de ver cuál es la columna media que mejor se comporta ante un esfuerzo de cogida.

5.1.1. Preparación del ensayo.

Se va a realizar el mismo proceso de preparación para todos los tipos de columna media desarrolladas.

El primer paso para poder realizar un ensayo resistente es realizar una simplificación de las piezas, eliminando los redondeos, y evitando las geometrías que puedan llevar a error cuando se corre el caso. Es importante que las simplificaciones sean lo mínimas posibles.

Una vez se encuentran todas las piezas que se van a utilizar en el ensayo simplificadas, es necesario montar un ensamblaje con dichas piezas. En este caso se montará la columna media y las dos piezas que forman el bulón de cogida.

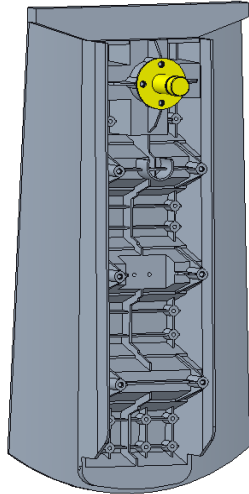


Figura 5.1.1.1 Ensamblaje vista frontal.

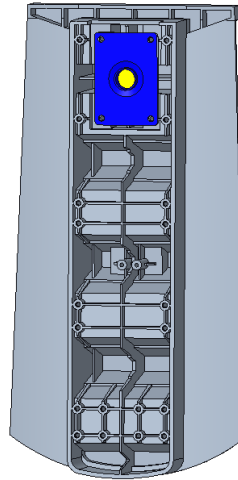


Figura 5.1.1.2 Ensamblaje vista trasera.

Es muy importante que las piezas se mantengan en contacto las unas con las otras, pues de no ser así, llevaría a errores una vez se corra el caso.

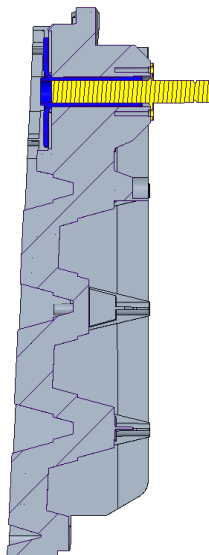


Figura 5.1.1.3 Corte del ensamblaje.

Es necesario establecer los materiales que se van a emplear en el ensayo. En este caso se empleará un PE con un coeficiente de Poisson de 0.38 y un módulo de Young de 1000 MPa. En este caso no es importante escoger un acero concreto, ya que se evalúa en comportamiento de la pieza de plástico, con un elemento montado sobre ella mucho más rígido.

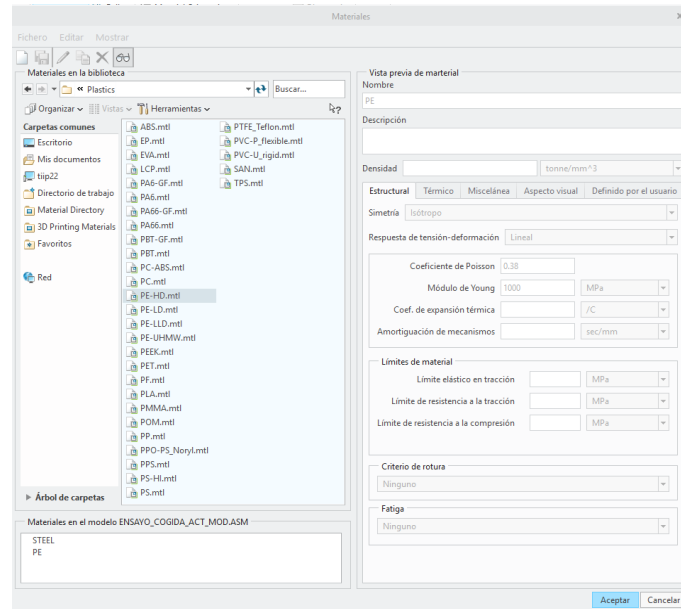


Figura 5.1.1.4 Generación de materiales.

Una vez están los materiales generados, es necesario asignarlos a las diferentes piezas. La columna será de PE, y las dos piezas del bulón de cogida serán de acero.

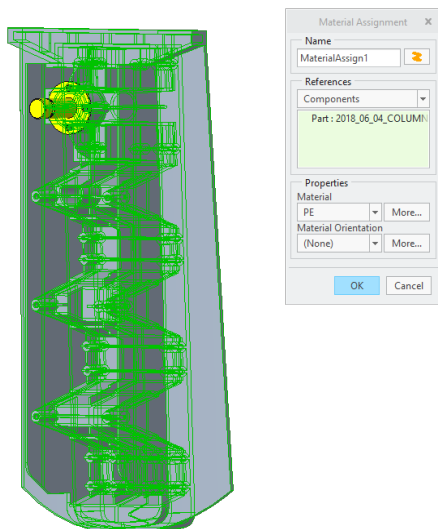


Figura 5.1.1.5 Asignación del PE.

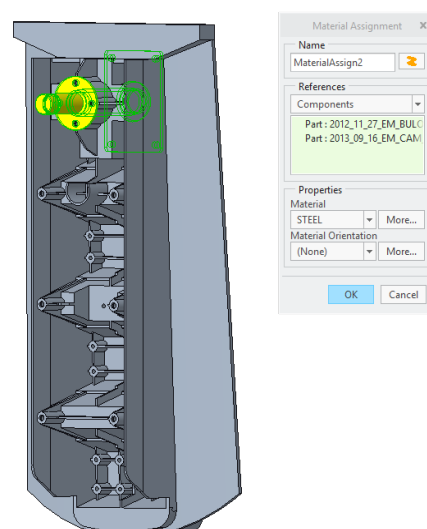


Figura 5.1.1.6 Asignación del acero.

Se aplica una fuerza en el bulón de cogida. Esta fuerza simula la carga a la que estará sometida la columna. Esta carga está compuesta por el peso del contenedor, y la carga de los residuos que contendría el contenedor.

En la siguiente tabla se pormenorizan las cargas del contenedor.

Elemento	Peso
Cubo	70 Kg
Tapa usuario	4 Kg
Tapa descarga	9 Kg
Cúpula	15 Kg
Herrajes	10 Kg
Carga (3200 l x 0,4 dm ³)	1280 Kg
Total	1388 Kg

Debido a que solo se simula una columna, se deberá dividir por dos la carga que se aplica. En este caso se introducirá una carga de 6940 N.

Se fija la parte trasera de la columna, pues es la que estará en contacto con el contenedor. Indicar que este ensayo será más crítico que el caso real, ya que la columna va montada sobre el vaso que es un elemento flexible, y en la simulación la base de la columna se está empotrando.

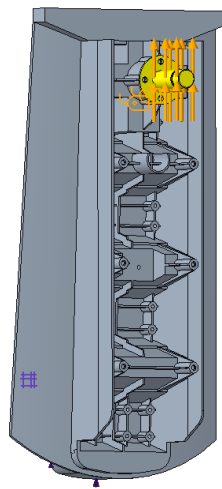


Figura 5.1.1.7 Aplicación de la carga.

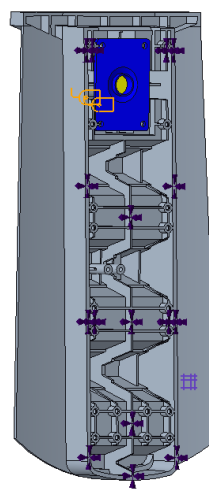


Figura 5.1.1.8 Fijación de la columna.

Una vez realizados estos pasos, se puede proceder a correr el caso para ver los resultados obtenidos.

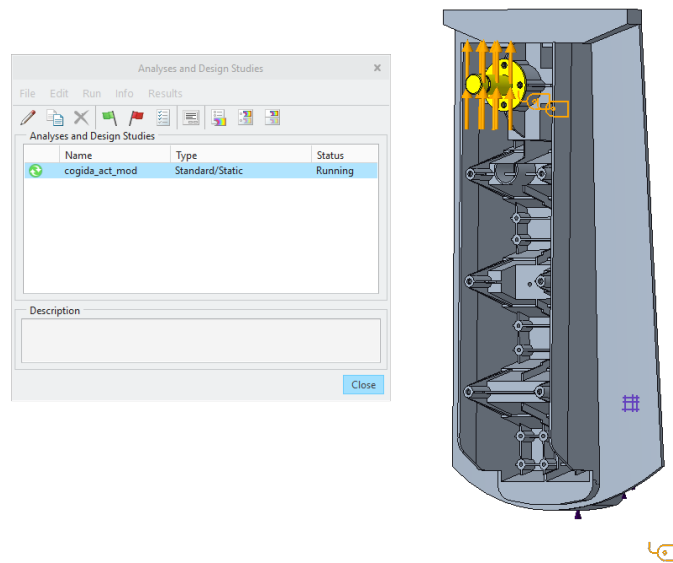


Figura 5.1.1.9 Procedimiento de correr el caso.

5.1.2. Análisis resistente de la columna media actual modificada.

Al ejecutar el caso, la tensión máxima obtenida es de 113 Mpa.

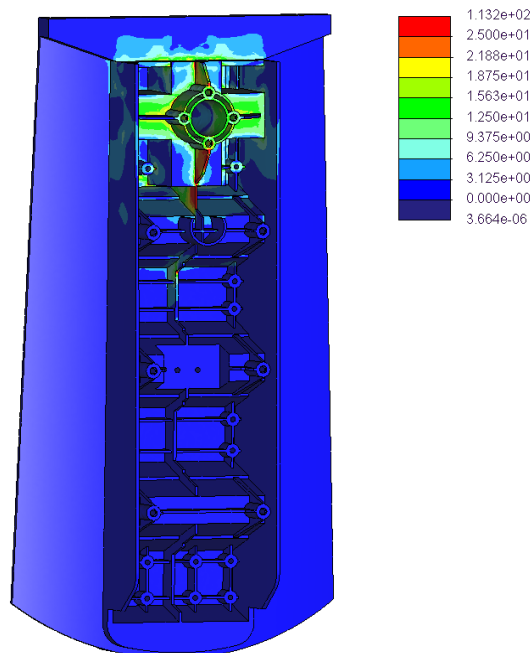


Figura 5.1.2.1 Gráfica que muestra las tensiones en la columna media actual modificada.

Se observa en la figura 5.1.2.2 como los nervios en color rojo sufren demasiadas tensiones, estos puntos actúan como acumuladores de tensiones, haciéndolos puntos críticos.

En la figura 5.1.2.3 se pueden apreciar los puntos de acumulación de tensión de la parte trasera. Se observa que estos puntos de acumulación de tensión son debidos a la placa de fijación a la columna media del bulón de cogida.

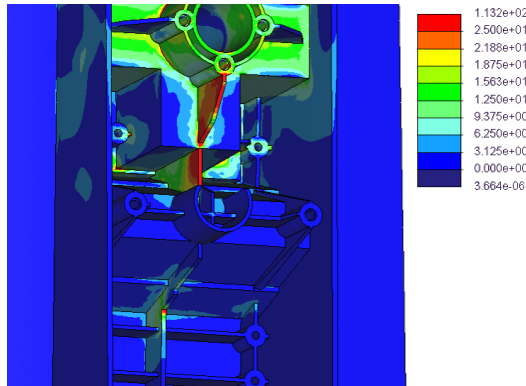


Figura 5.1.2.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la columna media actual modificada.

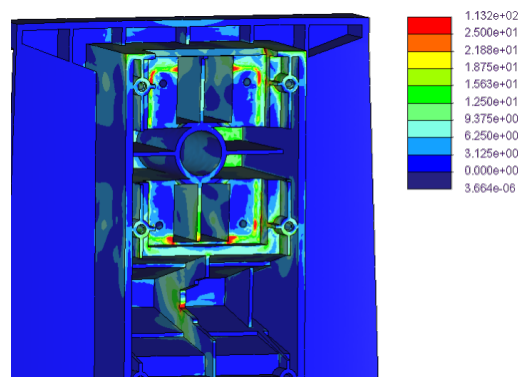


Figura 5.1.2.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la columna media actual modificada.

5.1.3. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño vertical.

Una vez ejecutado el caso, se observa como la tensión máxima obtenida es de 203 Mpa.

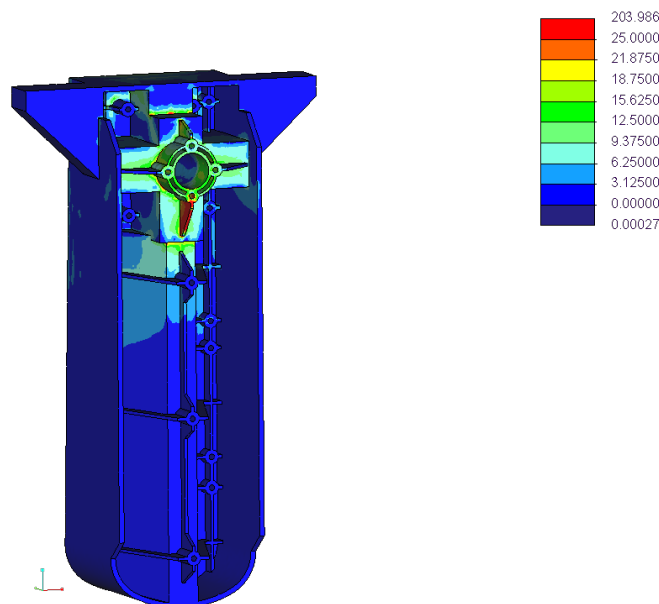


Figura 5.1.3.1 Gráfica que muestra las tensiones en la nueva columna media con diseño vertical.

En la figura 5.1.3.2 Se observa como el punto más crítico es el nervio inferior del alojamiento del bulón de cogida.

En la parte trasera, como se puede apreciar en la figura 5.1.3.3, se detectan acumuladores de tensión en la unión de los nervios con las torretas de atornillado. Estos acumuladores de tensión se pueden solventar realizando una serie de redondeos que suavicen la geometría.

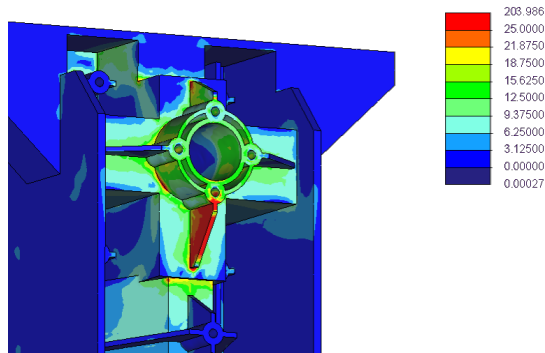


Figura 5.1.3.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la nueva columna media con diseño vertical.

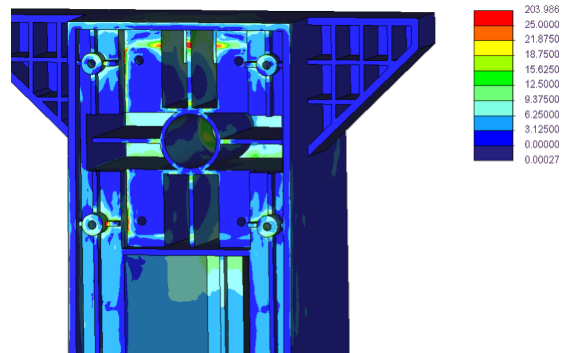


Figura 5.1.3.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la nueva columna media con diseño vertical.

Con el fin de solucionar el punto más crítico de este caso, se opta por modificar el nervio inferior del alojamiento del bulón de cogida. La solución consiste en unir ese nervio con la torreta de atornillado situada debajo. En la figura 5.1.3.4 se muestran los resultados del análisis con dicha modificación.

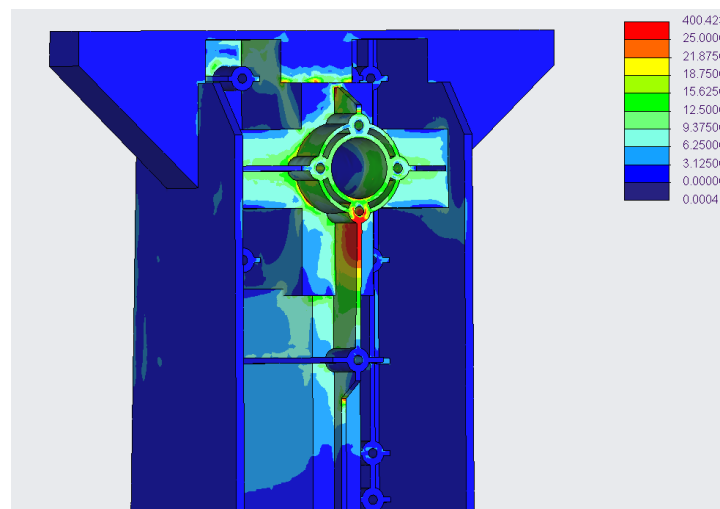


Figura 5.1.3.4 Vista en detalle de las tensiones de la nueva columna media con diseño vertical con la modificación planteada.

Se detecta que la modificación no soluciona el problema, sino que por el contrario aumenta la tensión máxima hasta los 400 MPa.

5.1.4. Análisis resistente de la nueva columna media con diseño horizontal.

En el caso de la nueva columna media con diseño horizontal, se encuentra una máxima tensión de 81 MPa.

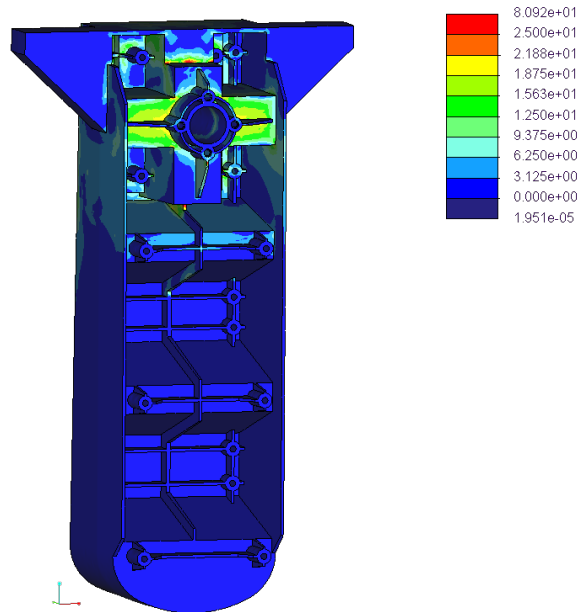


Figura 5.1.4.1 Gráfica que muestra las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

Con el desarrollo de una nueva columna media con diseño horizontal, como se observa en la figura 5.1.4.2, se libera de tensiones el nervio inferior del alojamiento del bulón de cogida. También se observa que se encuentra un acumulador de tensión en el nervio coloreado de rojo que se encuentra bajo él.

La parte trasera muestra acumuladores de tensión en las uniones de los nervios con las torretas de atornillado, así como en las esquinas más próximas a la placa de atornillado del bulón de cogida.

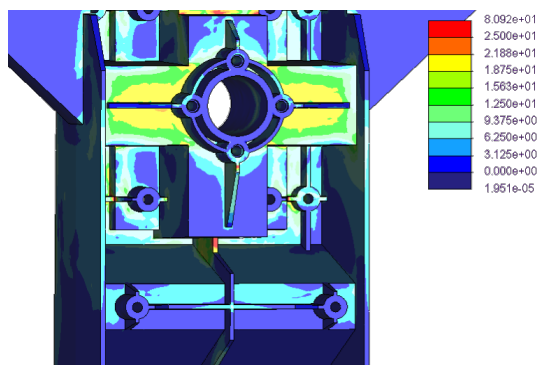


Figura 5.1.4.2 Vista detalle frontal de las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

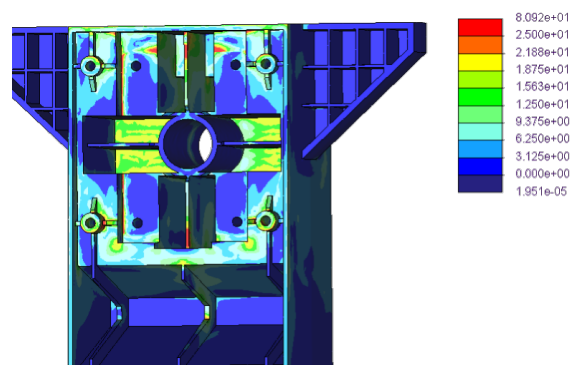


Figura 5.1.4.3 Vista detalle trasera de las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

Para solucionar estos acumuladores de tensión, se opta por realizar una serie de modificaciones en la columna media. La primera consiste en redondear la unión del nervio que se observa en la figura 5.1.4.2 con la pared. Y la segunda es redondear las uniones de los nervios con las torretas de atornillado.

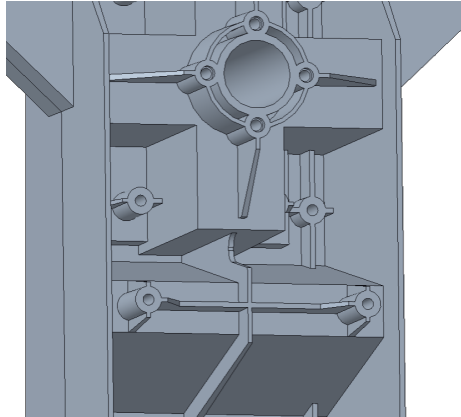


Figura 5.1.4.3 Modificación 1.

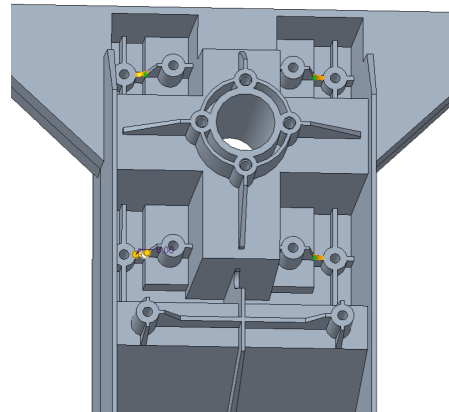


Figura 5.1.4.4 Modificación 2.

Estas modificaciones dan como resultados los mostrados en la figura 5.1.4.5, con una tensión máxima de 74 MPa.

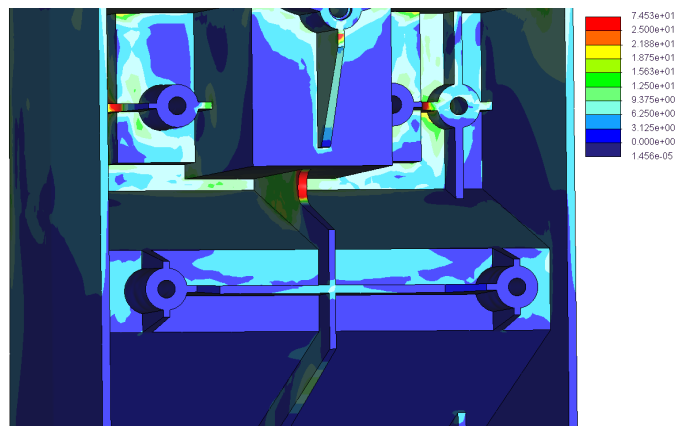


Figura 5.1.4.1 Gráfica que muestra las tensiones en la nueva columna media con diseño horizontal.

5.1.5. Conclusiones de los ensayos comparativos de las diferentes columnas medias.

Una vez realizado el mismo ensayo resistente a las tres opciones de columna media planteadas, se puede determinar cuál es la que mejor soporta los esfuerzos a los que será sometida.

Se puede observar como todas las gráficas de resultados que se muestran de los análisis resistentes, se escalan hasta 25 MPa, pues se ha tomado dicho valor como límite elástico del material. Así todos los puntos que sobrepasen ese valor han sido coloreados en rojo.

Se determina pues, que la columna media que soporta mejor los esfuerzos es la nueva columna media con diseño horizontal, pues tiene menos zonas coloreadas en rojo. Se puede decir que las zonas coloreadas en rojo de dicha columna son pequeños acumuladores de tensión, los cuales se solucionarán al realizar los redondeos generales de la pieza, pues suavizan la geometría.

5.2. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo.

Una vez escogida la columna media que mejor se comporta en el ensayo anteriormente expuesto, se va a realizar un ensayo resistente de dicha columna montada sobre el cubo completo.

Para este ensayo se va a crear un ensamblaje en el que se incluirá el vaso, la cúpula, la columna media, y las piezas del bulón de cogida.

Con este ensayo se pretende observar como interactúa la columna media escogida con el conjunto del contenedor. Para ello se opta por realizar un ensayo de la mitad del contenedor, cortado por el plano medio.

5.2.1. Preparación del ensayo.

Para la preparación del ensayo, se monta el ensamblaje con las piezas necesarias, y se generan los materiales pertinentes, como en el apartado 5.1.1.

Una vez generados los materiales, es necesario asignarlos. Se asigna PE al vaso, cúpula, y columna media; y acero a las piezas que conforman el bulón de cogida.

Se aplica una carga de 6940 N en el fondo del vaso. Esta carga simula el peso de los residuos y el peso del propio contenedor.

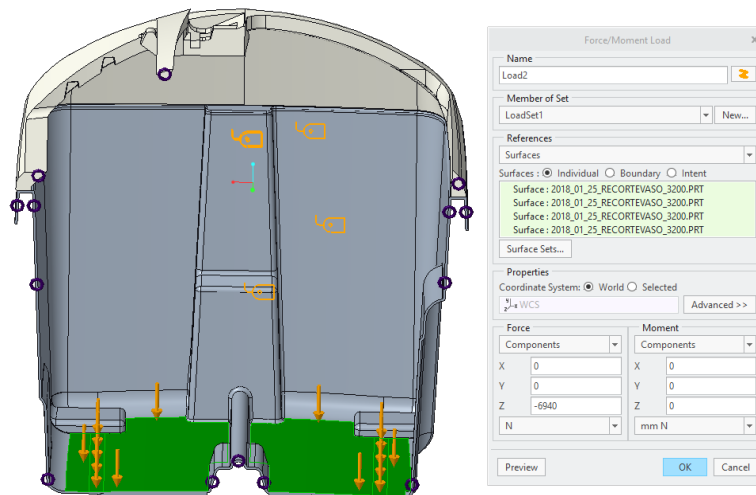


Figura 5.2.1.1 Aplicación de la carga.

Debido a que se va a simular un ensayo con solo la mitad del contenedor, será necesario aplicar una fijación de simetría en el contenedor (Figura 5.2.1.2). También se aplicarán las fijaciones necesarias en el bulón de cogida, permitiendo sólo su desplazamiento en el eje Y (Figura 5.2.1.3), y una fijación que imposibilite el desplazamiento general del contenedor en el eje Y (Figura 5.2.1.4).

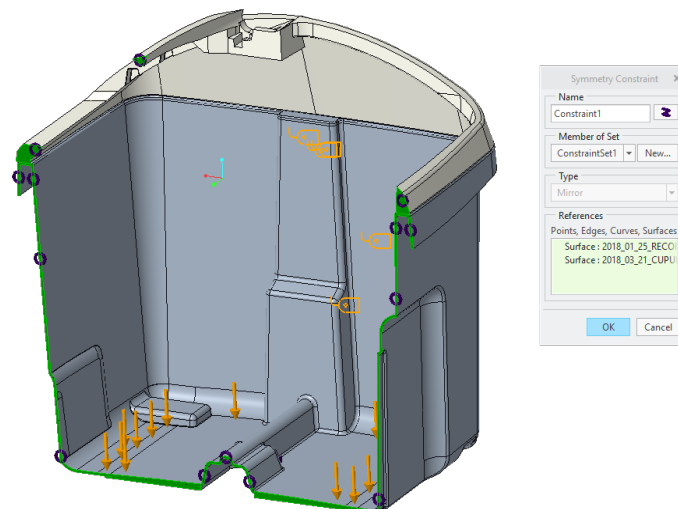


Figura 5.2.1.2 Aplicación de la fijación de simetría.

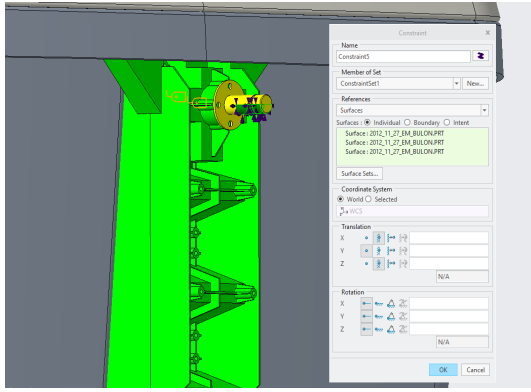


Figura 5.2.1.3 Fijación del bulón de cogida.

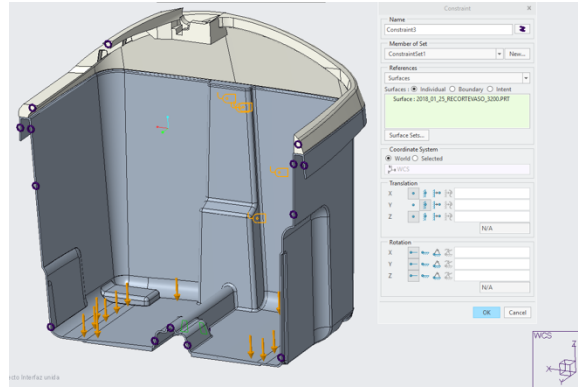


Figura 5.2.1.4 Fijación del contenedor en el eje Y.

Cuando el contenedor se encuentra totalmente preparado para la simulación, se pone a correr el caso.

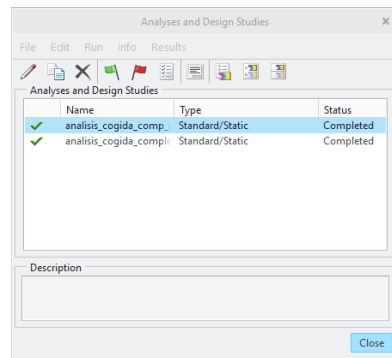
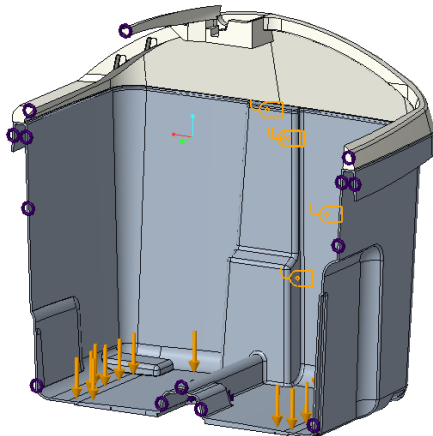


Figura 5.2.1.5 Procedimiento de correr el caso.

ITA

5.2.2. Resultados del análisis.

Se puede observar que una vez montada la columna media en el contenedor, no hay zonas de la columna media que superen los 25 MPa de tensión que se han delimitado como límite elástico. Esto hace que la columna cumpla con los requerimientos necesarios.

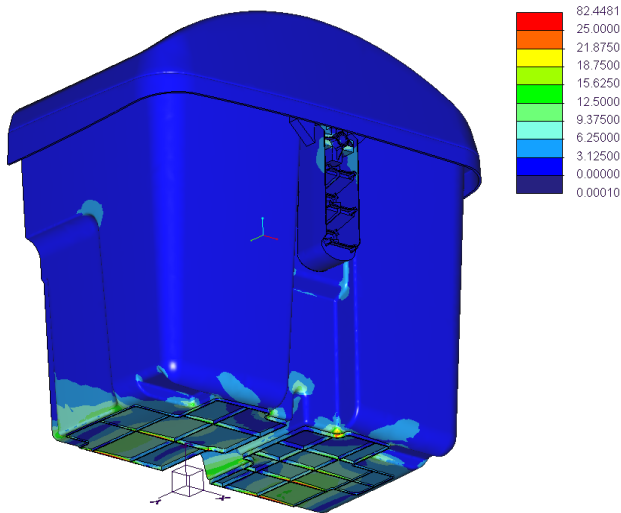


Figura 5.2.2.1 Resultado general del análisis de cogida.

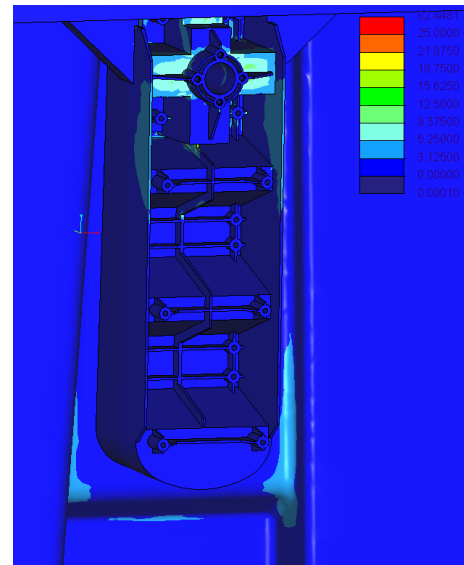


Figura 5.2.2.2 Vista detalle de la columna media.

Para ver los esfuerzos generados en el bulón de cogida, se establece el límite elástico del acero en 400 MPa, y los resultados son los siguientes:

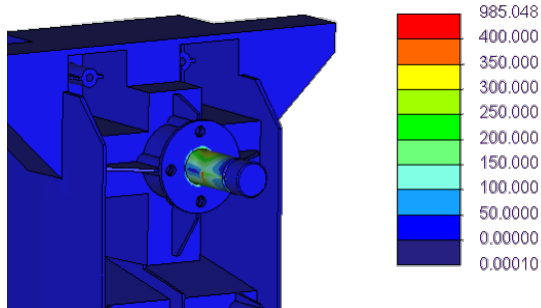


Figura 5.2.2.3 Vista frontal del análisis con el escalado en 400 MPa.

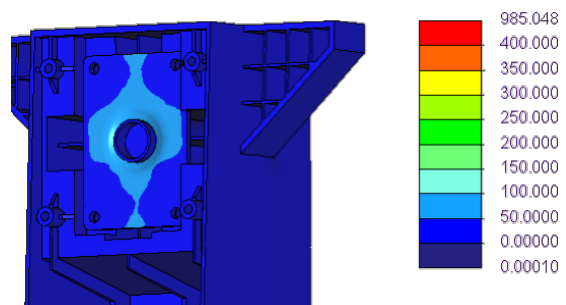


Figura 5.2.2.4 Vista trasera del análisis con el escalado en 400 MPa.

Se puede observar en la figura 5.2.2.3 un pequeño acumulador de tensión en el eje del bulón de cogida.

Debido a que los ensayos muestran que la columna media cumple sobradamente con las especificaciones de esfuerzos, se va a reducir el espesor general de la pieza. Se va a pasar de un espesor general de 5 mm a 4 mm.

5.2.3. Ensayo de cogida de la columna media escogida montada sobre el cubo con espesor de 4 mm.

Los análisis otorgan un resultado de una tensión máxima de 57 MPa.

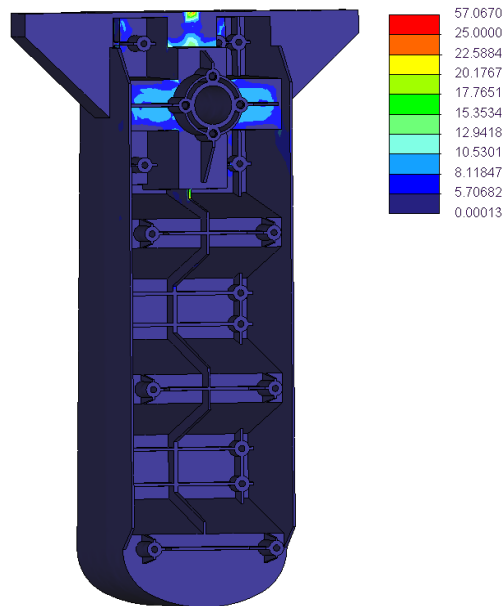


Figura 5.2.3.1 Resultado del análisis de la columna media de espesor 4 mm.

Como se puede observar, toda la columna se encuentra por debajo de los 25 MPa marcados como límite elástico del material, exceptuando la esquina que se muestra en la figura 5.2.3.3, la cual se solucionará con el redondeo general de la pieza.

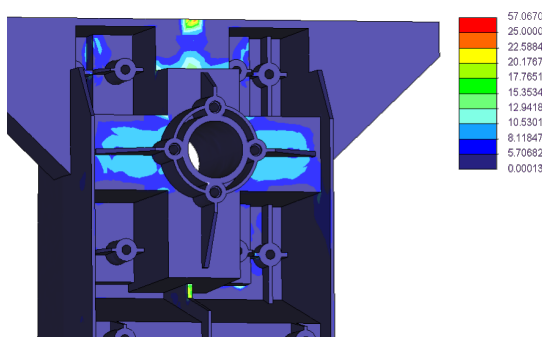


Figura 5.2.3.2 Vista frontal del análisis con la columna media de espesor 4 mm.

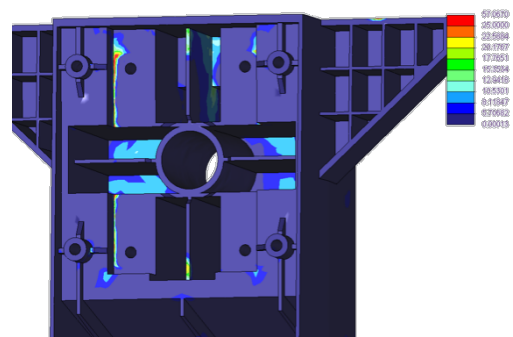


Figura 5.2.3.3 Vista trasera del análisis con la columna media de espesor 4 mm.

Debido a los resultados obtenidos por los análisis resistentes, se define como columna media a desarrollar la nueva columna media con diseño horizontal de espesor 4 mm. Debido a las modificaciones que se han realizado en la columna media reduciendo su espesor, se da como consecuencia, que el volumen de material empleado es inferior al anteriormente planteado, siendo de $1,65 \text{ dm}^3$.

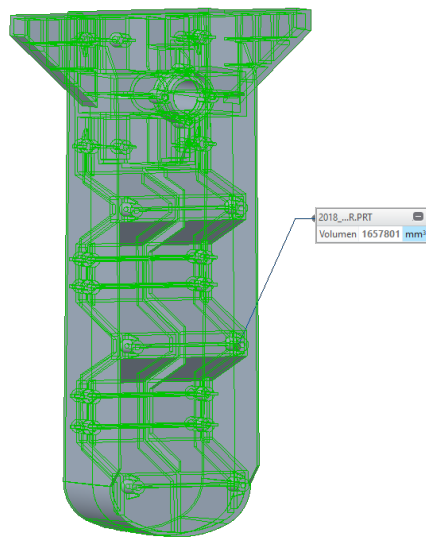


Figura 5.2.3.4 Volumen de la columna media con espesor de 4 mm.

6. Modificación sobrevenida a petición del cliente.

Una vez tenemos la columna media totalmente desarrollada, y los ensayos resistentes del apartado 4 totalmente validados, el cliente sugiere realizar una modificación en la columna media.

El modelo de CL actual cuenta con una columna inferior que sirve de soporte para una caja de telecomunicaciones del contenedor. A su vez, esta columna inferior, dispone de una tapa que se encuentra atornillada a la misma.

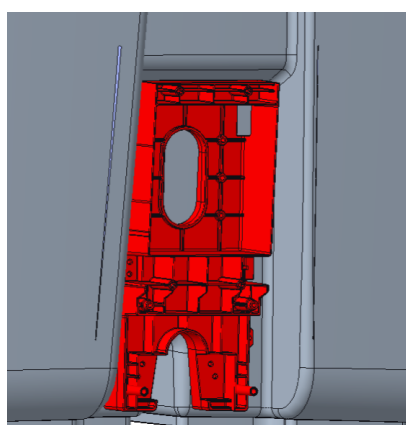


Figura 6.1 Columna inferior.

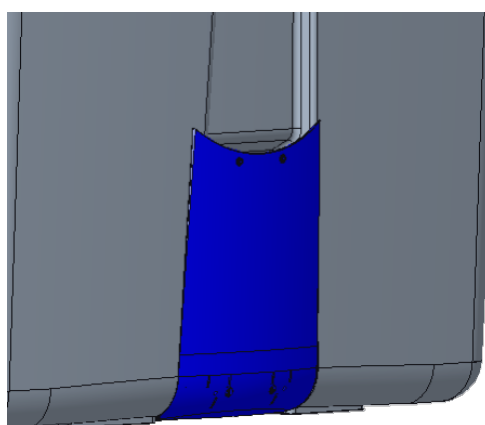


Figura 6.2 Tapa de columna inferior.

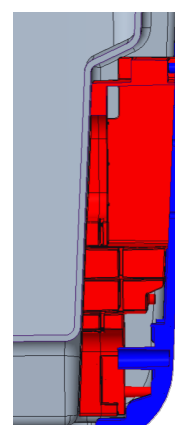


Figura 6.3 Corte de columna inferior.

El requerimiento del cliente es simplificar al máximo, teniendo en cuenta que parte del atornillado de la tapa inferior puede ir a la columna media interior.

Se plantea la solución de diseñar un tacón a la columna media, evitando así modificar en exceso su geometría y su comportamiento frente a los esfuerzos simulados en los ensayos resistentes del apartado 4.

Este tacón cuenta con una zona de atornillado al vaso, así como la zona de atornillado de la tapa inferior.

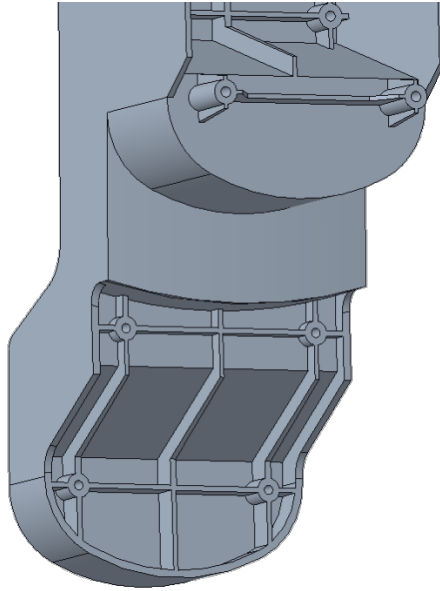


Figura 6.4 Tacón de columna media.

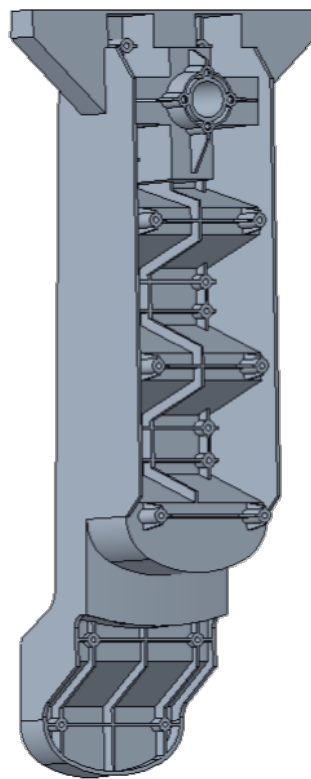


Figura 6.5 Columna media modificada.

Con esta modificación se aumentan los puntos de atornillado de la columna con el vaso, y se reduce el número de piezas del contenedor. Por el contrario, se aumenta el volumen de la columna media.

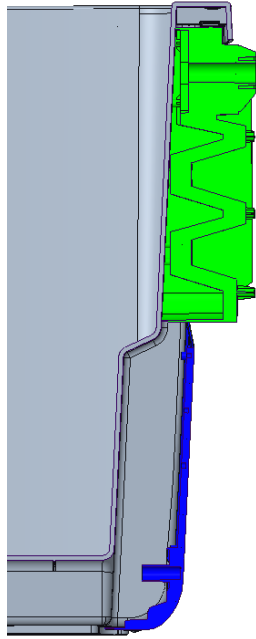


Figura 6.6 Corte de columna sin tacón.

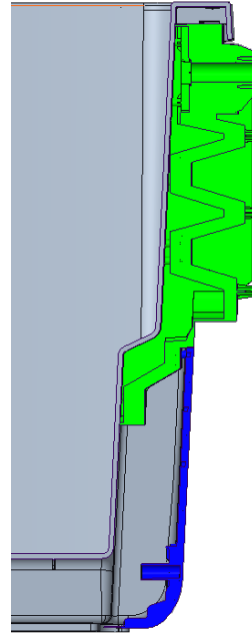


Figura 6.7 Corte de columna con tacón.

7. Simulaciones de inyección.

7.1. Inyección de la columna interior.

Por requerimientos del cliente, se determina que el material que se utilizará para inyectar la pieza es el KS 10100 DOW CHEMICAL, el cuál se define como un HDPE. Dicho material cuenta con una serie de recomendaciones del fabricante a la hora de inyectarlo:

- Temperatura del molde: 30° (10 – 50°).
- Temperatura del material: 230° (200 – 260°).
- Temperatura del material máxima: 300°.
- Temperatura del expulsión: 100°.

7.1.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.

Para poder determinar el número de puntos de inyección y su ubicación es necesario balancear la pieza. Balancear quiere decir que todos los puntos de la pieza terminen de llenar a la vez y que ninguno esté sobrecompactado.

Las opciones de balanceo que se van a analizar es inyectando por 1, 2, ó 3 puntos.

Inyección por 1 punto.

Se van a realizar varios casos, con diferentes localizaciones del punto de inyección. El primer caso, además de para ver el balanceado de la pieza, servirá para establecer el tiempo de llenado necesario, pues se simulará como el tiempo en automático.

Para todos los casos, se establece que el porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión sea del 99%.

Caso 1: Se coloca el punto de inyección en el centro de la pieza. Se obtiene un tiempo de llenado estimado por el programa de 5'2 segundos. Este tiempo es algo excesivo, así que el los siguientes casos se establecerá un tiempo de llenado de 4'5 segundos.

Se sobrecompacta la parte inferior de la columna, pues se llena antes que la T superior.

La presión máxima de llenado es de 55 MPa.

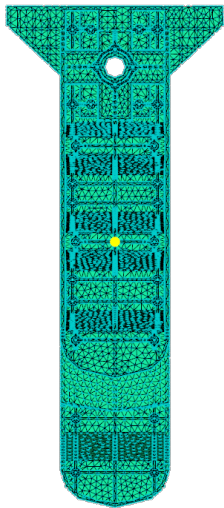


Figura 7.1.1.1 Punto de inyección Caso 1.

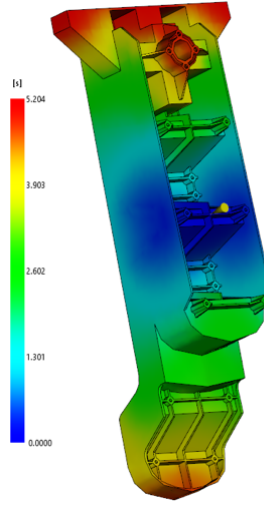


Figura 7.1.1.2 Tiempo de llenado Caso 1.

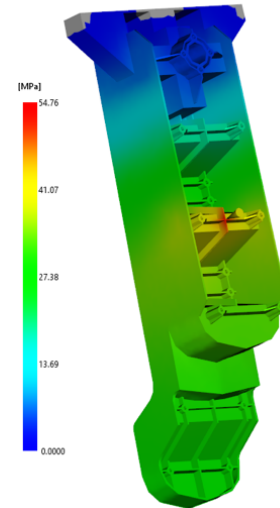


Figura 7.1.1.3 Presión en la conmutación Caso 1.

Caso 2: Para tratar de llenar la T superior a la vez que el tacón inferior de la columna, se eleva el punto de inyección. Se observa como se ha elevado demasiado. En este caso se sobrecompacta la parte superior de la columna.

La presión máxima de llenado es de 75 MPa. Esta presión es mayor que en el caso 1, pues no solo se ha movido el punto de inyección, sino que se ha acortado el tiempo de llenado.

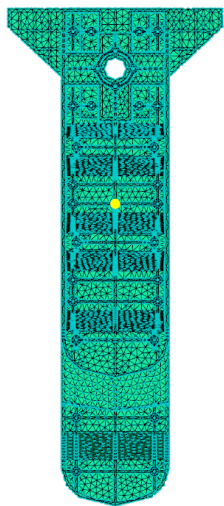


Figura 7.1.1.4 Punto de inyección Caso 2.

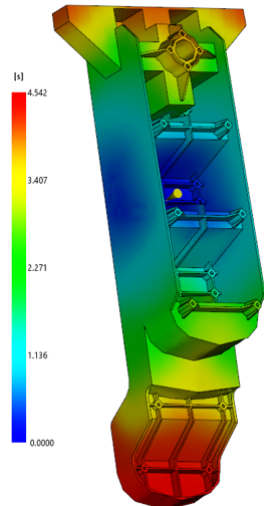


Figura 7.1.1.5 Tiempo de llenado Caso 2.

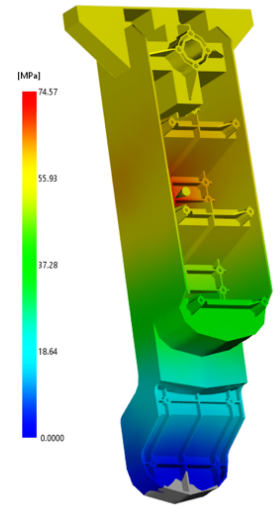


Figura 7.1.1.6 Presión en la conmutación Caso 2.

Caso 3: Se establece como punto de inyección un punto medio de los dos casos anteriores. Esta situación tiene el inconveniente de que es una superficie que casi forma 90 grados con el plano de partición del molde, y la llegada de la cámara caliente a la pieza no es la más conveniente. En caso de tratarse este caso como el mejor en cuanto a balanceo, sería conveniente realizar una pequeña modificación en la pieza para que la llegada de la cámara caliente fuera la correcta. Esta solución no sería un gran problema debido a que la columna no es una pieza estética.

Se obtiene una presión máxima de llenado de 52 MPa. Se consigue obtener una pieza balanceada, pues los dos extremos de la pieza se llenan a la vez, y hace que ninguno de estos dos extremos se sobrecompacte.

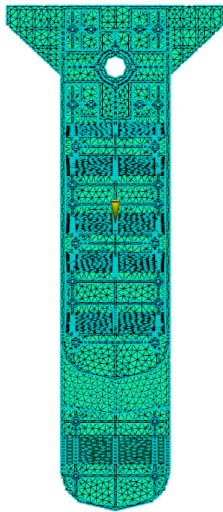


Figura 7.1.1.7 Punto de inyección Caso 3.

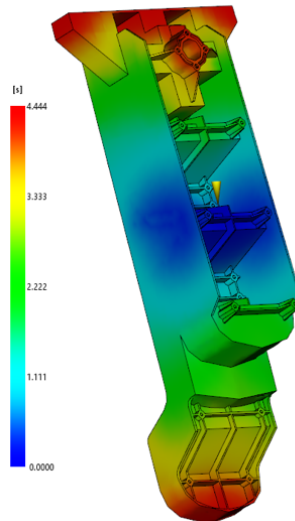


Figura 7.1.1.8 Tiempo de llenado Caso 3.

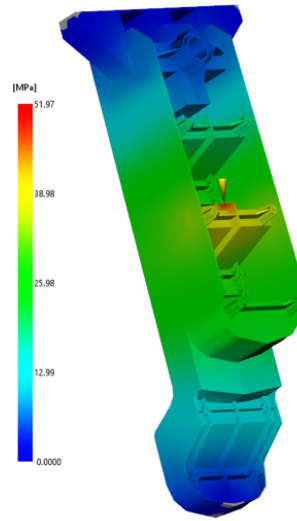


Figura 7.1.1.9 Presión en la conmutación Caso 3.

Inyección por 2 puntos.

Para el balanceado de la columna por medio de dos puntos de inyección, se establece que, por requerimientos de la cámara caliente que se tendrá que realizar, solo hay dos posibilidades de colocación para cada uno de los puntos de inyección.

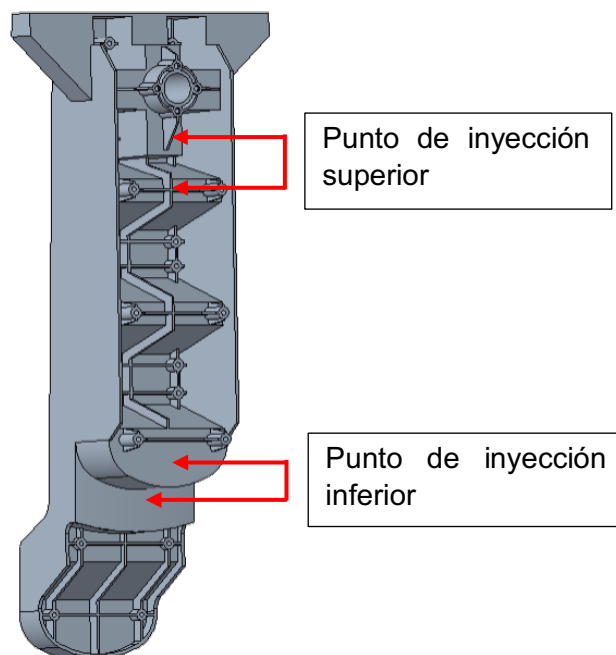


Figura 7.1.1.10 Posibilidades de puntos de inyección

Cabe destacar la influencia de los puntos de inyección entre sí, pues la colocación del superior influye en el inferior, y al contrario.

Para lograr balancear la pieza, se van a analizar la cuatro posibilidades de colocación de dichos puntos de inyección.

El tiempo de llenado se establece en 4 segundos, siendo algo más corto que en la inyección por un solo punto. El porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión será para todos los casos del 99%.

Caso 1: En este caso los dos puntos de inyección se sitúan en su posición más baja. Con esta configuración se consigue una gran sobrecompactación del tacón de la columna. Esta sobre compactación se da porque la parte inferior de la columna ya se ha terminado de llenar cuando la T superior aún no se ha llenado.

Este caso otorga una presión máxima de llenado de 39 MPa.

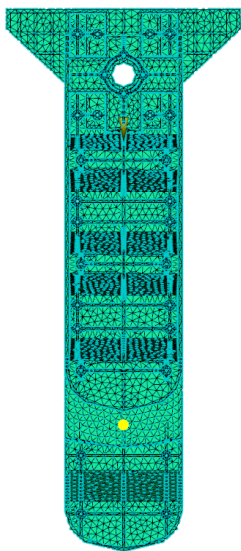


Figura 7.1.1.11 Puntos de inyección Caso 1.

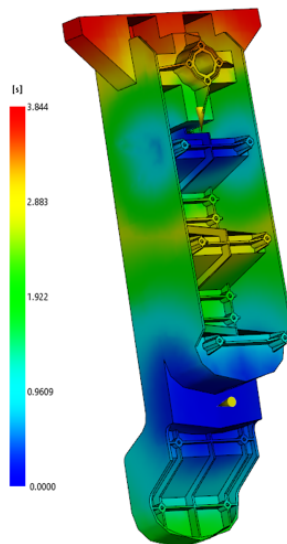


Figura 7.1.1.12 Tiempo de llenado Caso 1.

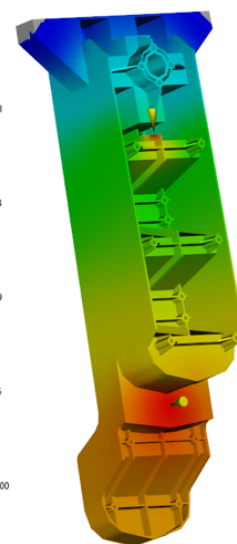


Figura 7.1.1.13 Presión en la conmutación Caso 1.

Para intentar corregir la sobrecompactación que se produce en la parte inferior de la columna se plantea el caso 2.

Caso 2: Se mantiene el punto de inyección superior en la parte más baja, pero el punto inferior se sube a su posición más elevada. Se observa como la sobrecompactación sigue apareciendo, aunque en menor medida.

La presión máxima de llenado aumenta hasta los 43 MPa.

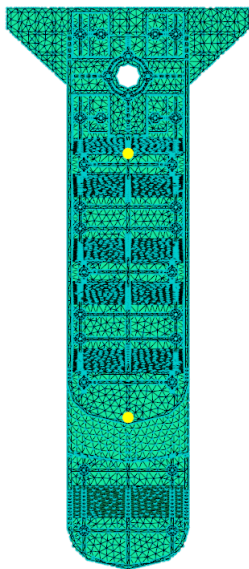


Figura 7.1.1.14 Puntos de inyección Caso 2.

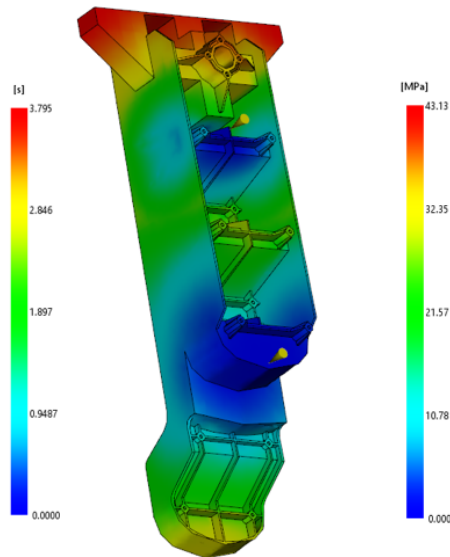


Figura 7.1.1.15 Tiempo de llenado Caso 2.

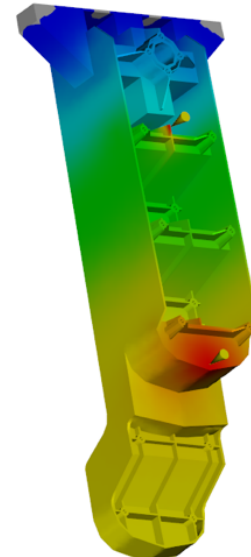


Figura 7.1.1.16 Presión en la conmutación Caso 2.

Vista la imposibilidad de balancear la columna con la colocación del punto de inyección superior en su posición más baja, se opta por colocarlo en su posición más elevada.

Caso 3: Se colocan los dos puntos de inyección en la posición más elevada posible. En este caso, se observa como se sobrecompacta la T superior. En este caso ocurre lo contrario que en el caso 1, pues el tacón de la columna aun no ha terminado de llenarse cuando ya se ha llenado la T superior.

La presión máxima de llenado es de 33 MPa.

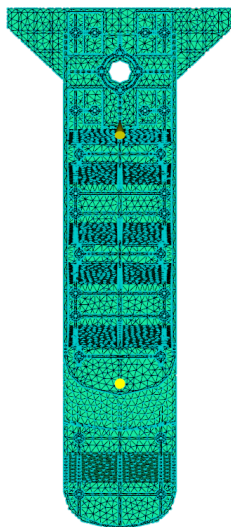


Figura 7.1.1.17 Puntos de inyección Caso 3.

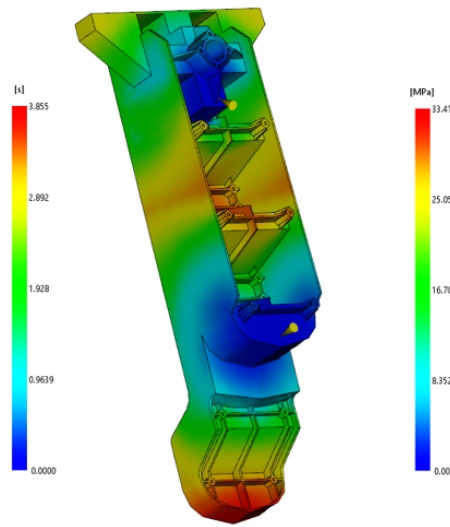


Figura 7.1.1.18 Tiempo de llenado Caso 3.

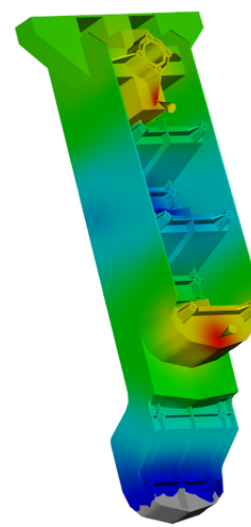


Figura 7.1.1.19 Presión en la conmutación Caso 3.

Para intentar que la T superior se llene a la vez que el tacón de la columna, hay que separar los puntos de inyección, en ello se basa el caso 4.

Caso 4: Se mantiene el punto de inyección superior en su posición más elevada, pero se sitúa el inferior en la más baja, para lograr así que se separen y que los dos extremos de la columna se llenen a la vez.

Se observa como el llenado de los dos extremos de la columna no es ideal, pero se establece casi a la vez. Por el contrario, se observa como el centro de la pieza se llena lo último, lo que hace que se sufra algo de sobrecompactación en los extremos de la columna.

La presión máxima de llenado es de 34 MPa.

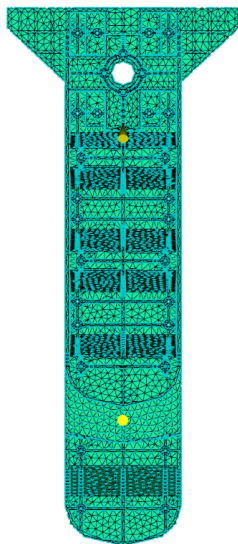


Figura 7.1.1.20 Puntos de inyección Caso 4.

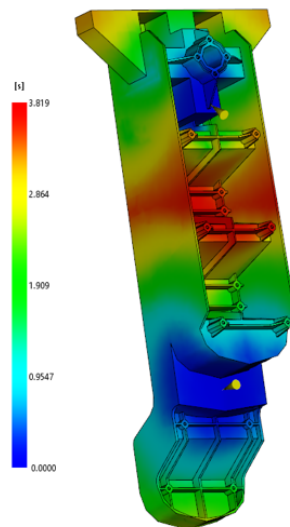


Figura 7.1.1.21 Tiempo de llenado Caso 4.

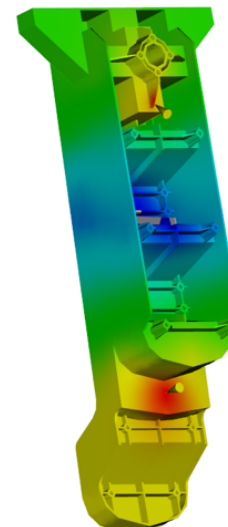


Figura 7.1.1.22 Presión en la conmutación Caso 4.

Inyección por 3 puntos.

Debido al resultado obtenido en el caso 4 de inyección por 2 puntos, en el que la zona central de la columna es la última en llenarse, se ha decidido incluir un punto de inyección más en la zona central de la columna media.

A la hora de posicionar los puntos de inyección exteriores, se encuentran los mismos problemas que los descritos en la inyección por dos puntos.

El tiempo de inyección se reduce hasta los 3'5 segundos, pero el porcentaje de llenado de la pieza para la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión se mantendrá para todos los casos en el 99%.

A continuación se muestran los resultados del 4 casos de inyección por 3 puntos.

Caso 1: Se coloca el punto de inyección superior justo debajo del alojamiento del bulón de cogida, el punto inferior en su posición más baja y el punto central en una posición en medio de los otros dos puntos. Se observa como la zona entre el punto de inyección superior y el central llena más tarde que las demás partes de la pieza, lo que hace que la parte inferior de la columna se sobrecompacte.

La presión máxima de llenado es de 26 MPa.

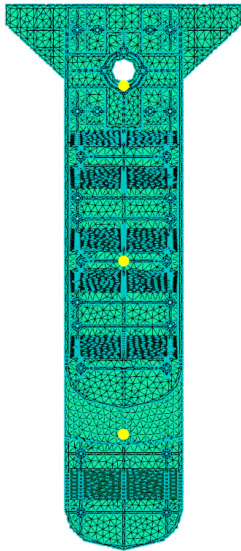


Figura 7.1.1.23 Puntos de inyección Caso 1.

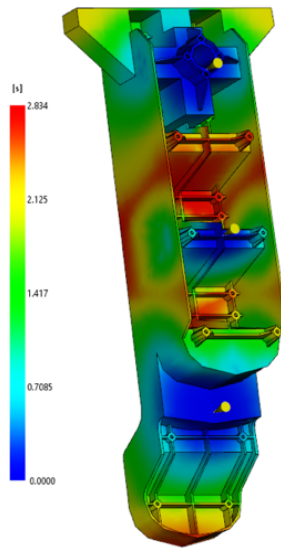


Figura 7.1.1.24 Tiempo de llenado Caso 1.

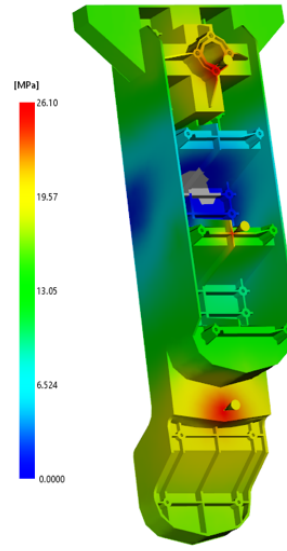


Figura 7.1.1.25 Presión en la conmutación Caso 1.

Caso 2: Con el fin de solucionar el caso 1, se opta por subir la posición del punto de inyección central. Como resultado se obtiene que la T superior llena más tarde que el tacón inferior, por lo que éste se sobrecompacta.

La presión máxima de llenado es 29 MPa.

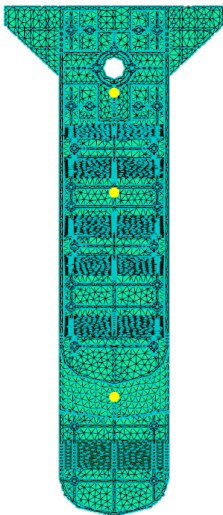


Figura 7.1.1.26 Puntos de inyección Caso 2.

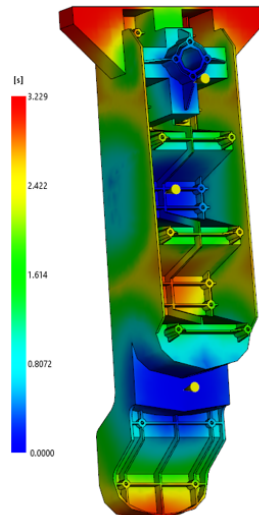


Figura 7.1.1.27 Tiempo de llenado Caso 2.

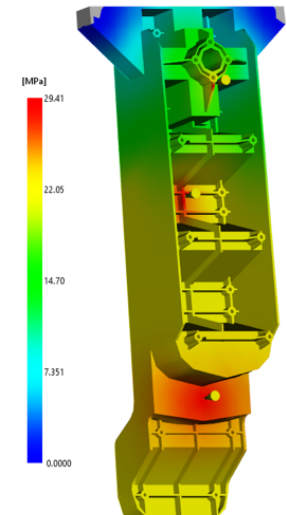


Figura 7.1.1.28 Presión en la conmutación Caso 2.

Caso 3: Ahora, se opta por subir el punto de inyección superior encima del alojamiento del bulón de cogida, así como el punto inferior a su posición más elevada. Se logra una gran sobrecompactación en toda la parte superior de la columna, pues el tacón es la última parte en llenarse.

La presión máxima de llenado asciende a 53 MPa.

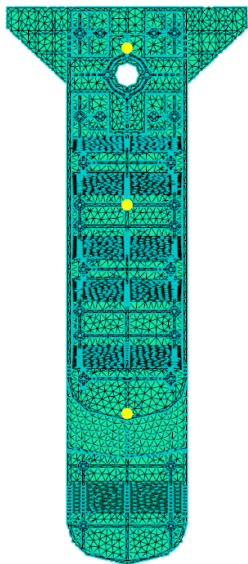


Figura 7.1.1.29 Puntos de inyección Caso 3.

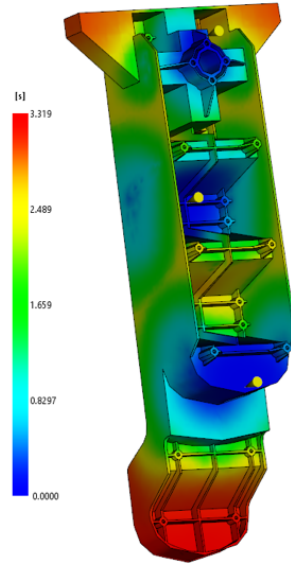


Figura 7.1.1.30 Tiempo de llenado Caso 3.

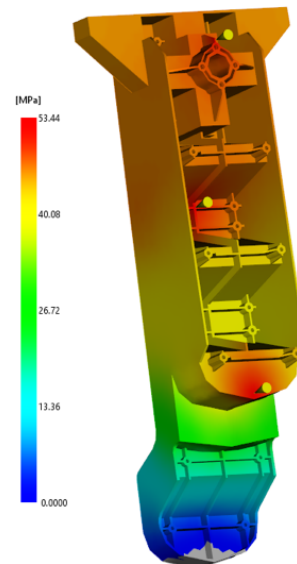


Figura 7.1.1.31 Presión en la conmutación Caso 3.

Caso 4: Para solucionar la sobrecompactación del caso 3, se posiciona algo mas abajo el punto de inyección central. Sigue sin ser suficiente para lograr balancear la columna media.

La presión máxima de llenado es de 54 MPa.

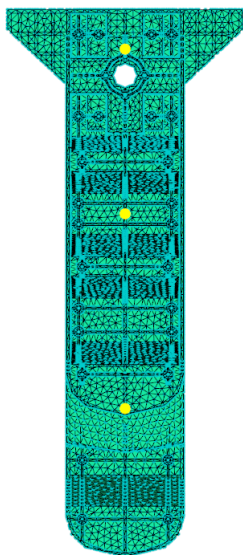


Figura 7.1.1.32 Puntos de inyección Caso 4.

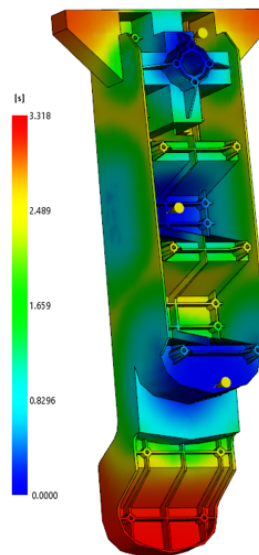


Figura 7.1.1.33 Tiempo de llenado Caso 4.

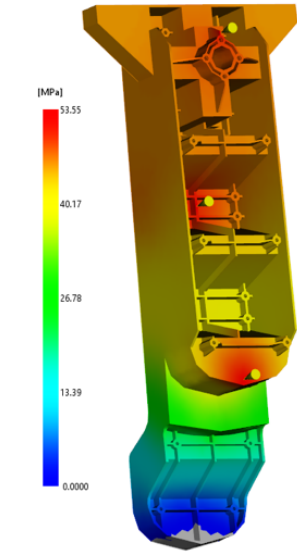


Figura 7.1.1.34 Presión en la conmutación Caso 4.

Ante la necesidad de añadir un punto de inyección centrado, es imposible evitar zonas sobrecompactadas. Debido a esta imposibilidad se descarta la inyección por 3 puntos.

Casos seleccionados

Vistos los resultados de todos los casos de balanceado analizados, se seleccionan el mejor balanceo de llenado por un punto y el mejor balanceo de llenado por 2 puntos.

Los casos seleccionados son el caso 3 de inyección por 1 punto, y el caso 4 de inyección por 2 puntos.

A partir de ahora, y con el fin de facilitar la lectura, denominaremos a estos casos: CASO 1 PUNTO, y CASO 2 PUNTOS. Se muestra un resumen de resultados obtenidos en el balanceado, teniendo en cuenta que solo se han realizados llenados y con entrada directa a pieza, es decir, sin cámara caliente.

Caso	P _{máx}
1 punto	52 MPa
2 puntos	34 MPa

7.1.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde. [22]

Llegados a este punto, y antes de programar la compactación, se va a proceder a elegir la inyectora en función del tamaño de molde. Al tratarse de piezas grandes, el molde muy probablemente marcará el tamaño de máquina, y de esta manera, se estudiará la fase de compactación tratando de no superar la fuerza de cierre dada por la maquina ya elegida.

Se va a establecer el tamaño de molde teniendo en cuenta el tamaño de la pieza con la ayuda de www.hasco.com.

El primer paso para configurar un molde es conocer las cotas de la pieza que se van a inyectar. Las cotas de galibo de la pieza son de 300 mm de ancho, 700 mm de alto, y 250 mm de profundidad.

Para establecer el tamaño de las placas es necesario sumar 200 mm a cada lado de la pieza, lo que suman 700 mm de anchura, y esta debe ser aproximadamente, la medida de la anchura de la placa del molde. El espesor de la placa debe de ser de la mitad del espesor de la pieza más 100 mm extra. Por consiguiente las placas seleccionadas tendrán las siguientes medidas:

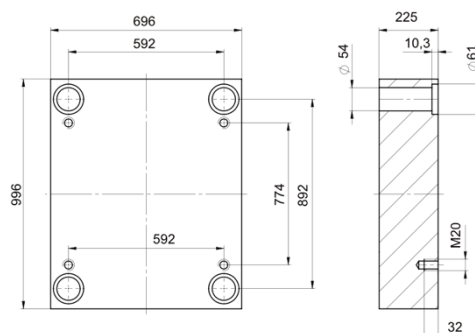


Figura 7.1.2.1 Medidas de las placas.

En cuento a las placas de sujeción necesarias son las siguientes:

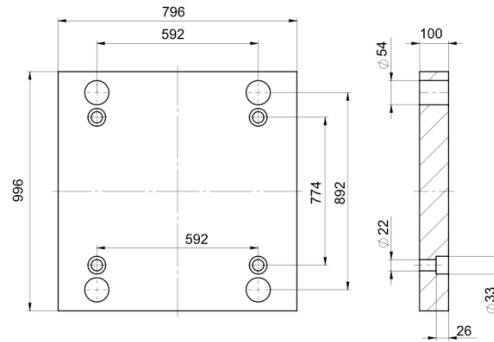


Figura 7.1.2.2 Medidas de las placas de sujeción.

Los regles son los encargados de permitir una separación entre la placa y la placa donde se alojan los expulsores, para que dichos expulsores tengan suficiente juego como para expulsar la pieza. En este caso basta con que sean de 156 mm, pues no hace falta que expulse la pieza entera, pues al ser de gran tamaño se contará con robots.

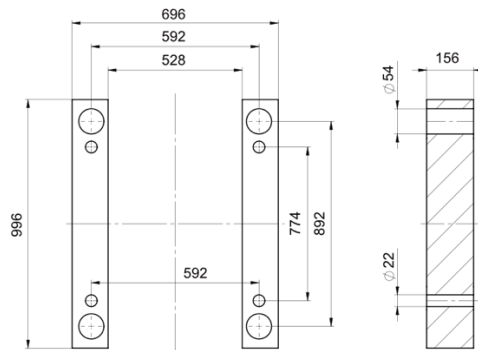


Figura 7.1.2.3 Medidas de los regles.

En lo que refiere a las placas base de expulsión y de retención de expulsión serán de las siguientes medidas:

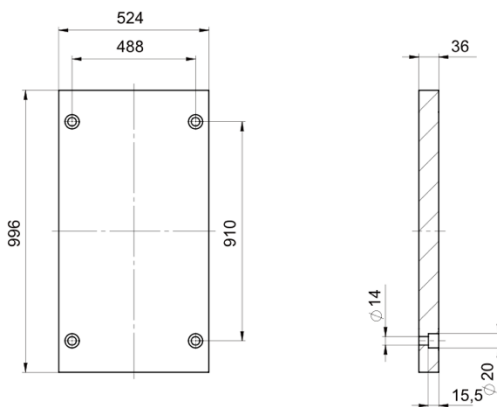


Figura 7.1.2.4 Medidas de la placa base de expulsión.

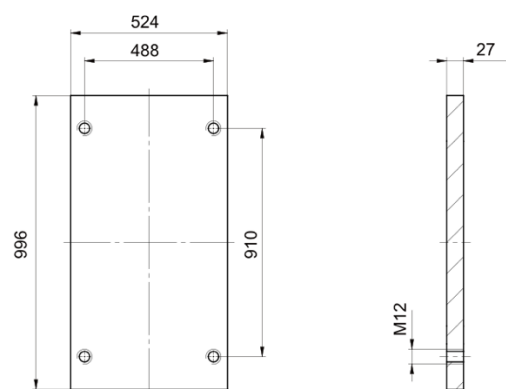
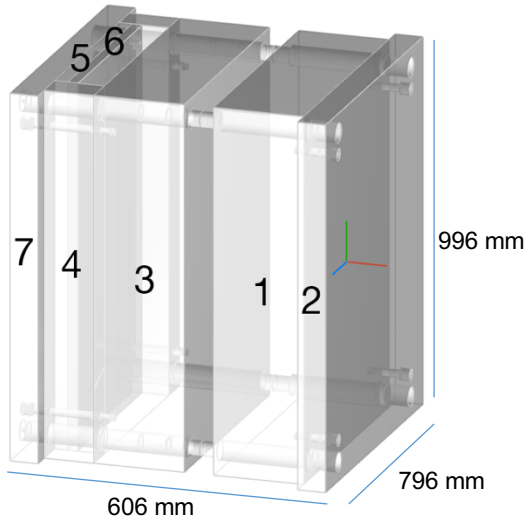


Figura 7.1.3.5 Medidas de la placa de retención de expulsión.

Con estas placas, se establece que el molde necesario para inyectar la columna media sea el siguiente:



N.º	Producto	Información	Cantida
1	K20/696x996x246/1.1730/S		1
2	K11/696x996x76/1.1730		1
3	K20/696x996x246/1.1730/S		1
4	K40/696x996x136/1.1730		2
5	K70/696x996x36/1.1730		1
6	K60/696x996x27/1.1730		1
7	K11/696x996x76/1.1730		1

Figura 7.1.2.6 Molde necesario para columna media.

Con estas dimensiones de molde, según el catálogo de máquinas inyectoras de Mateu & Solé [21], se establece que se necesita una máquina inyectora mínima por tamaño de molde de 500 Tn.

INYECTORAS HIDRAULICAS de 30 Tn a 205 Tn										INYECTORAS DE DOBLE RODILLERA de 75 Tn a 300 Tn										INYECTORAS DE DOBLE RODILLERA de 400 Tn a 825 Tn									
HYDRAULIC INJECTION MOLDING MACHINES from 30 Tn to 205 Tn										DOUBLE TOGGLE INJECTION MOLDING MACHINES from 75 Tn to 300 Tn										DOUBLE TOGGLE INJECTION MOLDING MACHINES from 400 Tn to 825 Tn									
PRESSES A DOUBLE GENEUILLE de 30 Tn à 205 Tn										PRESSES A DOUBLE GENEUILLE de 75 Tn à 300 Tn										PRESSES A DOUBLE GENEUILLE de 400 Tn à 825 Tn									
UNIDAD DE INYECCION										UNIDAD DE INYECCION										UNIDAD DE INYECCION									
Diámetro del husillo mm										Diámetro del husillo mm										Diámetro del husillo mm									
Relación L/D del husillo										Relación L/D del husillo										Relación L/D del husillo									
Presión máxima de inyección bar										Presión máxima de inyección bar										Presión máxima de inyección bar									
Volumen teórico de inyección cm³										Volumen teórico de inyección cm³										Volumen teórico de inyección cm³									
Peso máximo de inyección (PS) g										Peso máximo de inyección (PS) g										Peso máximo de inyección (PS) g									
Caudal de inyección cm³/h										Caudal de inyección cm³/h										Caudal de inyección cm³/h									
Capacidad de plastificación g/s										Capacidad de plastificación g/s										Capacidad de plastificación g/s									
Velocidad rotativa del husillo rpm-1										Velocidad rotativa del husillo rpm-1										Velocidad rotativa del husillo rpm-1									
Pir de giro del husillo										Pir de giro del husillo										Pir de giro del husillo									
Zonas de calentamiento										Zonas de calentamiento										Zonas de calentamiento									
Potencia de calefacción kW										Potencia de calefacción kW										Potencia de calefacción kW									
Fuerza máxima apoyo boquilla kN										Fuerza máxima apoyo boquilla kN										Fuerza máxima apoyo boquilla kN									
Carra máxima de la boquilla mm										Carra máxima de la boquilla mm										Carra máxima de la boquilla mm									
Fuerza cierre kN/Tn										Fuerza cierre kN/Tn										Fuerza cierre kN/Tn									
Carra máxima de apertura mm										Carra máxima de apertura mm										Carra máxima de apertura mm									
Espesor molde ajustable de a. mm										Espesor molde ajustable de a. mm										Espesor molde ajustable de a. mm									
Dimensiones placa H x V mm										Dimensiones placa H x V mm										Dimensiones placa H x V mm									
Pase entre columnas H x V mm										Pase entre columnas H x V mm										Pase entre columnas H x V mm									
Distancia máxima entre placas mm										Distancia máxima entre placas mm										Distancia máxima entre placas mm									
Diámetro de las columnas mm										Diámetro de las columnas mm										Diámetro de las columnas mm									
Fuerza máxima de la expulsión kN										Fuerza máxima de la expulsión kN										Fuerza máxima de la expulsión kN									
Carra máxima de expulsión mm										Carra máxima de expulsión mm										Carra máxima de expulsión mm									
CARACTERÍSTICAS GENERALES										CARACTERÍSTICAS GENERALES										CARACTERÍSTICAS GENERALES									
Ciclo en vacío (Europa) s/ciclos										Ciclo en vacío (Europa) s/ciclos										Ciclo en vacío (Europa) s/ciclos									
Potencia del motor kW (CV)										Potencia del motor kW (CV)										Potencia del motor kW (CV)									
Potencia total instalada kW										Potencia total instalada kW										Potencia total instalada kW									
Capacidad depósito aceite L										Capacidad depósito aceite L										Capacidad depósito aceite L									
Peso neto de la máquina kg										Peso neto de la máquina kg										Peso neto de la máquina kg									
CLASIFICACION EUROPAP										CLASIFICACION EUROPAP										CLASIFICACION EUROPAP									
OBSERVACIONES										OBSERVACIONES										OBSERVACIONES									

Figura 7.1.2.6 Catálogo Mateu & Solé [21].

7.1.3. Análisis de la fase de llenado.

Una vez determinado el molde necesario para inyectar la columna media, se modeliza la cámara caliente acorde al molde necesario para ambos casos; 1 punto y 2 puntos. En cada uno de ellos se programaran los parámetros de inyección más adecuados al tipo de llenado. Esta cámara caliente se va a aplicar a los dos casos seleccionados anteriormente.

Caso 1 punto.

Se aprecian los resultados de presión en la conmutación que ascienden a 73 MPa. Se trata de un caso bien balanceado, pero se descarta por la dificultad de implementar la cámara caliente en la zona de inyectado.

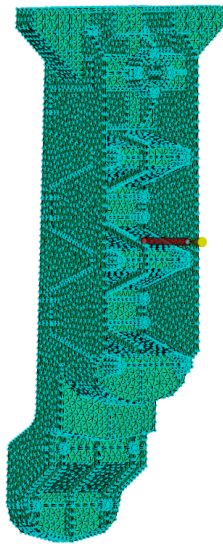


Figura 7.1.3.1 Punto de inyección Cámara caliente Caso 1 punto.

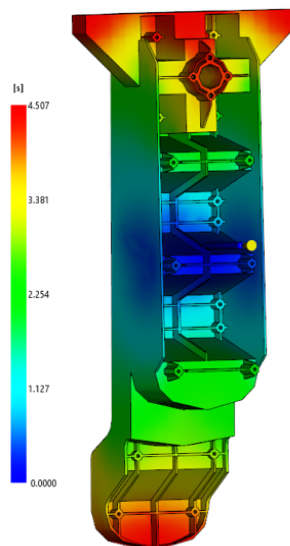


Figura 7.1.3.2 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 1 punto.

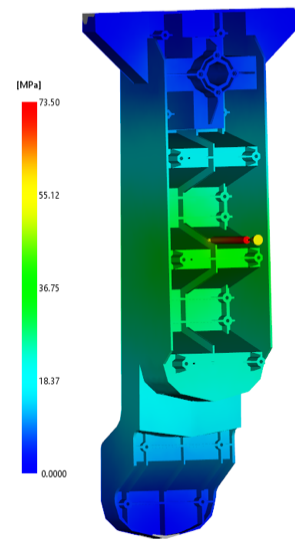


Figura 7.1.3.3 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 1 punto.

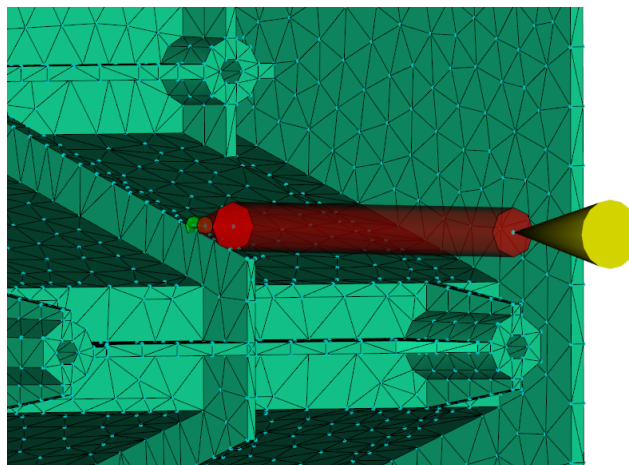


Figura 7.1.3.4 Vista detalle del punto de inyección Cámara caliente Caso 1 punto.

Caso 2 puntos.

Se elige como opción a desarrollar por la facilidad que muestra a la hora de modelizar la cámara caliente.

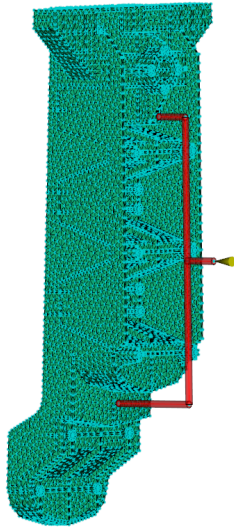


Figura 7.1.3.5 Punto de inyección Cámara caliente Caso 2 puntos

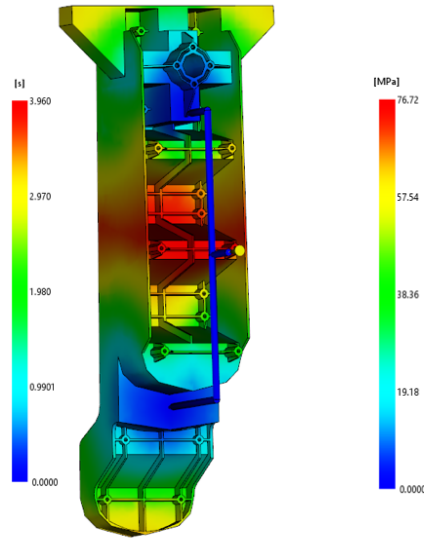


Figura 7.1.3.6 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 2 puntos

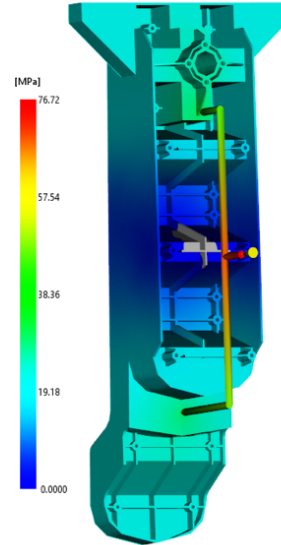


Figura 7.1.3.7 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 2 puntos.

Los resultados de presión máxima de llenado y fuerza de cierre se encuentran comparados a continuación.

Tiempo (s)	Volumen (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Vel Flujo (cm ³ /s)	Estado
0.201	0.88	30.07	0.19	263.60	U
0.401	4.84	40.61	2.15	466.86	U
0.601	9.60	43.41	4.34	489.89	U
0.805	14.56	45.08	6.35	495.56	U
1.000	19.29	46.30	8.24	498.36	U
1.200	24.10	47.52	10.92	497.26	U
1.403	28.88	49.15	15.57	496.37	U
1.601	33.54	50.71	20.36	497.27	U
1.806	38.32	52.50	26.86	497.99	U
2.005	42.97	54.15	33.15	499.28	U
2.203	47.52	55.95	41.48	498.63	U
2.405	52.18	58.03	52.30	498.53	U
2.606	56.78	60.21	65.95	499.67	U
2.808	61.39	62.36	80.20	502.30	U
3.010	66.08	63.73	89.24	504.04	U
3.204	70.61	64.92	97.90	504.61	U
3.406	75.30	66.16	107.99	505.13	U
3.602	79.84	67.31	118.02	505.70	U
3.800	84.41	68.41	128.13	506.21	U
4.000	89.02	69.41	137.48	506.68	U
4.206	93.71	70.63	149.93	506.67	U
4.403	98.05	72.89	175.15	506.65	U
4.449	99.07	73.50	183.21	505.68	U/P
4.460	99.30	60.00	175.25	248.21	P
4.506	99.97	60.00	159.68	302.47	P
4.508	100.00	60.00	160.90	301.72	Llenado

Figura 7.1.3.8 Tabla de valores de llenado 1 Punto.

Tiempo (s)	Volumen (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Vel Flujo (cm ³ /s)	Estado
0.179	0.53	34.01	0.09	190.12	U
0.351	3.67	52.51	1.34	513.02	U
0.529	8.66	54.47	2.75	578.12	U
0.705	13.72	54.55	3.73	577.31	U
0.884	18.80	54.91	4.87	575.28	U
1.052	23.50	55.45	6.24	574.84	U
1.234	28.58	56.05	8.06	575.25	U
1.403	33.24	56.58	9.92	575.82	U
1.583	38.23	57.07	11.79	576.48	U
1.752	42.86	57.50	13.53	576.81	U
1.932	47.82	57.97	15.73	576.79	U
2.110	52.67	58.49	18.48	576.61	U
2.286	57.45	59.17	22.42	576.87	U
2.457	62.10	59.78	26.14	577.19	U
2.631	66.79	60.39	30.00	577.49	U
2.803	71.42	61.08	35.07	577.00	U
2.976	75.95	62.42	44.90	577.49	U
3.156	80.59	64.09	62.26	573.69	U
3.331	84.82	68.30	104.18	577.67	U
3.506	89.32	70.31	123.99	579.06	U
3.679	93.78	72.08	141.94	579.05	U
3.852	98.05	75.43	177.11	579.03	U
3.895	99.03	76.72	192.77	576.83	U/P
3.905	99.25	60.00	188.91	244.31	P
3.960	99.99	60.00	180.25	295.47	P
3.962	100.00	60.00	181.42	294.55	Llenado

Figura 7.1.3.9 Tabla de valores de llenado 2 Puntos.

	P _{máx}	F _{Cierre}
Caso 1 punto	73'5 MPa	183'21 Tn
Caso 2 puntos	76'72 MPa	192'77 Tn

Se observa como los datos de presión máxima de llenado y fuerza de cierre son menores en el caso 1 punto. Aún así se descarta dicho caso por las dificultades que entraña realizar dicha cámara caliente en el molde.

7.1.4. Análisis de la fase de compactación.

Con el análisis de compactación, los datos mas relevantes que se van a obtener son, la fuerza de cierre, que será vital para poder inyectar la pieza en la máquina elegida anteriormente, así como los desplazamientos que sufre la pieza. Se correrán diferentes casos, y los resultados de éstos serán mostrados en una tabla posteriormente.

Caso 1: Para comenzar, se establece que se va a compactar al 80% de la presión máxima de llenado, lo que aproximadamente es 60 MPa. Esta compactación se va a aplicar durante 20 segundos, y se aplicará un tiempo de enfriamiento de 30 segundos. Este análisis arroja estos datos:

- Desplazamientos: 6'8 mm.
- Fuerza de cierre: 542 Tn.

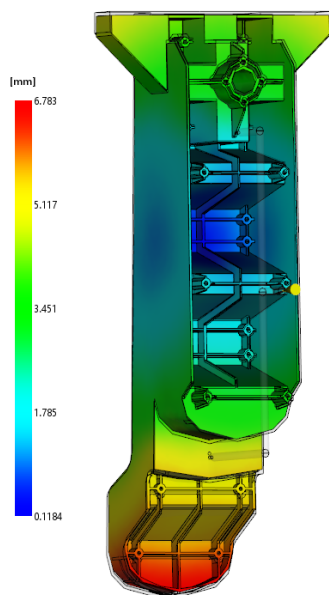


Figura 7.1.4.1
Desplazamientos Caso 1.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.56	P
4.871	1.95	60.00	463.04	P
7.121	6.45	60.00	529.76	P
9.621	11.45	60.00	542.22	P
11.871	15.95	60.00	540.92	P
14.121	20.45	60.00	533.06	P
16.621	25.45	60.00	514.36	P
18.871	29.95	60.00	468.64	P
21.371	34.95	60.00	370.95	P
23.621	39.45	60.00	290.17	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	265.66	P
25.054	42.32	0.00	118.32	P
30.054	52.32	0.00	31.94	P
35.054	62.32	0.00	3.67	P
40.054	72.32	0.00	0.15	P
45.054	82.32	0.00	0.03	P
50.054	92.32	0.00	0.03	P
53.895	100.00	0.00	0.03	P

Figura 7.1.4.2 Tabla de valores de compactación Caso 1.

Con el fin de reducir las deformaciones, en los casos 2 y 3, se va a aumentar la compactación. La compactación se puede aumentar por dos vías, la primera es aumentando la presión de compactación (caso 2), y la segunda es aumentando el tiempo de compactación (caso 3).

Caso 2: En este caso se aumenta la presión de compactación al 100%, lo que son aproximadamente 80 MPa. El tiempo de compactación se mantiene del caso 1, así como el tiempo de secado.

- Desplazamientos: 6'5 mm.
- Fuerza de cierre: 770 Tn.

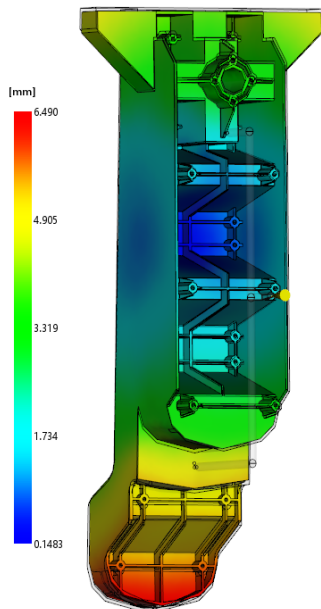


Figura 7.1.4.3 Desplazamientos Caso 2.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.945	0.10	80.00	238.44	P
4.855	1.92	80.00	689.28	P
7.105	6.42	80.00	758.30	P
9.605	11.42	80.00	769.69	P
11.855	15.92	80.00	768.75	P
14.105	20.42	80.00	761.25	P
16.605	25.42	80.00	746.48	P
18.855	29.92	80.00	719.96	P
21.355	34.92	80.00	636.31	P
23.605	39.42	80.00	557.17	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	518.76	P
25.054	42.32	0.00	326.81	P
30.054	52.32	0.00	171.98	P
35.054	62.32	0.00	77.10	P
40.054	72.32	0.00	31.64	P
45.054	82.32	0.00	9.21	P
50.054	92.32	0.00	1.75	P
53.895	100.00	0.00	0.66	P

Figura 7.1.4.4 Tabla de valores de compactación Caso 2.

Caso 3: En este caso, se mantendrán programados los 60 MPa de presión de compactación, pero se aumentara el tiempo de dicha fase de 20 a 40 segundos, ya que se ha observado en los resultados, que el material se mantiene caliente y fundido durante todo este tiempo. El tiempo de enfriamiento se mantiene en 30 segundos.

- Desplazamientos: 6 mm.
- Fuerza de cierre: 542 MPa.

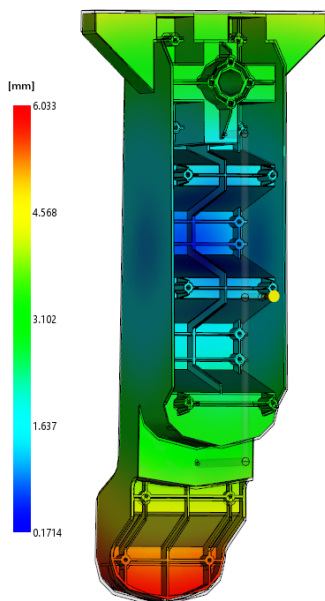


Figura 7.1.4.5 Desplazamientos Caso 3.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.00	60.00	181.56	P
4.871	1.30	60.00	463.04	P
7.121	4.52	60.00	529.76	P
9.621	8.09	60.00	542.22	P
11.871	11.31	60.00	540.92	P
14.121	14.53	60.00	533.06	P
16.621	18.10	60.00	514.36	P
18.871	21.32	60.00	468.64	P
21.371	24.89	60.00	370.95	P
23.621	28.11	60.00	290.17	P
25.554	30.94	60.00	236.24	P
29.054	35.94	60.00	167.65	P
32.804	41.30	60.00	119.40	P
36.304	46.30	60.00	88.68	P
40.054	51.66	60.00	65.08	P
43.554	56.66	60.00	49.38	P
43.804	57.01	60.00	48.41	P
43.895				Presión liberada
43.907	57.16	0.00	39.05	P
52.554	69.51	0.00	5.46	P
61.304	82.01	0.00	0.57	P
70.054	94.51	0.00	0.08	P
73.895	100.00	0.00	0.04	P

Figura 7.1.4.6 Tabla de valores de compactación Caso 3.

Vista la poca variación de los resultados en cuanto a deformaciones que otorga variar la compactación, se toma la decisión de intentar que la pieza tarde más en enfriar, lo que propiciaría unas deformaciones menores.

Para ello se aumenta la temperatura del molde hasta el máximo aconsejado por el fabricante, que son 50°. Aumentando la temperatura del molde, la pieza tarda mas en enfriar, y se consigue transmitir mejor y mas tiempo la presión de compactación. Por consiguiente, aumentando la temperatura del molde se consigue mantener el material algo más caliente y se aprovecha más el tiempo de compactación. Ello implica que el tiempo de enfriamiento aumente.

Caso 4: Se establece una compactación de 60 MPa durante 40 segundos. Se mantiene también el tiempo de enfriamiento en 30 s.

- Desplazamientos: 6'3 mm.
- Fuerza de cierre: 559 Tn.

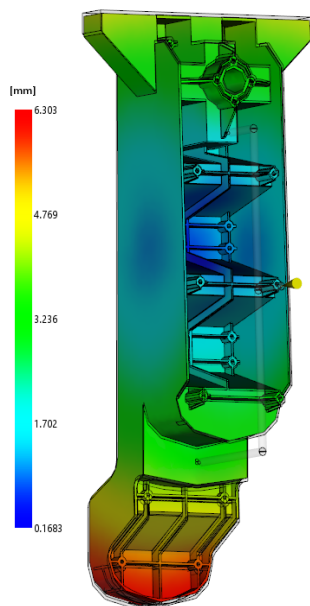


Figura 7.1.4.7 Desplazamientos Caso 4.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.917	0.10	60.00	176.70	P
7.326	4.97	60.00	545.23	P
11.076	10.32	60.00	559.93	P
14.576	15.32	60.00	553.10	P
18.326	20.68	60.00	535.87	P
21.826	25.68	60.00	472.19	P
25.576	31.04	60.00	358.38	P
29.076	36.04	60.00	264.25	P
32.826	41.39	60.00	195.90	P
36.326	46.39	60.00	152.96	P
40.076	51.75	60.00	117.29	P
43.576	56.75	60.00	91.80	P
43.826	57.11	60.00	90.27	P
43.850				Presión liberada
43.863	57.16	0.00	78.90	P
52.510	69.51	0.00	23.09	P
61.260	82.01	0.00	8.44	P
70.010	94.51	0.00	2.79	P
73.850	100.00	0.00	2.01	P

Figura 7.1.4.8 Tabla de valores de compactación Caso 4.

Se observa como las deformaciones no bajan. Esto puede ser debido a que aumentar la temperatura del material, el tiempo de enfriamiento de la pieza en el molde debe ser mayor.

Caso 5: Se establece la misma compactación anterior de 60 MPa durante 40 segundos. Por consiguiente será necesario aumentar el tiempo de enfriamiento, pues la temperatura del material es superior. Se establece el tiempo de enfriamiento en 50 segundos.

- Desplazamientos: 6'3 mm.
- Fuerza de cierre: 557 Tn.

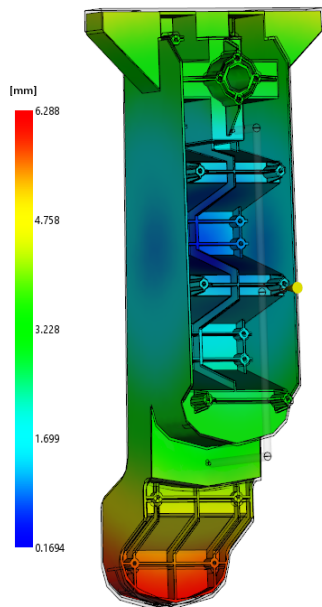


Figura 7.1.4.9 Desplazamientos Caso 5.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
4.576	0.81	60.00	444.91	P
8.826	5.53	60.00	556.71	P
13.076	10.25	60.00	557.24	P
17.576	15.25	60.00	539.84	P
21.826	19.97	60.00	472.20	P
26.326	24.97	60.00	336.36	P
30.576	29.70	60.00	233.12	P
34.826	34.42	60.00	169.60	P
39.326	39.42	60.00	123.76	P
43.576	44.14	60.00	91.80	P
43.850				Presión liberada
43.863	44.46	0.00	78.90	P
45.010	45.73	0.00	50.93	P
54.010	55.73	0.00	19.63	P
63.010	65.73	0.00	6.75	P
72.010	75.73	0.00	2.33	P
81.010	85.73	0.00	1.33	P
90.010	95.73	0.00	0.92	P
93.850	100.00	0.00	0.83	P

Figura 7.1.4.10 Tabla de valores de compactación Caso 5.

Se observa como aumentar el tiempo de enfriamiento no tiene resultados en las deformaciones de la pieza.

Caso 6: Con la temperatura del molde en 50°, se aplica una presión del compactación de 80 MPa durante 40 segundos, con el tiempo de enfriamiento de 30 segundos.

- Desplazamientos: 5'8 mm.
- Fuerza de cierre: 786 Tn.

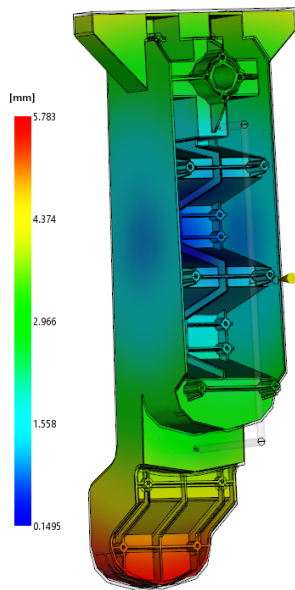


Figura 7.1.4.11 Desplazamientos Caso 6.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.900	0.00	80.00	232.15	P
4.809	1.30	80.00	700.91	P
7.059	4.52	80.00	770.10	P
9.559	8.09	80.00	786.39	P
11.809	11.31	80.00	785.76	P
14.309	14.88	80.00	780.87	P
16.559	18.10	80.00	773.50	P
18.809	21.31	80.00	765.79	P
21.309	24.89	80.00	740.75	P
23.559	28.10	80.00	680.93	P
25.509	30.94	80.00	631.30	P
29.009	35.94	80.00	538.19	P
32.759	41.30	80.00	451.65	P
36.259	46.30	80.00	383.21	P
40.009	51.66	80.00	318.97	P
43.509	56.66	80.00	267.31	P
43.759	57.01	80.00	263.98	P
43.850				Presión liberada
43.863	57.16	0.00	244.31	P
52.510	69.51	0.00	133.62	P
61.260	82.01	0.00	88.07	P
70.010	94.51	0.00	62.65	P
73.850	100.00	0.00	55.27	P

Figura 7.1.4.12 Tabla de valores de compactación Caso 6.

Tabla comparativa de resultados.

Caso	P _{comp}	t _{comp}	T _{enf}	T _{molde}	Des	F _{cierre}
1	60	20	30	30	6'8	542
2	80	20	30	30	6'5	770
3	60	40	30	30	6	542
4	60	40	30	50	6'3	559
5	60	40	50	50	6'3	557
6	80	40	30	50	5'8	786

Se descartan los casos 2 y 6 por fuerza de cierre, ya que se ha elegido una máquina inyectora de 500 Tn, y en dichos casos la fuerza de cierre es muy superior. También se descartan los casos 3, 4 y 5 ya que el aumento en el tiempo, tanto de enfriamiento, como de compactación, no mejora los desplazamientos, y alarga el ciclo innecesariamente.

Esto hace que el mejor caso sea el 1, pese a que sus desplazamientos sean algo superiores.

Para poder realizar el caso 1 en una máquina de 500 Tn es preciso optimizar la fase de compactación, pues actualmente la fuerza de cierre necesaria es de 542 Tn.

Para todos los siguientes casos se va a mantener un tiempo de compactación de 20 segundos, así como un tiempo de enfriamiento de 30 segundos. Lo que se va a variar es la presión de compactación que se va a realizar por tramos.

Caso 7: 80 MPa durante 3 s, y 50 MPa durante 17 s.

- Fuerza de cierre: 689 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.945	0.10	80.00	238.44	P
4.855	1.92	80.00	689.28	P
6.897	6.01	50.00	752.54	P
7.089	6.39	50.00	676.12	P
9.544	11.30	50.00	425.89	P
11.794	15.80	50.00	419.66	P
14.294	20.80	50.00	411.11	P
16.544	25.30	50.00	391.83	P
19.044	30.30	50.00	325.54	P
21.294	34.80	50.00	241.20	P
23.544	39.30	50.00	186.16	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	168.42	P
25.054	42.32	0.00	54.71	P
30.054	52.32	0.00	5.82	P
35.054	62.32	0.00	0.10	P
40.054	72.32	0.00	0.02	P
45.054	82.32	0.00	0.01	P
50.054	92.32	0.00	0.01	P
53.895	100.00	0.00	0.01	P

Figura 7.1.4.13 Tabla de valores de compactación Caso 7.

Caso 8: 60 MPa durante 3 s, y 50 MPa durante 17 s.

- Fuerza de cierre: 526 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.39	P
4.872	1.95	60.00	463.04	P
6.897	6.01	50.00	526.44	P
7.089	6.39	50.00	500.74	P
9.544	11.30	50.00	428.46	P
11.794	15.80	50.00	426.29	P
14.294	20.80	50.00	417.26	P
16.544	25.30	50.00	398.25	P
19.044	30.30	50.00	332.95	P
21.294	34.80	50.00	248.27	P
23.544	39.30	50.00	191.80	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	173.45	P
25.054	42.32	0.00	56.92	P
30.054	52.32	0.00	6.04	P
35.054	62.32	0.00	0.13	P
40.054	72.32	0.00	0.02	P
45.054	82.32	0.00	0.02	P
50.054	92.32	0.00	0.01	P
53.895	100.00	0.00	0.01	P

Figura 7.1.4.14 Tabla de valores de compactación Caso 8.

Caso 9: 70 MPa durante 3 s, y 40 MPa durante 17 s.

- Fuerza de cierre: 638 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.953	0.12	70.00	209.67	P
4.862	1.94	70.00	575.56	P
6.897	6.01	40.00	638.62	P
7.089	6.39	40.00	566.01	P
9.544	11.30	40.00	313.02	P
11.794	15.80	40.00	305.28	P
14.294	20.80	40.00	297.03	P
16.544	25.30	40.00	276.35	P
19.044	30.30	40.00	204.47	P
21.294	34.80	40.00	155.47	P
23.544	39.30	40.00	116.72	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	105.00	P
25.054	42.32	0.00	18.94	P
30.054	52.32	0.00	0.34	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.15 Tabla de valores de compactación Caso 9.

Caso 10: 60 MPa durante 3 s, y 40 MPa durante 17 s.

- Fuerza de cierre: 526 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.39	P
4.872	1.95	60.00	463.04	P
6.897	6.01	40.00	525.72	P
7.089	6.39	40.00	482.78	P
9.544	11.30	40.00	313.60	P
11.794	15.80	40.00	308.60	P
14.294	20.80	40.00	300.01	P
16.544	25.30	40.00	279.46	P
19.044	30.30	40.00	208.06	P
21.294	34.80	40.00	157.95	P
23.544	39.30	40.00	118.68	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	106.80	P
25.054	42.32	0.00	19.49	P
30.054	52.32	0.00	0.37	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.16 Tabla de valores de compactación Caso 10.

Caso 11: 60 MPa durante 2 s, y 40 MPa durante 18 s.

- Fuerza de cierre: 508 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.40	P
4.872	1.95	60.00	463.03	P
5.897	4.01	40.00	508.57	P
7.294	6.80	40.00	331.02	P
9.544	11.30	40.00	312.65	P
11.794	15.80	40.00	311.35	P
14.294	20.80	40.00	302.62	P
16.544	25.30	40.00	282.07	P
19.044	30.30	40.00	210.64	P
21.294	34.80	40.00	159.94	P
23.544	39.30	40.00	120.29	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	108.26	P
25.054	42.32	0.00	19.97	P
30.054	52.32	0.00	0.36	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.17 Tabla de valores de compactación Caso 11.

Aunque la fuerza de cierre sea de 508 Tn, se da por bueno el caso 11, pues en el caso de que se produjeran algunas rebabas en la pieza, siempre se podrían realizar ajustes a pie de máquina.

Por consiguiente, se establece que los parámetros de inyección de la columna media sean:

- Inyección por dos puntos.
- Tiempo de llenado: 4 s.
- Temperatura de molde: 30°.
- Temperatura de material: 230°.
- % de conmutación: 99%.
- Compactación: 2 s a 60 MPa y 18 s a 40 MPa.
- Tiempo de enfriamiento: 30 s.
- Máquina inyectora de 500 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.962	0.13	60.00	181.40	P
4.872	1.95	60.00	463.03	P
5.897	4.01	40.00	508.57	P
7.294	6.80	40.00	331.02	P
9.544	11.30	40.00	312.65	P
11.794	15.80	40.00	311.35	P
14.294	20.80	40.00	302.62	P
16.544	25.30	40.00	282.07	P
19.044	30.30	40.00	210.64	P
21.294	34.80	40.00	159.94	P
23.544	39.30	40.00	120.29	P
23.895				Presión liberada
23.907	40.03	0.00	108.26	P
25.054	42.32	0.00	19.97	P
30.054	52.32	0.00	0.36	P
35.054	62.32	0.00	0.01	P
40.054	72.32	0.00	0.01	P
45.054	82.32	0.00	0.00	P
50.054	92.32	0.00	0.00	P
53.895	100.00	0.00	0.00	P

Figura 7.1.4.18 Valores del ciclo de inyección.

Una vez estipulados los parámetros de inyección, es conveniente corroborar que la pieza solo sufra contracción y no pérdida planitud. Por ello, en la figura siguiente se observan los desplazamientos de la pieza con un factor de escala 5. También es importante constatar que en el momento de la expulsión, todos los puntos de la pieza hayan alcanzado la temperatura de expulsión.

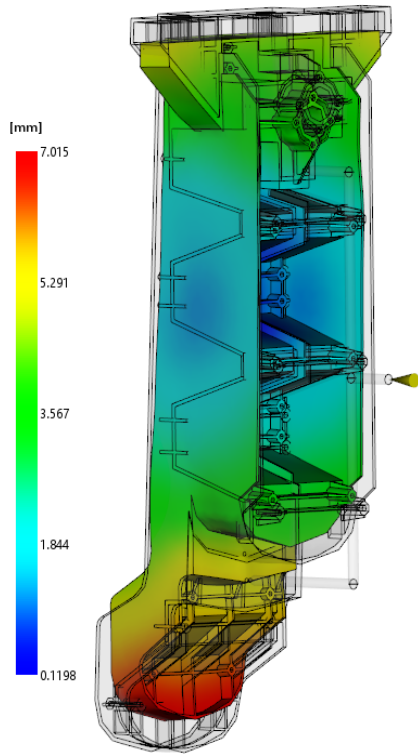


Figura 7.1.4.19 Desplazamientos de la pieza con factor de escala 5.

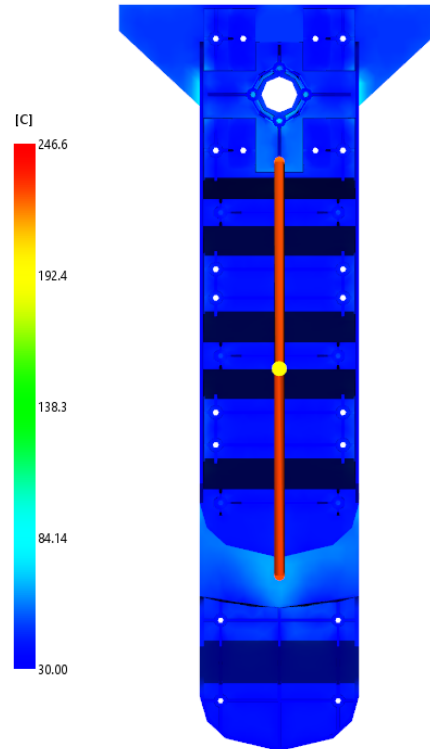


Figura 7.1.4.20 Temperatura de la masa en el momento de la expulsión.

A continuación se muestran las gráficas de fuerza de cierre y presión en el punto de inyección.

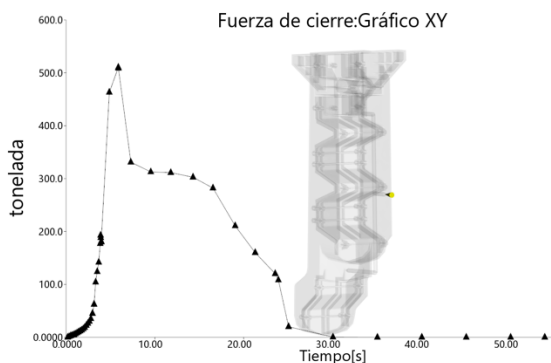


Figura 7.1.4.21 Gráfica de fuerza de cierre.

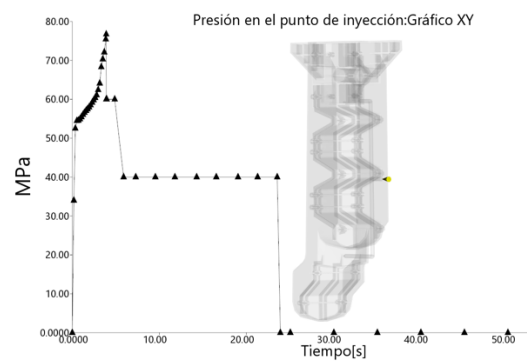


Figura 7.1.4.22 Gráfica de presión en el punto de inyección.

7.2. Inyección de la tapa de la columna interior.

La metodología seguida para elegir la máquina inyectora y para fijar el ciclo de inyección de la tapa va a ser la misma que la seguida para la columna media. El material es el mismo, y los parámetros de inyección recomendados por el fabricante, también los son.

Se determina que la inyección de esta pieza se realizará mediante un molde invertido, para que no queden las características marcas de la inyección en el lado visto de la pieza.

7.2.1. Determinación del número de puntos de inyección y de su ubicación.

Debido al elevado tamaño de la pieza, se descarta inyectarla por un solo punto, por lo que se intentará balancear por una inyección por 2 y 3 puntos. A continuación se muestran los casos balanceados tanto por 2, como por 3 puntos.

Caso 2 Puntos: La presión máxima de llenado es de 51 MPa.

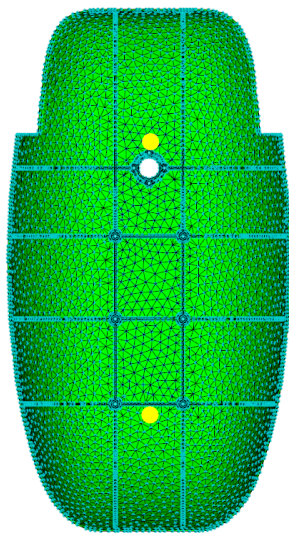


Figura 7.2.1.1 Puntos de inyección Caso 2 puntos.

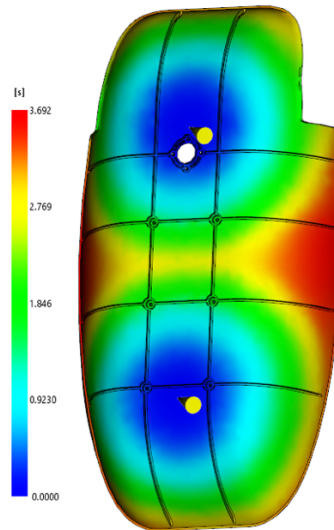


Figura 7.2.1.2 Tiempo de llenado Caso 2 puntos.

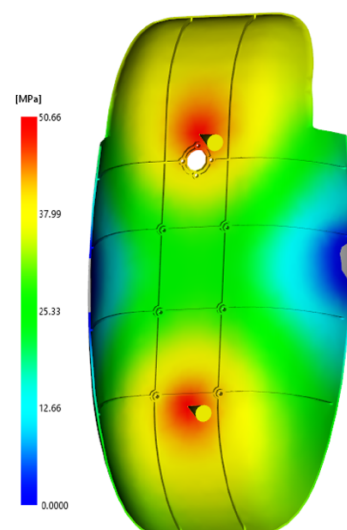


Figura 7.2.1.3 Presión en la conmutación Caso 2 puntos.

Caso 3 puntos: La presión máxima de llenado es de 44 MPa.

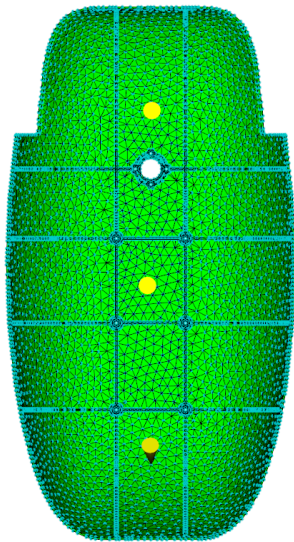


Figura 7.2.1.4 Puntos de inyección Caso 3 puntos.

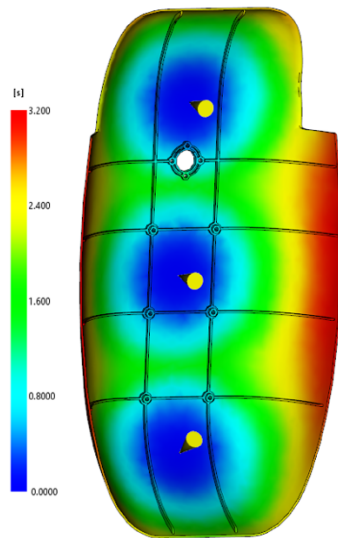


Figura 7.2.1.5 Tiempo de llenado Caso 3 puntos.

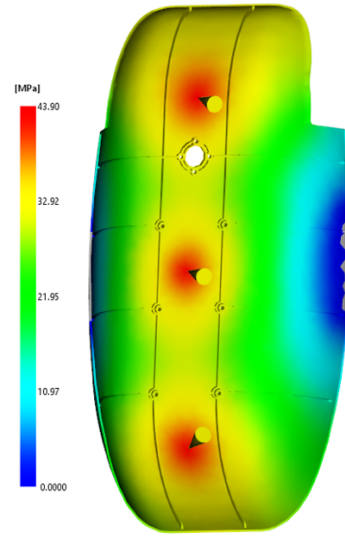


Figura 7.2.1.6 Presión en la conmutación Caso 3 puntos.

Caso	P _{máx}
2 puntos	51 MPa
3 puntos	44 MPa

Se considera que la pieza queda mejor balanceada si se inyecta por tres puntos, pues las últimas zonas en llenarse son los laterales de la pieza, además la presión máxima de llenado es menor.

7.2.2. Elección de máquina de inyección en base a tamaño de molde. [22]

Una vez en este punto, igual que en el caso de la columna, se va a proceder a la elección de la inyectora en función del tamaño del molde. Es importante recalcar que se va a utilizar un molde invertido, como se ha dicho anteriormente.

Se va a establecer el tamaño de molde teniendo en cuenta el tamaño de la pieza con la ayuda de www.hasco.com.

El primer paso para configurar un molde es conocer las cotas de la pieza que se van a inyectar. Las cotas de galibo de la pieza son de 400 x 700 x 150 mm.

Para establecer el tamaño de las placas es necesario sumar 200 mm a cada lado de la pieza, lo que suman 800 mm de anchura, y esta debe ser aproximadamente, la medida de la anchura de la placa del molde. El espesor de la placa debe de ser de la mitad del espesor de la pieza más 100 mm extra. Por consiguiente las placas seleccionadas tendrán las siguientes medidas:

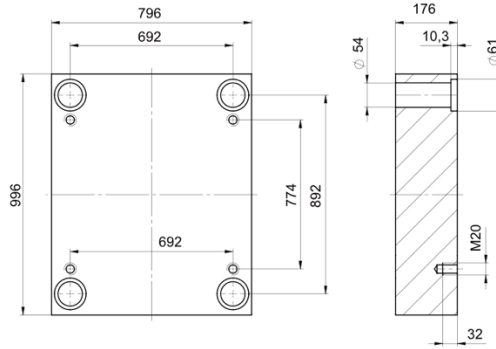


Figura 7.2.2.1 Medidas de las placas.

En cuanto a las placas de sujeción necesarias son las siguientes:

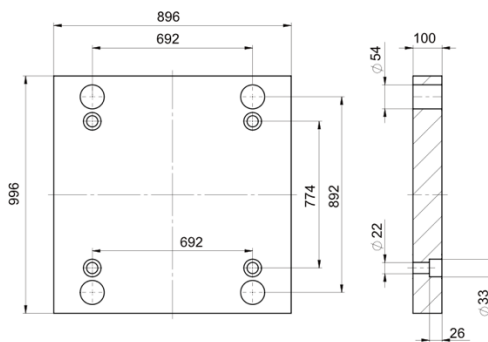


Figura 7.2.2.2 Medidas de las placas de sujeción.

Los regles son los encargados de permitir una separación entre la placa y la placa donde se alojan los expulsores, para que dichos expulsores tengan suficiente juego como para expulsar la pieza. En este caso basta con que sean de 136 mm, pues no hace falta que expulse la pieza entera, pues al ser de gran tamaño se contará con robots.

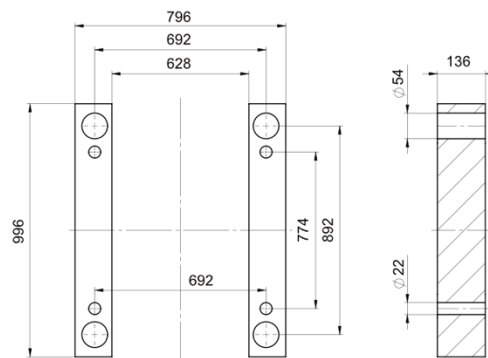


Figura 7.2.2.3 Medidas de los regles.

En lo que refiere a las placas base de expulsión y de retención de expulsión serán de las siguientes medidas:

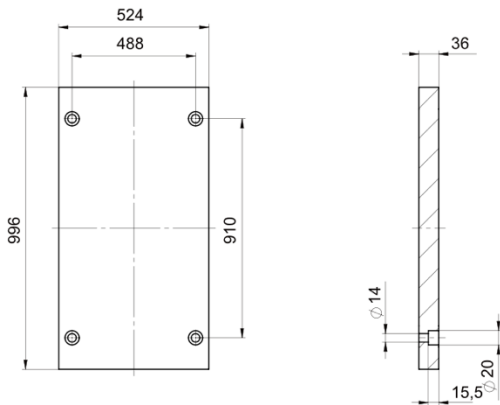


Figura 7.2.2.4 Medidas de la placa base de expulsión.

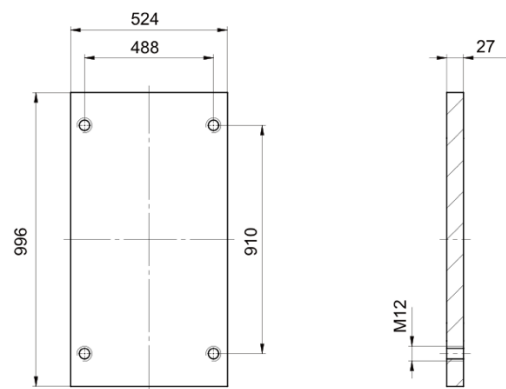
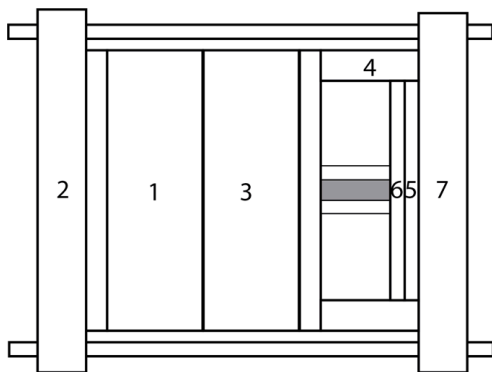


Figura 7.2.2.5 Medidas de la placa de retención de expulsión.

Con estas placas, se establece que el molde necesario para inyectar la columna media sea el siguiente:

















N.º	Producto	Información	Cantida
1	K20/796x996x176/1.1730	 	1
2	K11/796x996x100/1.1730/S	 	1
3	K20/796x996x176/1.1730	 	1
4	K40/796x996x136/1.1730	 	2
5	K70/796x996x46/1.1730	 	1
6	K60/796x996x27/1.1730	 	1
7	K11/796x996x100/1.1730/S	 	1

Figura 7.2.2.6 Molde necesario para tapa exterior.

Con estas dimensiones de molde, según el catálogo de máquinas inyectoras de Mateu & Solé expuesto en la figura 7.1.2.6, se establece que se necesita una máquina inyectora mínima por tamaño de molde de 650 Tn.

7.2.3. Análisis de llenado.

Una vez determinado el molde necesario para inyectar la tapa, se modeliza una cámara caliente acorde al molde necesario. Esta cámara caliente se aplicará al caso 3 puntos.

Se programa un tiempo de llenado de 3'5 segundos, y un porcentaje de llenado en la conmutación de llenado por velocidad a llenado por presión del 99%. Con estos parámetros, se obtiene una presión máxima de llenado de 110 MPa.

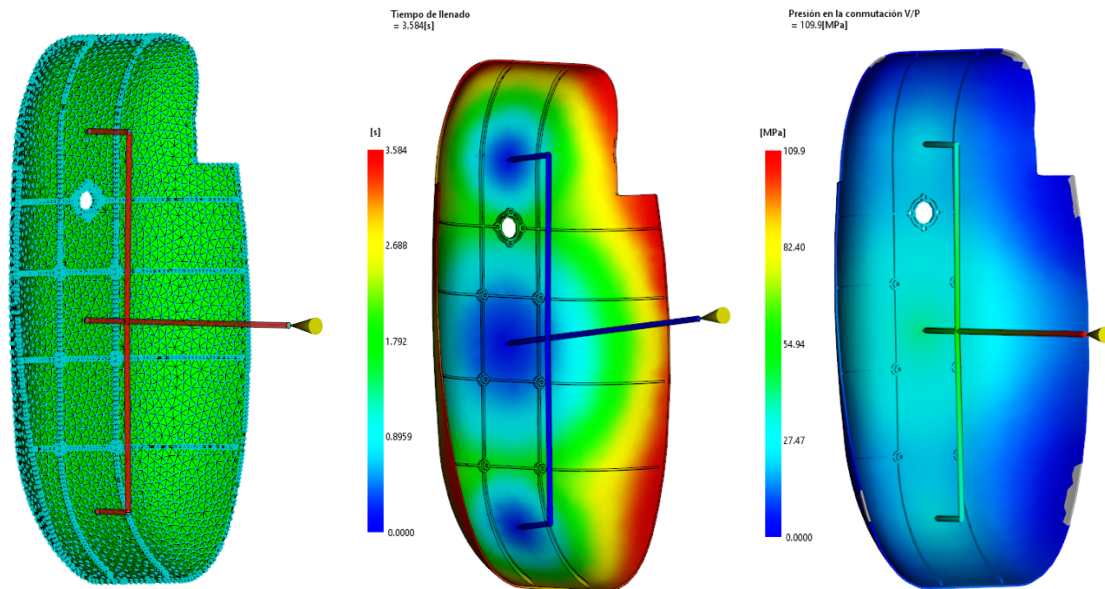


Figura 7.2.3.1 Punto de inyección Cámara caliente Caso 3 puntos.

Figura 7.2.3.2 Tiempo de llenado Cámara caliente Caso 3 puntos.

Figura 7.2.3.3 Presión en la conmutación Cámara caliente Caso 3 puntos.

7.2.4. Análisis de la compactación.

Como en la columna interior, los datos más relevantes a la hora de configurar la compactación son la fuerza de cierre, pues determinará la inyectora, y los desplazamientos de la pieza.

Caso 1: Se prueba compactar al 70% aproximadamente de la presión máxima, lo que son 80 MPa, durante 30 segundos. El tiempo de enfriamiento será mucho menor que el de la columna interior, ya que la tiene un menor espesor. Por ello el tiempo de enfriamiento será de 10 segundos.

- Desplazamientos: 8 mm.
- Fuerza de cierre: 2343 Tn.

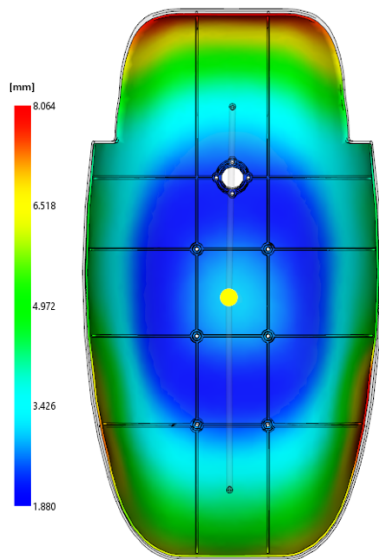


Figura 7.2.4.1 Desplazamientos Caso 1.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.584	0.16	87.90	602.02	P
3.993	1.18	87.90	1530.38	P
5.993	6.18	87.90	2290.13	P
7.993	11.18	87.90	2343.81	P
9.743	15.55	87.90	2322.68	P
11.743	20.55	87.90	2199.62	P
13.743	25.55	87.90	2139.05	P
15.743	30.55	87.90	1906.39	P
17.493	34.93	87.90	1635.00	P
19.493	39.93	87.90	1366.90	P
21.493	44.93	87.90	1136.04	P
23.493	49.93	87.90	934.36	P
25.243	54.30	87.90	779.35	P
27.243	59.30	87.90	630.57	P
29.243	64.30	87.90	508.82	P
31.243	69.30	87.90	406.87	P
33.243	74.30	87.90	324.30	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	307.47	P
40.181	91.65	0.00	124.45	P
43.522	100.00	0.00	76.98	P

Figura 7.2.4.2 Tabla de valores de compactación Caso 1.

Se aprecia como la fuerza de cierre es excesiva, ya que la intención es inyectar la pieza en una máquina de 600 Tn.

Para poder reducir la fuerza de cierre se va a reducir la presión de compactación, sin que los desplazamientos se incrementen desproporcionadamente.

Caso 2: Se disminuye la presión de compactación hasta los 60 MPa, durante 30 segundos, y con un tiempo de enfriamiento de 10 segundos.

- Desplazamientos: 10^4 mm.
- Fuerza de cierre: 1581 Tn.

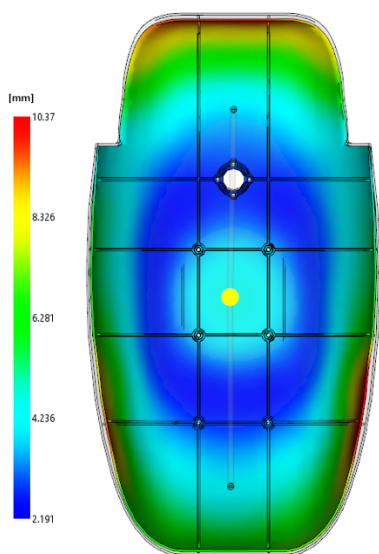


Figura 7.2.4.3 Desplazamientos Caso 2.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.605	0.21	65.92	458.04	P
4.014	1.23	65.92	933.45	P
6.014	6.23	65.92	1523.94	P
8.014	11.23	65.92	1581.49	P
9.764	15.61	65.92	1562.19	P
11.764	20.61	65.92	1422.92	P
13.764	25.61	65.92	1280.25	P
15.764	30.61	65.92	1051.84	P
17.514	34.98	65.92	851.01	P
19.514	39.98	65.92	672.83	P
21.514	44.98	65.92	527.68	P
23.514	49.98	65.92	405.49	P
25.264	54.36	65.92	317.31	P
27.264	59.36	65.92	237.07	P
29.264	64.36	65.92	175.30	P
31.264	69.36	65.92	126.40	P
33.014	73.73	65.92	95.32	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	84.86	P
39.931	91.02	0.00	16.44	P
43.522	100.00	0.00	6.37	P

Figura 7.2.4.4 Tabla de valores de compactación Caso 2.

Sigue siendo demasiado alta la fuerza de cierre.

Caso 3: Se disminuye a 40 MPa la presión de compactación durante 30 segundos, y se mantiene el tiempo de enfriamiento de 10 segundos.

- Desplazamientos: 12 mm.
- Fuerza de cierre: 808 Tn.

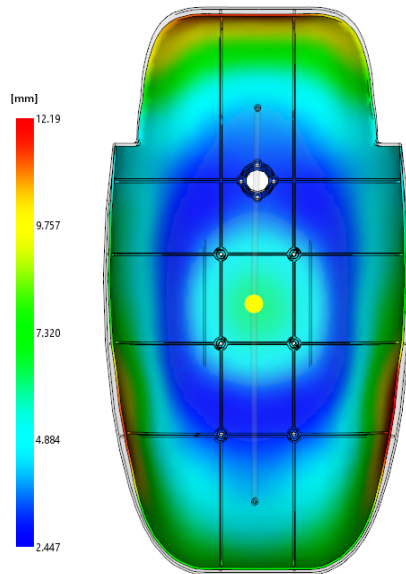


Figura 7.2.4.5 Desplazamientos Caso 3.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.627	0.26	43.95	334.72	P
4.036	1.29	43.95	440.62	P
6.036	6.29	43.95	753.84	P
7.786	10.66	43.95	808.26	P
9.786	15.66	43.95	792.07	P
11.786	20.66	43.95	650.46	P
13.786	25.66	43.95	572.82	P
15.536	30.04	43.95	493.34	P
17.536	35.04	43.95	371.90	P
19.536	40.04	43.95	281.01	P
21.536	45.04	43.95	208.96	P
23.536	50.04	43.95	149.38	P
25.286	54.41	43.95	110.22	P
27.286	59.41	43.95	76.66	P
29.286	64.41	43.95	54.16	P
31.286	69.41	43.95	38.10	P
33.036	73.79	43.95	29.58	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	26.99	P
39.931	91.02	0.00	1.12	P
43.522	100.00	0.00	0.12	P

Figura 7.2.4.6 Tabla de valores de compactación Caso 3.

Aún no se puede inyectar en una máquina de 600 Tn, pero se puede hacer en una de 825 Tn. En este caso, el tamaño de máquina no lo marcaría el tamaño de molde, sino la fuerza de cierre necesaria. Este hecho se da por el gran tamaño de la superficie proyectada de la pieza.

En el siguiente caso se va a intentar disminuir los desplazamientos variando la compactación en el tiempo, pero intentando mantener una máquina inyectora de 825 Tn.

Caso 4: Se realiza una compactación de 55 MPa durante 1 segundo, y de 40 MPa durante los 29 segundos restantes, manteniendo el tiempo de enfriamiento en 10 segundos.

- Desplazamientos: 12 mm.
- Fuerza de cierre: 1050 Tn.

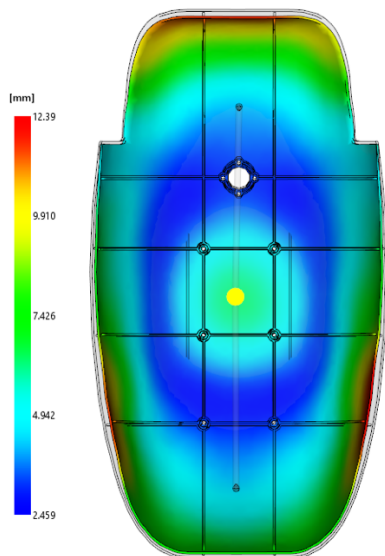


Figura 7.2.4.7 Desplazamientos Caso 4.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.610	0.22	60.43	425.38	P
4.019	1.24	60.43	799.37	P
4.524	2.51	43.95	1047.95	P
5.921	6.00	43.95	825.84	P
7.921	11.00	43.95	814.54	P
9.921	16.00	43.95	784.86	P
11.671	20.37	43.95	654.47	P
13.671	25.37	43.95	568.94	P
15.671	30.37	43.95	480.38	P
17.671	35.37	43.95	361.21	P
19.421	39.75	43.95	283.03	P
21.421	44.75	43.95	211.34	P
23.421	49.75	43.95	151.79	P
25.421	54.75	43.95	107.31	P
27.421	59.75	43.95	74.64	P
29.171	64.12	43.95	55.04	P
31.171	69.12	43.95	38.72	P
33.171	74.12	43.95	29.05	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	26.94	P
39.931	91.02	0.00	1.14	P
43.522	100.00	0.00	0.13	P

Figura 7.2.4.8 Tabla de valores de compactación Caso 4.

No se ha obtenido los resultados esperados, por lo que se selecciona los parámetros establecidos en el caso 3.

Los parámetros de inyección son los siguientes:

- Inyección por tres puntos.
- Tiempo de llenado: 3'5 s.
- Temperatura de molde: 30°.
- Temperatura de material: 230°.
- % de conmutación: 99%.
- Compactación: 30 segundos a 40 MPa.
- Tiempo de enfriamiento: 10 s.
- Máquina inyectora de 825 Tn.

Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.627	0.26	43.95	334.72	P
4.036	1.29	43.95	440.62	P
6.036	6.29	43.95	753.84	P
7.786	10.66	43.95	808.26	P
9.786	15.66	43.95	792.07	P
11.786	20.66	43.95	650.46	P
13.786	25.66	43.95	572.82	P
15.536	30.04	43.95	493.34	P
17.536	35.04	43.95	371.90	P
19.536	40.04	43.95	281.01	P
21.536	45.04	43.95	208.96	P
23.536	50.04	43.95	149.38	P
25.286	54.41	43.95	110.22	P
27.286	59.41	43.95	76.66	P
29.286	64.41	43.95	54.16	P
31.286	69.41	43.95	38.10	P
33.036	73.79	43.95	29.58	P
33.522				Presión liberada
33.534	75.03	0.00	26.99	P
39.931	91.02	0.00	1.12	P
43.522	100.00	0.00	0.12	P

Figura 7.2.4.9 Valores del ciclo de inyección.

Con los parámetros de inyección ya estipulados, es conveniente corroborar las contracciones de la pieza que en este caso se producen. Se observa como en la parte inferior de los laterales se sufre una contracción. El cliente deberá valorar si esta contracción está dentro de los parámetros de calidad que requiere. En el caso de que se necesitaran disminuir dichas contracciones sería necesaria una mayor compactación de la pieza, lo que conllevaría utilizar una máquina inyectora mayor, que elevaría el coste de la pieza.

También es importante constatar que en el momento de la expulsión, todos los puntos de la pieza hayan alcanzado la temperatura de expulsión.

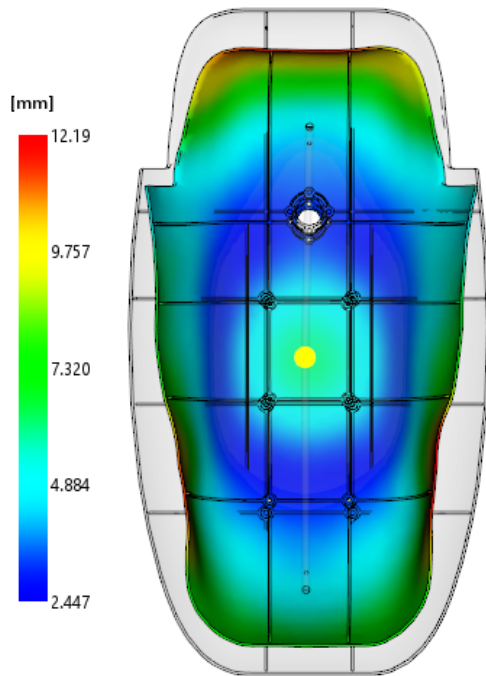


Figura 7.2.4.10 Desplazamientos de la pieza con factor de escala 5.

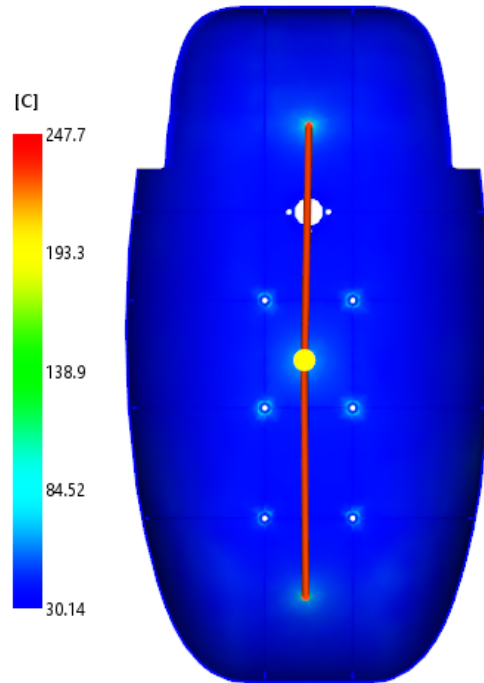


Figura 7.2.4.11 Temperatura de la masa en el momento de la expulsión.

A continuación se muestran las gráficas de fuerza de cierre y presión en el punto de inyección.

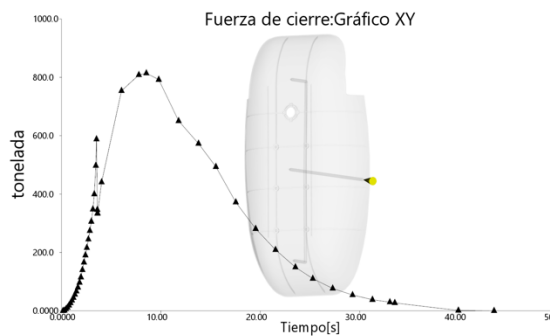


Figura 7.2.4.12 Gráfica de fuerza de cierre.

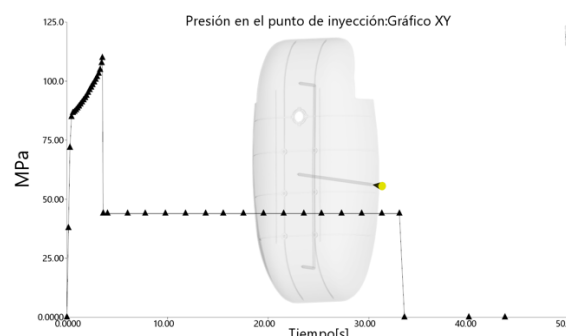


Figura 7.2.4.13 Gráfica de presión en el punto de inyección.

8. Bibliografía.

- [1] **Figura 1.1.1.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-vertical/iglu-agora/>
- [2] **Figura 1.1.2.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-trasera/>
- [3] **Figura 1.1.3.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/>
- [4] **Figura 1.2.4.** Febrero 2018. <https://www.todocontenedores.com/producto/contenedor-de-residuos-de-carga-lateral-3200-litros.html>
- [5] **Figura 1.2.5.** Enero 2018. <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/duo.aspx>
- [6] **Figura 1.2.10.** Enero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/c3200-d/>
- [7] **Figura 1.3.1 – Figura 1.3.14.** Febrero 2018. <https://youtu.be/7jhBAh3SkIA>
- [8] **Figura 1.5.1.** Febrero 2018. <https://www.todocontenedores.com/producto/contenedor-de-residuos-de-carga-lateral-3200-litros.html>
- [9] **Figura 1.5.2.** Febrero 2018. <https://www.contenur.com/productos/contenedores/carga-lateral/c2400-d/>
- [10] **Figura 1.5.3.** Febrero 2018. <http://corporativa.rosroca.net/es/productos/recogida-de-residuos/carga-lateral/contenedores-carga-lateral-metal-plastico.html>
- [11] **Figura 1.5.4.** Febrero 2018. www.centraldeenvases.es/producto/contenedor-basura-3200-litros-carga-lateral-con-pedal/
- [12] **Figura 1.5.5.** Marzo 2018. <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/duo.aspx>
- [13] **Figura 1.5.6.** Marzo 2018 <http://www.formatoverde.com/es-ES/contenedores/small-bin.aspx>
- [14] **Figura 1.5.7.** Marzo 2018. <http://www.equiurbe.com/puntos-limpios/puntos-limpios.php?contenedores=carga-lateral>
- [15] **Figura 1.5.8.** Marzo 2018. http://alquienvas.com/productos/18-1800_2400_y_3200_litros-827-52.html
- [16] **Figura 1.5.9.** Marzo 2018. http://www.alquienvas.com/productos/18-2200_y_3200_litros_accesibles-898-53.html
- [17] **Figura 1.5.10.** Marzo 2018. <https://www.logismarket.es/sanimobel/contenedor-metalico-para-envases/1901810512-891541424-p.html>
- [18] **Normativa UNE - EN 12574-1:2017** Contenedores fijos para residuos. Parte 1: Contenedores con capacidades hasta 10000 l con tapa(s) plana(s) o abovedada(s)

para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos. Dimensiones y diseño. Marzo 2018.

[19] **INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS II.** Febrero 2018.

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>

[20] **Figura 1.7.1** Marzo 2018. <https://comunidadindustrial.com/viewtopic.php?t=2591>

[21] **Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (II): la pieza.** J. Castany, A. Martínez, J. Aísa.

[22] **How to made injection molds.** P. Kennedy.

[23] **Influence on the recycled material percentage on therheological behavior of HDPE for injection moulding process.** C. Javierre, I. Clavería, L. Ponz, J. Aísa, A. Fernández.

Se detallan a continuación textos y artículos consultados, no referenciados, dado que han servido de consulta para el desarrollo del presente TFG:

- **Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros.** A. Fernández, J. Aísa, J Castany.
- **Flow analysis on injection molds.** P. Kennedy.
- **Injection mold design engineering.** D. O. Kazme.
- **Diseño, industrialización y ensayo de grandes contenedores de residuos sólidos urbanos.** J. Aísa, C. Javierre, J. A. De La Serna.