

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano, de dos ruedas, capacidad de 240 L. e inyectado en polietileno

Autora

Julia Martín Gil

Directora

Arantza Martínez Peréz

PONENTE

Jorge Aísa Arenaz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2014

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CUBO PARA RESIDUO URBANO, DE DOS RUEDAS, CAPACIDAD DE 240 L. E INYECTADO EN POLIETILENO

El presente Trabajo Fin de Grado resume la labor de diseño y desarrollo de un cubo para recogida de residuos urbanos de 240 litros, así como el diseño estético de una tapa para dicho cubo. La finalidad es actualizar la línea de producto que ya se encuentra en la calle.

Este proyecto se ha desarrollado dentro del TIIP (Taller de Inyección de la Industria del Plástico) del departamento de Ingeniería Mecánica de la EINA, el cual tiene una gran experiencia en el desarrollo de elementos de plástico.

El objetivo general del proyecto es encontrar un diseño estético acorde con la línea de mercado a la vez que se resuelven las limitaciones mecánicas y de fabricación del cubo. Además se pretende un peso de cubo menor del que tienen cubos actuales.

El resultado final de este proyecto es la aplicación de una metodología adquirida en el propio Grado de Diseño: recopilación de información y documentación, generación de conceptos para su posterior desarrollo y resultado final. Para el correcto desarrollo de este cubo en concreto, 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 cuanto al desarrollo del producto en sí, el cubo consta de dos piezas: cuerpo y tapa. Se realiza el diseño estético de ambos, partiendo del cuerpo para posteriormente crear 3 líneas diferentes de tapa. Se ha tenido en cuenta que hay elementos adicionales como las ruedas que montan sobre el cuerpo, o el ensamblaje mediante clips cilíndricos que hacen las veces de bisagras entre cuerpo y tapa.

Paralelamente al diseño estético del cuerpo, se trabaja en su desarrollo, siempre cumpliendo la normativa para cubos UNE EN-840-1, y asegurando su resistencia, fabricabilidad y funcionalidad mediante análisis FEM. Dado que el grado del material para fabricar el producto no está especificado de antemano, se ha trabajado con dos polietilenos, uno más fluido que el otro. Este hecho ha llevado a un resultado diferente en cuanto a espesores de pieza y por tanto, ha generado diferencias en las evaluaciones resistentes y la estimación de costes.

ÍNDICE GENERAL

I. PLIEGO DE CONDICIONES	5
II. MEMORIA	11
III. COSTES	87
IV. PLANOS	95
V. ANEXO	

l:

PLIEGO DE CONDICIONES

OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

Este Pliego de Condiciones comprende el conjunto de características obligatorias y deseables que deberá cumplir el diseño del cuerpo de un contenedor de dos ruedas de capacidad de 240 l, así como las especificaciones relacionadas con los materiales y proceso empleados en la fabricación del mismo. Adicionalmente se atenderá a aquellas especificaciones de la tapa que estén relacionadas con su diseño estético.

PROYECTO DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CUBO PARA RESIDUO URBANO, DE DOS RUEDAS, CAPACIDAD DE 240 L E INYECTADO EN POLIETILENO

DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- > Documento nº I: Pliego de condiciones
- > Documento nº II: Memoria
- > Documento nº III: Evaluación económica
- > Documento nº IV: Planos
- > Documento nº V: Anexos

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO OBLIGATORIAS

El objetivo del proyecto es el diseño estético y funcional de un cubo o contenedor de basura destinado a almacenar residuos urbanos de todo tipo y de una capacidad inferior a 400 l, en concreto 240 l. Adicionalmente se incluye en el proyecto el diseño estético de la tapa que completaría el conjunto del contenedor. Por ello las especificaciones de diseño obligatorias a cumplir son las que siguen:

En cuanto a diseño:

- > Capacidad de 240 litros.
- > Cubo o contenedor de dos ruedas, ya que todos los cubos de capacidad menor de 400 l entran dentro de esta categoría.
- > Cubo para carga trasera, ya que los cubos de capacidad menor de 400 l tienen este tipo de descarga.
- > Las dimensiones del cubo o contenedor entrarán dentro de las permitidas en la norma UNE-EN 840-1.
- > Diseño adaptable al sistema de elevación tipo peine de los camiones de recogida, según toma frontal tipo A.
- > Constará de dos partes fundamentales: cuerpo y tapa.
- > El cuerpo del cubo o contenedor debe ser apilable para facilitar su transporte en camión de caja cerrada de 2950 mm de alto en un mínimo de 14 o 15 alturas.
- > El conjunto debe estar diseñado de manera que no entre ni agua (lluvia, limpieza calles) ni elementos extraños en el cubo.
- > La tapa debe abrir a 180º según indicación de la norma UNE-EN 840-1.

En cuanto a materiales o proceso productivo:

- > El cuerpo y la tapa se fabricarán en HDPE (polietileno de alta densidad).
- > El cuerpo y la tapa se fabricarán mediante el proceso de transformación por inyección.
- > El cuerpo deberá poder injectarse en una máquina de máximo 2700 T de fuerza de cierre.

En cuanto a la resistencia:

- > El cuerpo del cubo deberá superar ensayos de toma frontal en la descarga, según las cargas indicadas por la norma UNE-EN 840-1.
- > El cuerpo del cubo deberá superar ensayos de apilabilidad según el número de alturas que puede transportar un camión.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DESEABLES

Existen una serie de especificaciones que no siendo de obligado cumplimiento son deseables para mejorar el producto con respecto a lo que ya existe en el mercado. En este pliego, estas especificaciones están relacionadas únicamente con el diseño estético, ya que las que hacen referencia al proceso productivo y materiales, así como resistencia, son de obligado cumplimiento. A continuación se enumeran las especificaciones deseables que deberán tenerse en cuenta en el desarrollo del proyecto:

En cuanto a diseño:

- > Debería realizarse un diseño en el que los elementos que complementan cuerpo y tapa (como son ruedas, eje, bisagra de la tapa, etc.), sean ya referencias utilizadas en otros cubos.
- > Debería ser fácilmente montable, y desmontable para una posible sustitución de piezas que hayan fallado.
- > El cuerpo debería contar con un elemento que facilite el semivolcado del mismo para hacerlo comenzar a rodar.
- > Debería ser un cubo lo más accesible posible contando con usuarios que pudieran llegar en silla de ruedas. > Tanto cuerpo como tapa deberían no tener excesivos recovecos en los que se puede acumular suciedad, y que dificultan la limpieza.
- > La tapa debería contar con asas funcionales y ergonómicas.
- > La tapa debería ser universal para diferentes formatos de bocas.
- > La tapa debería ser diseñada de tal forma que no acumule agua si llueve y desagüe hacia atrás.
- > Se debería procurar en la medida de lo posible uniformidad de espesores para facilitar la fabricación de cualquiera de las dos piezas (cuerpo y tapa).

II.

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

FASE 1: INFORMACIÓN

0. Introducción	17
1. Información previa	19-21
1.1 ¿Qué es un cubo de dos ruedas?	19
1.2 Cadena de reciclaje	20
1.3 Nuevas tendencias	20
1.4 Inyección de plástico	21
2. Estudio de mercado	23-27
2.1 Cubos actuales	23
2.2 Análisis funcional	23
2.3 Análisis formal	24
2.4 Análisis de usuario	25
2.5 Análisis de la Normativa	26
2.6 Conclusiones	27

FASE 2: GENERACIÓN DE CONCEPTOS

3. Diseño estético: cuerpo	31-35
3.1 Concepto con rebundidos	32
3.2 Concepto con columnas	33
3.3 Concepto liso	34
3.4 Elección de concepto	35
4. Diseño estético: tapa	37-41
4.1 Tapa con realce	38
4.2 Tapa con agarre frontal	39
4.3 Tapa con rebundido	40
4.4 Comparativa de tapas	41

ÍNDICE MEMORIA

Página

FASE 3: CÁLCULOS

5.	Análisis reológico del cuerpo	
5.1	Modelización del cuerpo	45
5.2	Uso del software	47
5.3	Búsqueda punto de inyección: Balanceado del molde	48
5.4	Búsqueda del espesor adecuado del cubo: Fase de llenado	49
5.4.1	PEHD KS 10100	49
5.4.2	PEHD Eraclene	54
5.5	Programación de la compactación	58
5.5.1	PEHD KS 10100	59
5.5.2	PEHD Eraclene	61
5.6	Resultados deformaciones	63
6.	Análisis mecánico	65
6.1	Cogida del cubo	66
6.1.1	PEHD Eraclene: Cubo 3,7 mm	67
6.1.2	PEHD KS10100: Cubo 3,2 mm	69
6.1.3	Resultados cogida del cubo	70
6.2	Apilado del cubo	71
6.2.1	PEHD Eraclene: Cubo 3,7 mm	72
6.2.2	PEHD KS10100: Cubo 3,2 mm	73

FASE 4: DESARROLLO

7.	Desarrollo final	77
8.	Resultado final	79
9.	Conclusiones	81
10.	Líneas futuras	83
11.	Bibliografía	85

FASE 1

INFORMACIÓN

O. INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra el trabajo realizado para llevar a cabo el proyecto fin de grado que da nombre al mismo, es decir, "Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano, de dos ruedas, capacidad de 240 L e inyectado en polietileno".

Este proyecto se ha desarrollado dentro del TIIP (Taller de Inyección de la Industria del Plástico) del departamento de Ingeniería Mecánica de la EINA (Escuela de Ingeniería y Arquitectura) en la Universidad de Zaragoza.

El objetivo del proyecto es diseñar y calcular mediante simulación de inyección y cálculo mecánico FEM el cuerpo de un cubo de basura de capacidad 240 l.

En el diseño de este cuerpo se incluirán los elementos necesarios como el asa y la zona de inserción de tapa y ruedas.

Dado que en el pliego de condiciones no se especifica el grado concreto del material a inyectar, sino que solo se indica que deberá usarse PEHD, se ha realizado el estudio con dos PE diferentes, uno más viscoso que el otro pero de propiedades mecánicas similares. Este aspecto condicionará el espesor del cuerpo del cubo.

Adicionalmente, se trabajará la estética de la tapa a montar sobre el cuerpo diseñado anteriormente, ofreciendo diferentes opciones del conjunto final.

1. INFORMACIÓN PREVIA

1.1 ¿Qué es un cubo de dos ruedas?

"Un cubo o contenedor de basura es un recipiente usado para almacenar basuras que puede estar hecho de metal o plástico." [1]

Tal y como el título del proyecto indica, el cubo a diseñar, por su especificación de poseer dos ruedas, está dentro de la tipología de carga trasera para contenedores de residuos sólidos urbanos (RSU) y selectivos.



Figura 1.1.1 Camión-contenedor carga trasera [2]

Para la tipología de carga trasera se pueden encontrar dos tipos: con dos o cuatro ruedas.



Figura 1.1.2 Contenedor dos ruedas y Figura 1.1.3 Contenedor cuatro ruedas [3]

Son los cubos de capacidades más pequeñas los que usan solo dos ruedas. Estos son los de 80, 120, 240 y 360 L.

Todos los contenedores de carga trasera de dos ruedas comparten una serie de piezas y funciones que se detallan en el esquema mostrado a continuación:



Figura 1.1.4 Contenedor 240 L [3]

Para más información, ver apartado 1.1 de los anexos.

1. INFORMACIÓN PREVIA

1.2 Cadena de reciclaje

El reciclaje es un proceso por el cual se transforma un producto para obtener un nuevo producto o materia prima. El reciclaje se produce ante el agotamiento de recursos naturales además de que es una forma eficaz de eliminar desechos. Con el reciclaje se consigue una reducción de volumen de residuos, y por lo tanto, de la contaminación que éstos producirían.



Figura 1.2.1 Símbolo del reciclaje [4]

A nivel particular, existen elementos de recogida que facilitan la tarea de reciclar residuos de origen doméstico. Es aquí, dónde toman gran relevancia las papeleras y contenedores.

Ante la gran cantidad de residuos, la diversidad de estos y el coste que supone separarlos en las plantas de clasificación, se diseñan papeleras para cada tipo de residuos. A veces la forma externa se adapta a cada residuo como el caso de las papeleras para pilas o aceites, otras veces, se utiliza un código de colores para papeleras standar y lo mismo pasa con los contenedores.

Código de colores

No existe un único código, ya que cada comunidad, municipio, provincia y estado elige según a sus recursos y necesidades. Y también puede haber diferencias entre espacios públi-

cos e industrias y hospitales, donde los residuos a reciclar son más específicos.

AMARILLO: Envases de plásticos y bricks



AZUL: Papel y cartón



GRIS: Metales y latas



MARRÓN: Restos orgánicos



NARANJA: Aceite



ROJO: Residuos peligrosos



VERDE CLARO o BLANCO: Vidrio



VERDE OSCURO: Restos orgánicos



NEGRO: Residuos peligrosos o residuos sin clasificar como electrónicos.



1.3 Nuevas tendencias

Actualmente hay varias corrientes dónde se están adoptando medidas con el reciclado. Hay una mayor conciencia por reciclar, separar los residuos y gestionar su recogida.

Algunas de estas medidas son las siguientes:

- > **Contenedores inteligentes**
- > **Contenedores biodegradables**
- > **Forma estética renovada**
- > **Adaptación a discapacitados**

Para más información, ver apartado 1.2 y 1.3 de los anexos.

1. INFORMACIÓN PREVIA

1.4 Inyección de plástico

La inyección de plástico es a día de hoy uno de los procesos más utilizados en la industria actual debido a los diversos beneficios que ofrece en comparación con otros procesos.

- Gran versatilidad de piezas
- El proceso es totalmente automatizable
- Reducción del tiempo de fabricación
- Se reduce la manipulación del producto
- Permite crear geometrías complejas
- La pieza se obtiene en una sola etapa
- Requieren poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida
- Altos niveles de producción y bajos costos

A la hora de realizar una pieza por este proceso, hay que conocerlo bien y valorar sus limitaciones. Para el caso de la inyección de plásticos, se han de tener en cuenta diferentes restricciones [10,11]:

- Dimensiones de la pieza
- Propiedades mecánicas
- Peso de la pieza
- Tiempo de cilio
- Consumo energético

(Ver apartado 1.4 de los anexos para más información).

Los elementos principales que intervienen en la inyección son:

- Material plástico en forma de grana
- Molde de inyección
- Máquina de inyección

PROCESO DE INYECCIÓN [10,11,12]

La inyección es un proceso secuencial que está conformado por un conjunto de etapas que se denomina ciclo de inyección. El parámetro más importante, desde el punto de vista económico, es la duración o el tiempo de ciclo, pues finalmente de este dependen la productividad y el costo del proceso.

Para cada etapa o fase del ciclo de inyección existen una serie de parámetros que hay que saber controlar, estos serán decisivos a la hora de poder inyectar una pieza. (Ver apartado 1.4 Inyección de plástico en el anexo para mayor información)

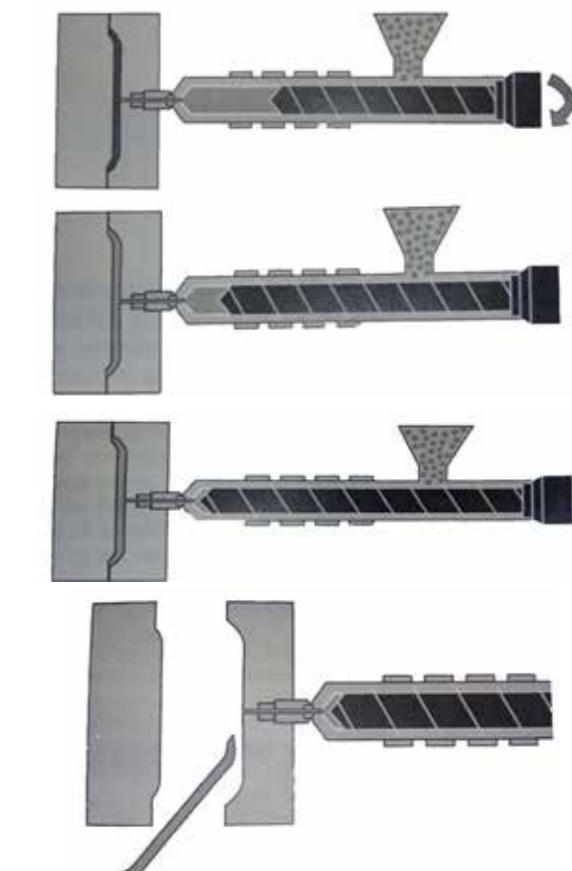


Figura 1.4.2 Ciclo de inyección en las diferentes fases [11]

2. ESTUDIO DE MERCADO

Antes de poder diseñar, es muy importante tener una visión de la situación actual del mercado. Para ello es necesario realizar estudios específicos de algunos aspectos claves para su diseño.

Un aspecto importante es la **estética**, para la cual se realizará un estudio de mercado, y así ver qué tipo de formas se utilizan en los contenedores actuales. Se analizará como es la interacción del cubo con el usuario y en que afecta a la hora del diseño del cubo.

Por último, se hace un estudio centrado en aquellos elementos integrados en el cubo que le dan un valor añadido o diferentes funcionalidades.

2.1 Cubos actuales

Se ha realizado una clasificación atendiendo al fabricante, puntos fuertes, puntos débiles y dimensiones. Toda esta información se ha clasificado y ordenado mediante tablas comparativas como la mostrada en la siguiente figura:

Imagen	Fabricante	Puntos fuertes	Puntos débiles	Dimensiones
	Rosroca	>Guía doble ángulo >Nervios que favorecen el apilado >Asa continua en la cubeta	>Dos tipos de tapa >Tapa pequeña rompe estética	Alto 1081 mm, ancho 582 mm, largo 729 mm Peso neto 14 Kg
	JCO Plastic	>Pequeñas curvas estéticas	>Mini asas en la tapa >Menos espacio para agarrar	Alto 1050 mm, ancho 580 mm, largo 705 mm Peso neto 11 Kg

Figura 2.1 Ejemplo tabla comparativa

(Para consultar el estudio completo ver apartado 2.1 de los anexos)

2.2 Análisis funcional

CUERPO

La parte del cubo que se encarga de almacenar los residuos se denomina cuerpo. El cuerpo se trata de una estructura que puede ser de metal o plástico y está abierto por la parte de arriba para que se pueda introducir la basura.

TAPAS

La tapa es el segundo elemento más importante después del cuerpo. Tiene la función de proteger la basura y evitar que entre materia no deseada como la lluvia, suciedad o cuerpos extraños.

Existe un modelo de tapa estándar sin ranuras o agujeros. Sobre esta tapa estándar se adaptarán diferentes tipos de boca para facilitar la separación de residuos.

Otro elemento que suele aparecer en las tapas son las asas. Las opciones son ilimitadas; dos asas, un asa, asas verticales, asas horizontales, finas, gruesas, anchas, delgadas...

Por último, la fijación de la tapa con el cuerpo se hace mediante un tapón o un clip. Para eso debe existir una alineación entre un orificio de la tapa y el del cuerpo para poder unirlos. En algunos diseños se crea un eje que sirve de asa del cubo al mismo tiempo (no confundir con las asas de la tapa). (Para completar esta información consultar apartado 2.2 de los anexos)

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.3 Análisis formal

Una vez se han analizado las características técnicas de los cubos existentes en el mercado (como se puede ver en el apartado 2.1 de los anexos), en este apartado se observan las características estéticas o formas externas del cubo (tanto del cuerpo como las tapas).

Dentro de los cubos se encuentran varias corrientes estéticas: cubos sin columnas, con columnas, rebujados, semicolumnas o almenado. Se recopilan algunas imágenes de cada corriente para compararlas como los siguientes ejemplos:



2.3.1 Ejemplos del análisis formal de cubos

Apesar de ver diferentes corrientes, se ven muchas similitudes entre los cubos. La mayoría de las empresas usan formas similares a salvo de pequeñas singularidades que pueden hacer que un cubo sea más vendido.



2.3.2 Ejemplos del análisis formal de tapas

Como ya se ha comentado en el apartado 2.2, en algunas ocasiones, se adaptan las tapas de manera que tengan espacio suficiente para la colocación de bocas especiales. Para cada tipo de residuo se diseña una boca determinada con el fin de facilitar la separación de residuos. Estos son algunos ejemplos:



2.3.3 Ejemplos de bocas

Para más información, apartado 2.3 de los anexos.

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.4 Análisis de Usuario

SECUENCIA DE USO

- > Generación de basura



Figura 2.4.1 Generación de residuos

- > Deshacerse de los residuos



Figura 2.4.2 Deshacerse de los residuos

- > Depositar los residuos en el contenedor



Figura 2.4.3 Depositar residuos

- > Desplazamiento de los contenedores para llevarlos a los camiones de descarga

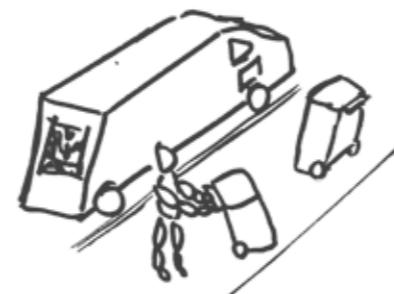


Figura 2.4.4 Desplazamientos de contenedores

PROBLEMAS QUE SURGEN

> Ir con las manos cargadas y no poder abrir la tapa. El usuario necesita hacer varias maniobras e incluso si lleva más de una bolsa de basura, dejarla en el suelo, pudiendo manchar.

> Hacerse daño en las manos. Según la disposición y forma de las asas, los usuarios colocan de forma inadecuada las muñecas, lo que les puede ocasionar daños. Cuando un usuario va a agarrar algo como en este caso, debe tener la muñeca neutral.

> Carga pesada. Estar más tiempo del debido aguantando las bolsas intentando abrir la tapa del contenedor o incluso intentar meterla por las bocas que existen en ciertas tapas puede provocar un exceso de esfuerzo por parte del usuario si no se consigue fácilmente.

> Dificultad para el semivolcado del cubo y hacerlo rodar sobre las ruedas. Un cubo que esté lleno, será pesado y el usuario necesita de un apoyo para semivolcar el cubo y que empiece a rodar por el suelo.

> Malos olores, mala ventilación y acumulación de suciedad.

> Vandalismo. Los contenedores son productos que suelen colocarse en zonas públicas sin ningún tipo de sujeción fija, por lo que son los primeros en sufrir ciertos actos vandálicos o accidentes.

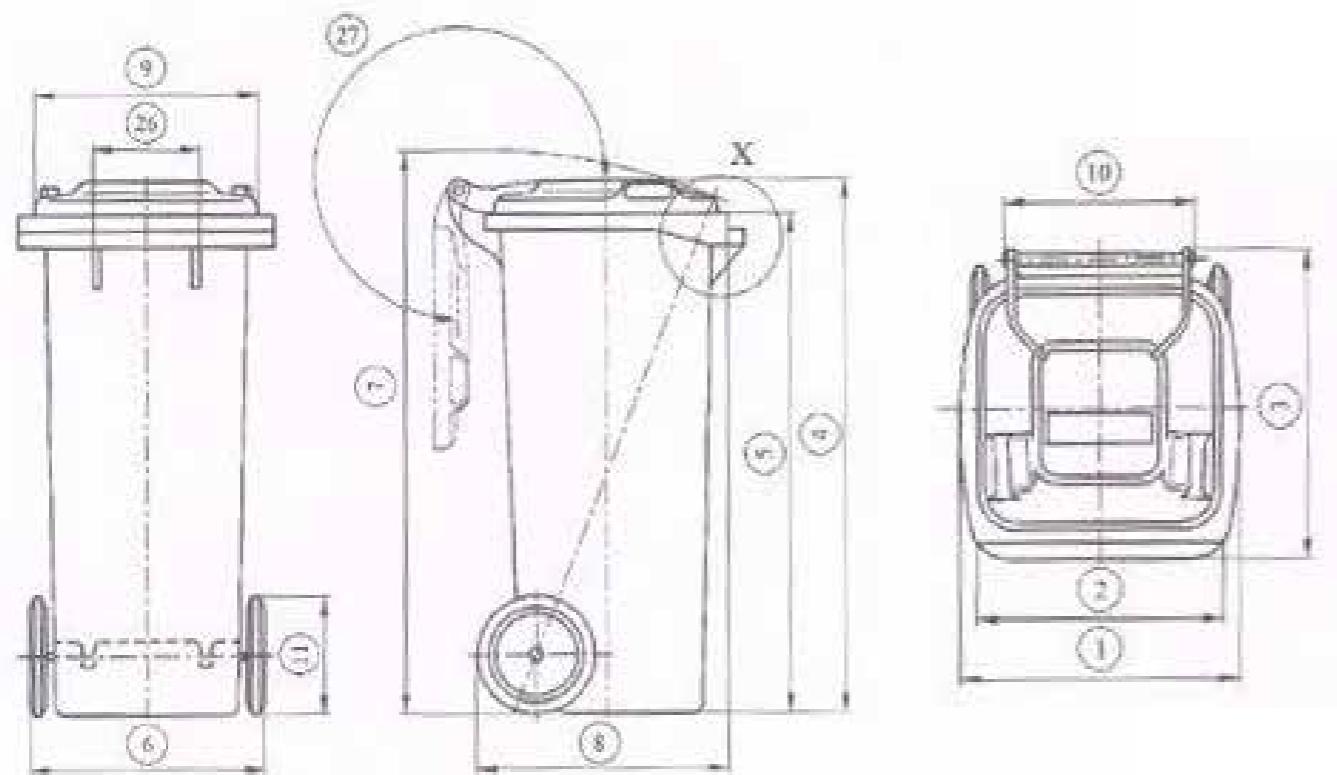
Es muy frecuente ver en las noticias como los actos vandálicos o protestas violentas acaban en la agresión del mobiliario urbano, entre ellos el contenedor. Es uno de los elementos que más sufre daños, desde arañazos, patadas, vuelcos, quemaduras o robo.

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.5 Análisis de la normativa

Existe una normativa que regula las dimensiones de ciertas piezas del contenedor. La norma UNE-EN 840-1 afecta a los contenedores móviles para residuos de dos ruedas.

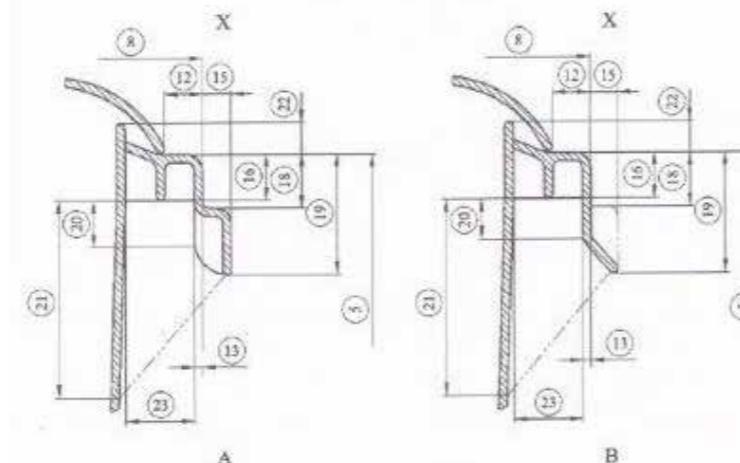
Para poder realizar un correcto desarrollo de producto, se muestra un esquema recogido en dicha norma detallando las medidas que afectan al diseño del cubo.



2.5.1 Normativa [28]

Además establece que los contenedores de dos ruedas con capacidad hasta 400 l son utilizados con dispositivos de elevación tipo peine.

Y en la norma se muestran algunos ejemplos de la toma frontal. Puede ser de tipo A o tipo B.



2.5.2 Normativa [28]

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.6 Conclusiones

Con el estudio previo se observó que existen diferentes tipos de contenedores según el sistema de recogida. Los que interesan para este proyecto son los de recogida trasera. Estos contenedores utilizan un sistema de elevación llamado de tipo peine como hace referencia la norma UNE-EN 840-1. Según el pliego de condiciones el cuerpo de este cubo se diseñará con toma frontal tipo A.

La demanda de los contenedores actuales y de nueva generación surge ante la demanda social de un sistema de reciclaje. Hay una gran cantidad de residuos y basura que es necesaria procesar y eliminar, para ello la cadena de reciclaje se encarga de separar los diferentes tipos de residuos y procesarlos ya sea para producir material reciclado, compostaje o incineración. Para facilitar la recogida, existe un código de colores para diferenciar los contenedores según los residuos que almacenen.

El proceso más idóneo para fabricar los contenedores de plástico es la inyección, ya que permite diseños complejos y tiene costes bajos.

Una vez se analizaron a las grandes empresas fabricantes de contenedores y productos de reciclaje en general se ha podido apreciar lo siguiente:

> El cubo cumple diferentes funciones gracias a las diferentes partes que lo integran, como el cuerpo, las tapas, asas, respiraderos, etc.

> En apariencia externa, muchos contenedores son similares, utilizan las mismas formas y estructura pero variando mínimamente las dimensiones.

> Los elementos cuerpo y tapa del cubo suelen guardar relación entre ellos con un contorno similar (rectangular con las esquinas redondeadas)

> Los cubos tienen todas las superficies lisas y planas y además tienen cierta inclinación para poder facilitar la apilación de los cubos.

> Observando los pesos netos de los cubos se puede intuir que las empresas utilizan diferentes espesores.

> Las alturas de los cubos están entre 1000 y 1080 mm. Aunque cabe destacar que se encuentran cubos por debajo de esta altura.

> Algunos diseños se decantan por asas integradas en el diseño de la tapa. Los más tradicionales utilizan asas verticales, estos tienen peor usabilidad, sobre todo cuando el usuario va cargado con las bolsas, ya que le resulta más difícil abrir la tapa.

> Es aconsejable facilitar la apertura de la tapa con un buen diseño de asa.

> Las tapas están cogiendo más protagonismo a la hora de diseñar un cubo, ya que actúa como elemento diferenciador. Actualmente se encuentra en el mercado una amplia selección de tapas con diferentes bocas para los diferentes residuos. Sería aconsejable diseñar una tapa compatible para diferentes formatos de boca.

FASE 2

GENERACIÓN
DE CONCEPTOS

3. DISEÑO ESTÉTICO: CUERPO

Se realiza una lluvia de ideas (ver apartado 3 de los anexos), y se observa que hay una tendencia a querer innovar alejándose de las formas lisas (cubos lisos) que actualmente son predominantes en el mercado. La idea principal es crear cubos con rebajados, columnas o una mezcla de ambas.

Por ello, se ha decidido elegir conceptualizar un cubo de cada tipo con el fin de explotar su posible innovación y diferenciación con el mercado actual.

- > El concepto 1 entra dentro del grupo de cubos con rebajados.
- > El concepto 2 entra dentro del grupo de cubos con columnas y semicolumnas.
- > El concepto 3 entra dentro del grupo de cubos lisos.

Para realizar los diferentes conceptos se han realizado las siguientes acciones:

a) Bocetar y desarrollar ideas principales
Se realizan dibujos 2D y bocetos a mano de cada concepto, desarrollándolo hasta llegar a un diseño final.

b) Crear un modelo 3D en CAD
Una vez se tiene el diseño final de cada concepto se dibuja en 3D mediante un software de modelado. En este caso se ha utilizado SolidWorks.

c) Comprobar que cumple la norma
Mediante la herramienta de medir que nos facilita el programa de modelado SolidWorks, se miden todas aquellas distancias que afectan al diseño del cubo y aparecen en la norma UNE-EN 840-1.

d) Estudio de apilado

Se realiza el apilado de dos cubos para comprobar que es posible y además se estudian las distancias y separaciones de ambos cubos.

e) Cálculo del volumen

Se realiza un cálculo aproximado de la capacidad del cubo. Midiendo que cumpla la capacidad interior de acuerdo a la normativa.

f) Ventajas y desventajas

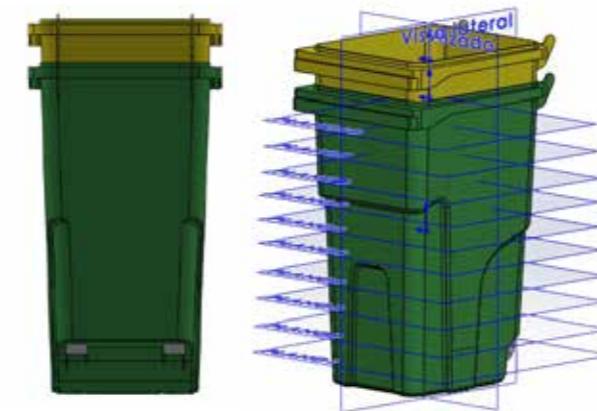
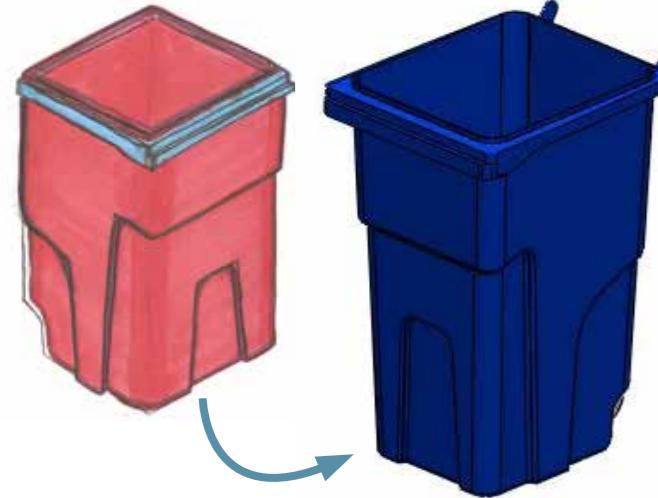
De lo visto anteriormente, se señalan algunas características favorables y otras menos favorables para ayudar a elegir un concepto.

Los apartados 3.1, 3.2 y 3.3 se muestran a continuación de una manera muy resumida. La información completa y ampliada de todo el desarrollo de tres conceptos de cubo se encuentra en los apartados 3.1, 3.2 y 3.3 de los anexos.

3. DISEÑO ESTÉTICO: CUERPO

3.1 Concepto con rebundidos

Diseño 3D



Estudio de la normativa

Dimensión nº	Cubo de 240 litros (mm)	Cotas medidas en CAD (mm)	
1	580±5	584.97	Conforme
2	580±5	576	Conforme
3	740 máx.	738	Conforme
5	860 mín. 1030 máx.	991	Conforme
6	590 máx.	550	Conforme
8	560 mín. 760 máx.	644.42	Conforme
...			

Tabla 3.1.2 Dimensiones de la norma

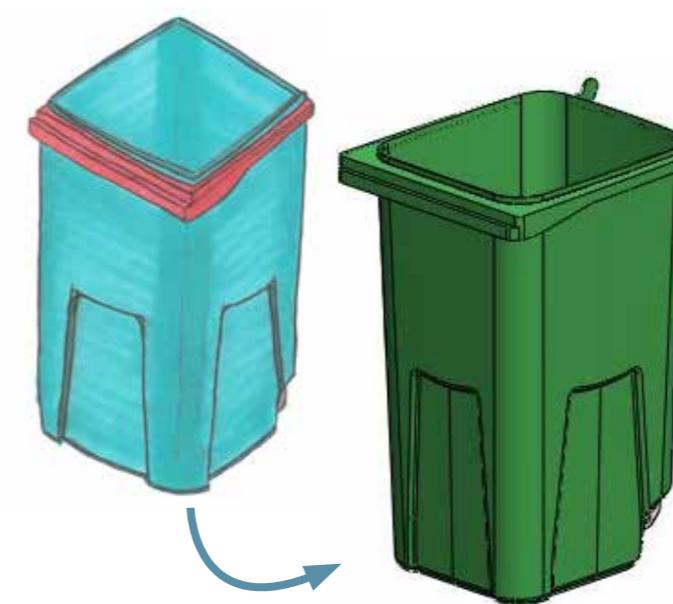
Estudio de apilado

El estudio de apilado se basa fundamentalmente en encontrar las holguras entre cubos cuando se inserta uno dentro del otro. Este estudio se realiza a diferentes alturas.

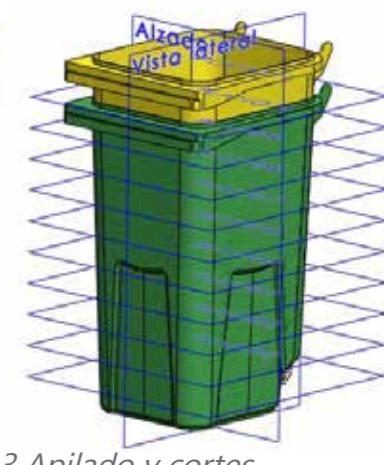
3. DISEÑO ESTÉTICO: CUERPO

3.2 Concepto con columnas

Diseño 3D



Estudio de apilado



Estudio de la normativa

Estudio de la normativa

Dimensión nº	Cubo de 240 litros (mm)	Cotas medidas en CAD (mm)	
1	580±5	583.90	Conforme
2	580±5	575.19	Conforme
3	740 máx.	737.35	Conforme
5	860 mín. 1030 máx.	986	Conforme
6	590 máx.	563.29	Conforme
8	560 mín. 760 máx.	615.3	Conforme
...			

Tabla 3.2.2 Dimensiones de la norma

Otros aspectos

Otros aspectos que se han evaluado son el volumen y la altura del cuerpo.

Ventajas

- > Forma estética diferente, rebundidos simétricos en las cuatro caras, formando en las esquinas cuatro columnas. Caras abovedadas y la parte de abajo también.

- > En la parte de atrás tiene un rebundido de apoyo para ayudar al semivolcado del cubo y hacerlo rodar sobre las dos ruedas.

Desventajas

- > Separación de caras en el apilado; el mínimo 0.34 mm (luego va variando a 0.38, 0.81 y 0.85). Para aumentar la holgura sería necesario dar más ángulo al cuerpo, lo que implica una disminución de volumen.

- > Apilan a 135 mm y se obtienen 15 cubos a una altura de 2890 mm.

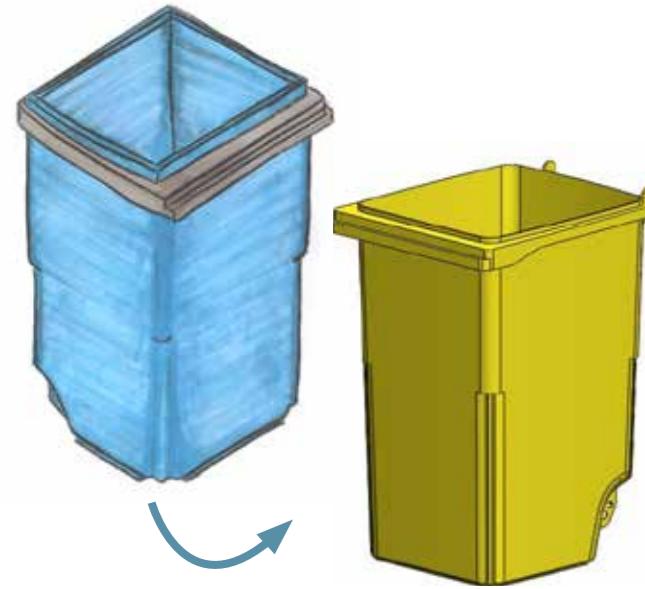
- > Volumen fuera de la norma: 232 litros

- > Tiene una altura superior a lo que hay actualmente en el mercado: 1000 mm.

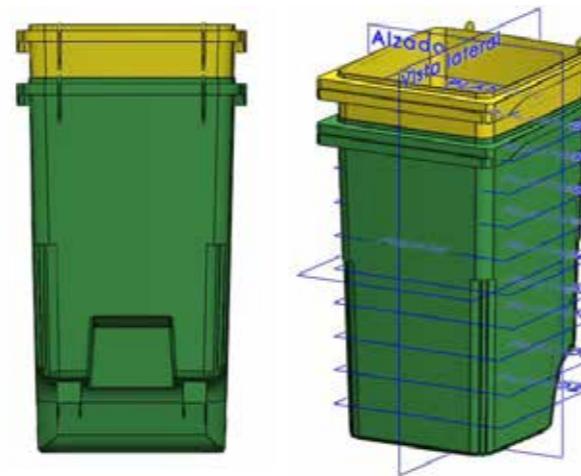
3. DISEÑO ESTÉTICO: CUERPO

3.3 Concepto liso

Diseño 3D



Estudio de apilado



Ventajas

- > En la parte de atrás tiene un rehundido para los pies cuando apoyan en el eje de las ruedas.
- > Al no tener rehundidos, que restan volumen, se tiene la mayor capacidad con un cuerpo más bajo: 245 litros de volumen y 955 mm de altura.

Desventajas

- > Forma estética menos innovadora, cubo liso con un diseño de semicolumnas columnas con forma de pétalo.
- > Apilan a 135 mm y se obtienen 15 cubos a una altura de 2845 mm.
- > Separación de caras en el apilado; el mínimo 0,10 mm (muy bajo). Sería necesario aumentar el ángulo de inclinación del cuerpo con la consiguiente perdida de volumen.

Estudio de la normativa

Dimensión nº	Cubo de 240 litros (mm)	Cotas medidas en CAD (mm)	
1	580±5	583.90	Conforme
2	580±5	577.21	Conforme
3	740 máx.	732.23	Conforme
5	860 mín. 1030 máx.	943.59	Conforme
6	590 máx.	571.58	Conforme
8	560 mín. 760 máx.	615.13	Conforme
...			

Tabla 3.3.2 Dimensiones de la norma

3. DISEÑO ESTÉTICO: CUERPO

3.4 Elección de concepto

Se realiza la siguiente tabla comparativa en la que se evalúan diferentes características y recoge información de lo visto anteriormente, con el fin de seleccionar el concepto que mejor prestación tenga.

DISEÑO	Cubo con rehundidos	Cubo con columnas	Cubo liso
Volumen (litros)	239	232	245
Apilado (mm)	120	135	135
Altura del cubo (mm)	1005	1000	955
Nº de cubos al apilar	16	15	15
Holguras mínimas en el apilado (mm)	0.87	0.34	0.10
Peso (Kg)	7.6	7.2	7.6
Fabricabilidad (Paredes muy lisas provocan defectos de abombamiento)	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
Estimación rigidez (Con rehundidos el cubo más rígido)	Rígido	Rígido	Menos rígido
Consulta estética (Sondeo a 50 personas)	46 %	36 %	18 %
Grado de suciedad	Alta	Alta	Baja

Tabla 3.4.1 Comparativa de conceptos



4. DISEÑO ESTÉTICO: TAPA

El proceso creativo ha llegado a la definición de tres diseños de tapa. Hasta ahora, se han realizado dibujos 2D y bocetos a mano de tapas sin llegar a un diseño final, aunque se pueden ver tres corrientes diferenciadas de estilos de tapa con los que seguir.

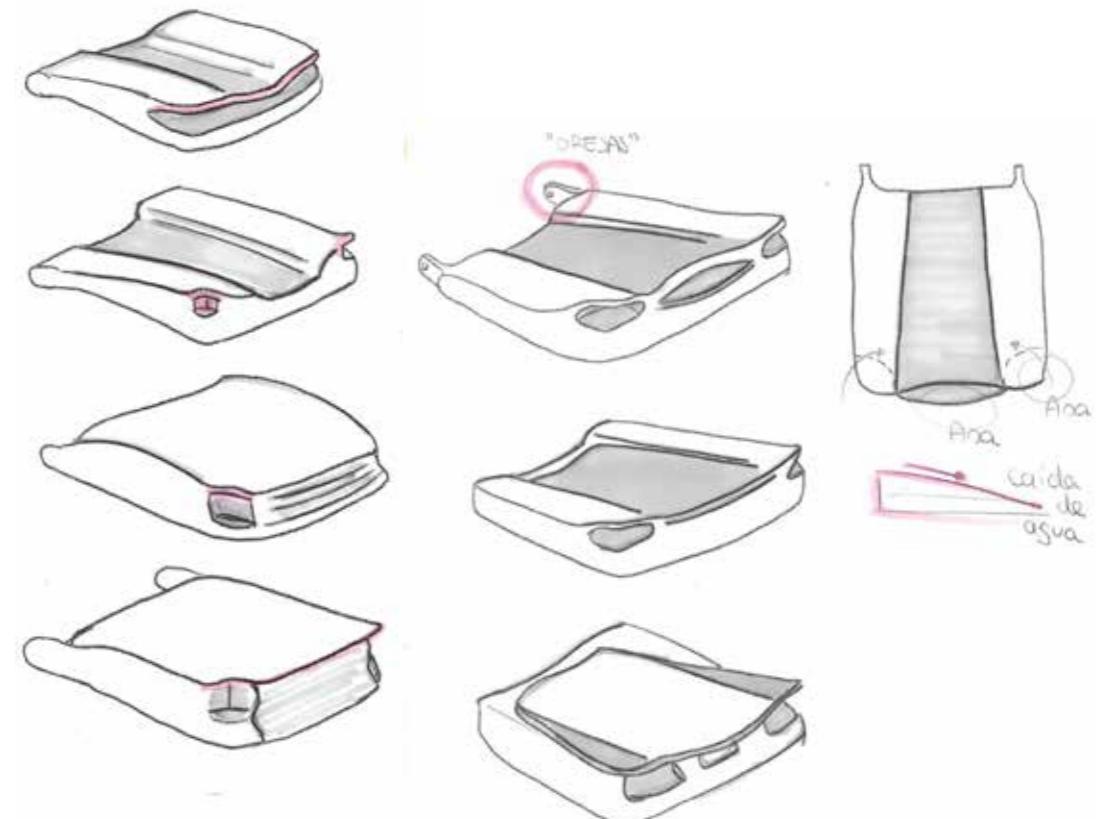
- > El concepto 1 entra dentro del grupo de tapas con realzado
- > El concepto 2 entra dentro del grupo de tapas con agarre frontal
- > El concepto 3 entra dentro del grupo de tapas con rebundido trasero

Para obtener un diseño final de cada concepto se realizan los siguientes pasos:

a) Crear un modelo 3D en CAD (*utilizando el software SolidWorks como en el diseño del cubo*). Se partirá del diseño CAD del cubo para dimensionar las medidas externas de la tapa.

b) Estudio apertura de la tapa
Por normativa, la tapa debe poder abatirse 180°, por lo que se realizará un estudio que compruebe esto y no se detecten interferencias con el cubo.

En las siguientes páginas se muestra el resultado del desarrollo de cada concepto de tapa, el desarrollo completo, con los dibujos, evolución y el resto de imágenes se pueden encontrar en los apartados 4.1, 4.2 y 4.3 del anexo.

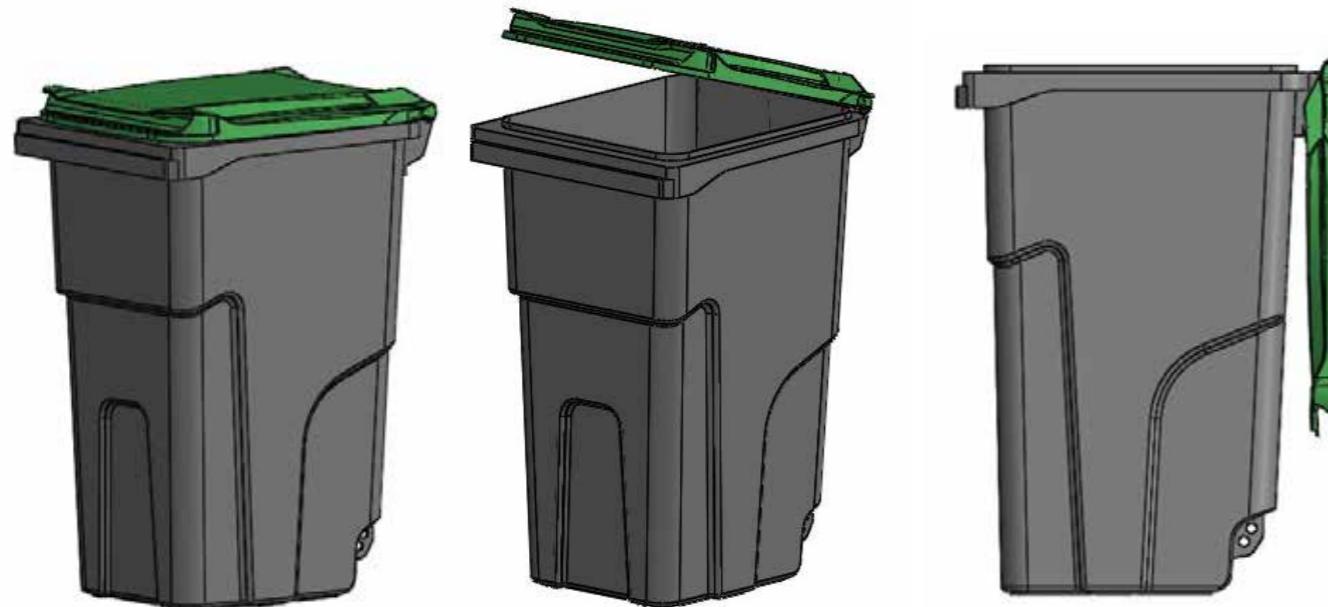


Figuras 4.1 Proceso creativo de las tapas

4. DISEÑO ESTÉTICO: TAPA

4.1 CONCEPTO TAPA CON REALCE

TAPA CON REALCE



Figuras 4.1.1 Apertura de la tapa con realce

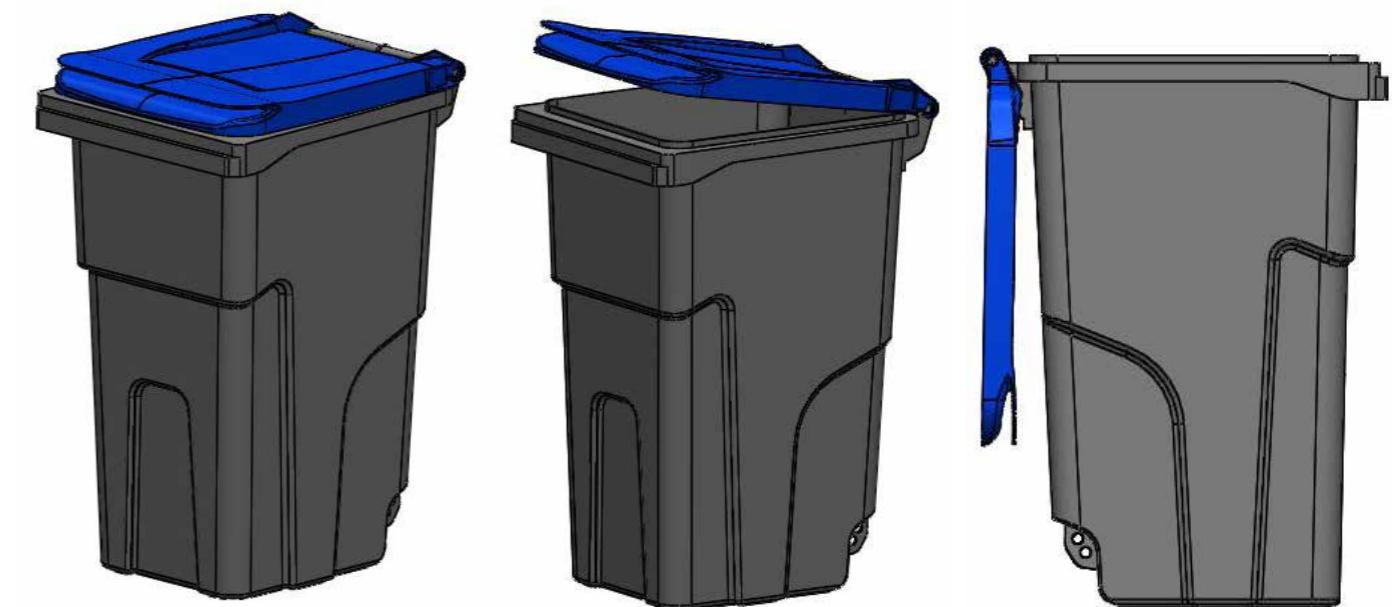


Figuras 4.1.2 Tapa con realce

4. DISEÑO ESTÉTICO: TAPA

4.2 CONCEPTO TAPA CON AGARRE FRONTEL

TAPA CON AGARRE FRONTEL



Figuras 4.2.1 Apertura de la tapa con agarre frontal

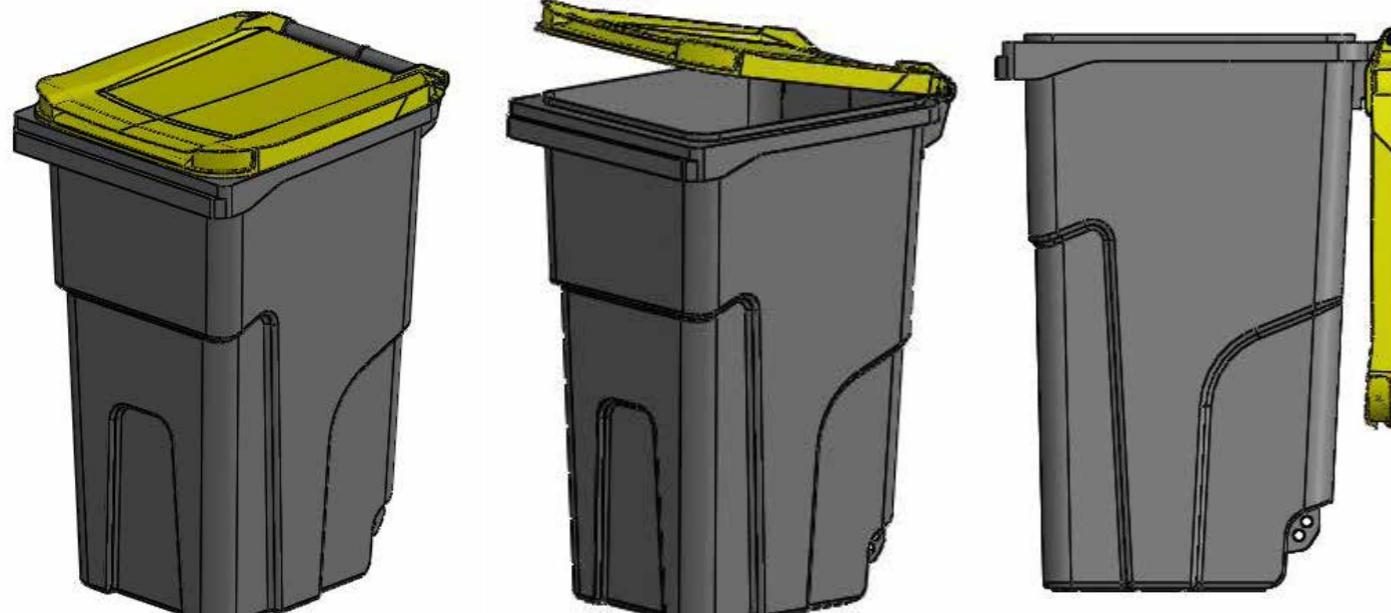


Figuras 4.2.2 Tapa con agarre frontal

4. DISEÑO ESTÉTICO: TAPA

4.3 CONCEPTO TAPA CON REHUNDIDO

TAPA CON REHUNDIDO



Figuras 4.3.1 Apertura de la tapa



Figuras 4.3.2 Tapa con rehundido

4. DISEÑO ESTÉTICO: TAPA

4.4 Comparativa de las tapas

Se han diseñado tres tapas que sigan la línea estética del cubo seleccionado, pero a la hora de elegir un diseño de tapa para cierto cubo hay que valorar otras características como las que se han analizado para el cubo: volumen total, altura, peso y grado de suciedad.

El volumen total es el que se obtiene con el cubo y la tapa juntos, ya que la capacidad del contenedor es la suma de ambos elementos.

La altura de la tapa influye en el apilado de los cubos. Cuanto más baja sea, más cubos apilarán.

El peso de la tapa también ha de considerarse ya que incrementa el peso de todo el producto.

Según el pliego de condiciones, la tapa debería ser universal para diferentes formatos de bocas por lo que se indica el espacio disponible para colocarlas en las tapas.

DISEÑO	Tapa con realce	Tapa con agarre frontal	Tapa con rehundido
Volumen cubo seleccionado + tapa (litros)	254 litros	252 litros	247 litros
Altura de la tapa (mm)	63 mm	61,5 mm	56 mm
Peso (Kg)	1,79 Kg	2 Kg	1,89 Kg
Espacio disponible para bocas (mm)	324 mm	345 mm	372 mm
Grado de suciedad	Bajo	Bajo	Medio

Tabla 4.4.1 Comparación de tapas

Bueno

Regular

Con lo visto en la anterior tabla se puede concluir que las tres tapas son válidas para el cubo seleccionado no solo por razones estéticas sino que además ayudan al cubo a estar dentro de la normativa.

Cada tapa tiene sus puntos fuertes y débiles y podrían usarse junto al cuerpo dependiendo de las prioridades que se tengan. Si se busca tener la mayor capacidad posible, la tapa con realce es la idónea, si se busca apilar más cubos, la tapa con rehundido y según las bocas que se quieran colocar se puede usar la tapa con agarre frontal o con rehundido.

FASE 3

CÁLCULOS

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

En este apartado se van a realizar diversos ensayos de simulación de inyección con el propósito de saber cómo se va a comportar la pieza, de forma que:

- Se estime el menor espesor necesario para inyectar la pieza.
- Se conozca la máquina de inyección que va a ser necesaria para la fabricación de dicha pieza
- Se estime el tiempo de fabricación

Con estos datos, es posible planificar la fabricación de dicha pieza y prever con antelación su externalización.

El programa utilizado para la realización de estas simulaciones es Autodesk Moldflow.

La metodología que se ha utilizado para este análisis es la siguiente:

- Rediseño del cuerpo: Adaptar el modelo CAD para su utilización en Autodesk Moldflow.
- Colocar punto de inyección en la pieza y cámara caliente para poder inyectar.
- Simular con diferentes PE comerciales y obtener el menor espesor necesario para llenar la pieza.
- Programar fase de llenado y fase de compactación.

El siguiente apartado se muestra de manera resumida. Para más información, consultar apartado 5.1 de los Anexos.

5.1 Modelización del cuerpo

Con el propósito de conseguir resultados en las simulaciones que se aproximen a resultados reales, es necesario tener un diseño del cuerpo aproximado sin entrar en detalle.

Para ello, hay que terminar de definir un par de elementos del cuerpo imprescindibles para el análisis, y obtener así, la pieza cuerpo completa. El cuerpo se considerará como una única pieza.

Diseño asa

Para diseñar el asa hay que tener en cuenta que el usuario interactúa con este elemento. Por lo tanto, su posición y dimensión están sujetas a restricciones ergonómicas para adecuarse a este.

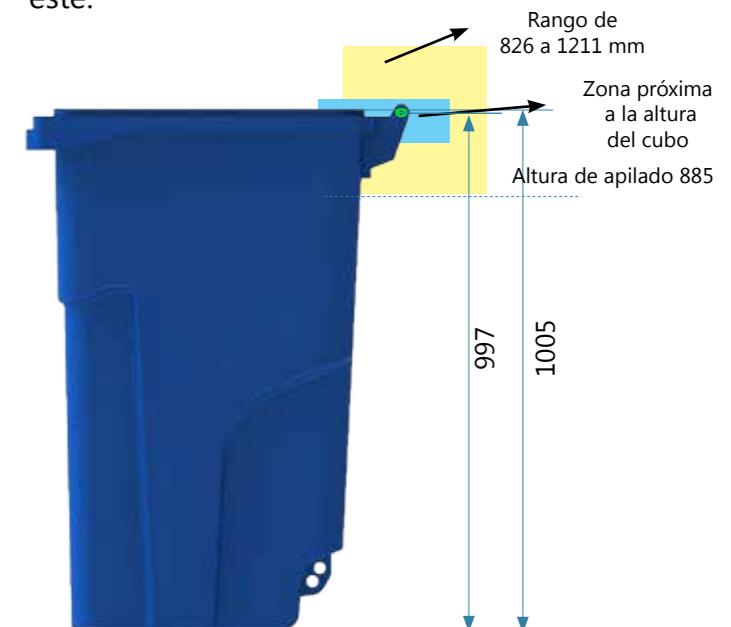


Figura 5.1 Cálculo de altura de tapa

Se han realizado estudios ergonómicos para delimitar la altura del asa. Para poder obtener esta altura, se han necesitado medidas antropométricas [30].

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.1 Modelización del cuerpo

Una vez se tiene la posición del asa localizada, se pasa a dimensionarla. Para ello se toman medidas del cuerpo humano, en concreto de las manos [30].



Figura 5.2 Diseño del asa

Se decide colocar un soporte en la distancia media del asa para darle mayor rigidez, y que a la hora de tirar del asa esta no se deforme.



Figura 5.3 Diseño del asa

Para asas que llevan consigo una carga de más de 9 kg (supuesto donde entra el contenedor cargado) se recomienda un agarre con un diámetro mayor de 18 mm. Se añade 1 cm de más ya que los operarios cogen en cubo con guantes. Con lo que se obtiene un diámetro de 28 mm para el asa.



Figura 5.4 Diseño del asa

Se diseña una matriz de nervios en la parte inferior del asa, para reducir cantidad de material, y facilitar el desmoldeo directo en gran parte del asa. Y además, se crea un orificio común entre el asa y el soporte para el posible alojamiento de un clip de unión con la tapa.

Dimensionar soporte asa

En los extremos del asa se tiene una zona superior que se denominará soporte asa. En la fase anterior, de generación de conceptos, se diseñó de una forma muy básica por lo que es necesario un rediseño.

Se diseña de tal manera que siga las curvas estéticas del cubo, con dimensiones que estén dentro de la normativa y además, en la parte inferior, añadir una pestaña que haga de tope a la hora de apilar.

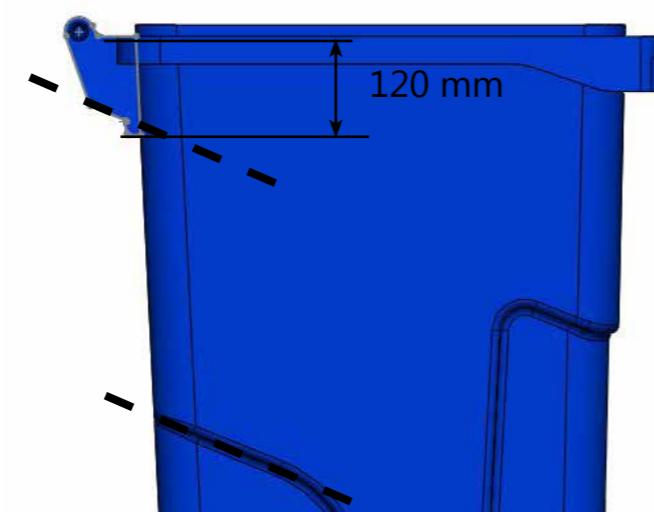


Figura 5.5 Diseño soporte asa

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.2 Uso del software

Como ya se ha comentado antes, el programa utilizado para la realización de las simulaciones de inyección es Autodesk Moldflow.

Es necesario seguir los siguientes pasos para realizar una simulación:

1. Tener una geometría para realizar un mallado y colocar los elementos para inyectar el plástico (cámara caliente).



Figura 5.2.1 Geometría importada

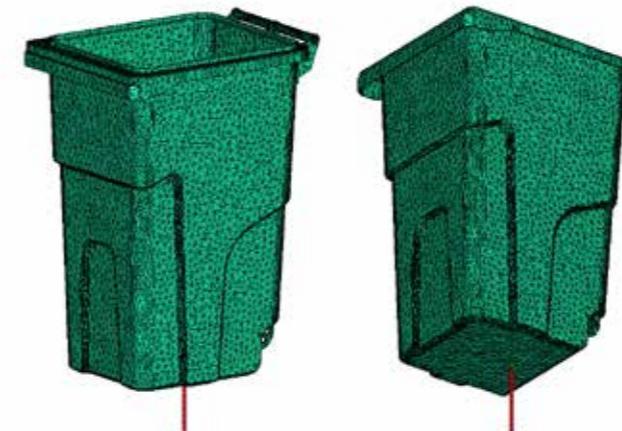
2. Se elige un material de la base de datos del programa. Este ofrecerá datos como curvas PVT, curva viscosidad, propiedades mecánicas, propiedades térmicas, etc., así como los parámetros recomendados para el procesado.

Se van a usar dos plásticos PEHD (polietileno de alta densidad); el KS10100 que es más fluido y el Eralene MM70 que es menos fluido.

3. Se elige el tipo de análisis (llenado, llenado + compactación y llenado + compactación + alabeo en nuestro caso) y se programan los parámetros.

Una vez, se elige un proceso y los parámetros que se pueden manejar son la temperatura del molde, temperatura de masa fundida, tiempo de inyección, cuando cambiar la velocidad e inyectar por presión, controlar la compactación y el tiempo de enfriamiento.

Llenado
Llenado + compactación
Llenado rápido
Llenado + compactación + deformación
Refrigeración
Refrigeración + llenado + compactación + deformación
Ventana de proceso
Posición de la entrada
Refrigeración (FEM)
Refrigeración (FEM) + llenado + compactación + deformación



Figuras 5.2.2 Mallado de geometría y cámara caliente

Figura 5.2.3 Interfaz del software

Para más información acerca del uso del software consultar apartado 5.2 de los anexos.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

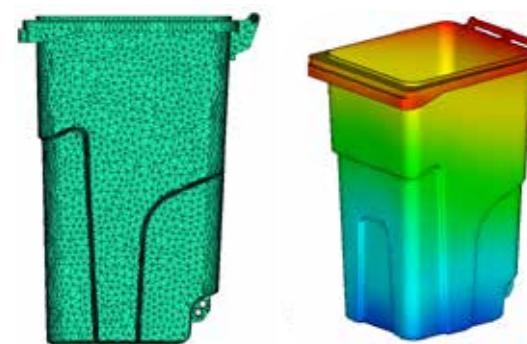
5.3 Búsqueda punto de inyección: Balanceado del molde

Una vez que se tiene un diseño apropiado del cubo, se buscará la ubicación adecuada del punto de inyección para que el llenado de la pieza este balanceado.

Esto quiere decir, que el tiempo que le cuesta llegar al frente de flujo a todos los extremos de la pieza sea el mismo. Una pieza desbalanceada puede generar que existan zonas sobrecompactadas y una mayor fuerza de cierre, lo cual puede dar lugar a rebabas en la pieza o a la necesidad de inyectar en una máquina más grande incrementando el precio de la pieza.

Se prueban varias posiciones del punto de inyección hasta conseguir que la zona roja (la parte final en llenarse) se encuentre lo más uniformemente repartida por la zona superior.

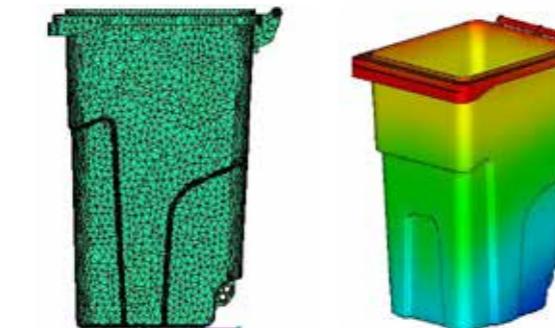
BALANCEADO 1



Figuras 5.3.1 Balanceo 1

Colocando el punto de inyección centrado en la base inferior, al principio de la inyección parece que esta más equilibrado, pero conforme avanza la inyección, la parte frontal se llena antes que la de atrás. Incluso, empieza a llenar la toma frontal por la zona delantera sin haber acabado de llenar por la parte trasera del cubo.

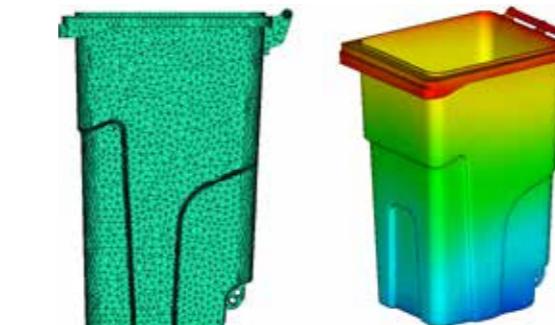
BALANCEADO 2



Figuras 5.3.2 Balanceo 2

Con el punto de inyección colocado en el extremo de la parte trasera del fondo el llenado se va equilibrando dejando para llenar al final un volumen muy ligeramente mayor en el frontal que en el asa. Se tiene el caso prácticamente balanceado. Sin embargo colocar el punto de inyección tan retrasado no es bueno para el molde, que pide que el punto este más centrado con respecto al área proyectada.

BALANCEADO 3



Figuras 5.3.3 Balanceo 3

Se coloca el punto de inyección ligeramente adelantado respecto al caso anterior. Cuando se llega al final, se llena la toma frontal y las asas uniformemente y se puede apreciar un color rojo repartido uniformemente por toda la superficie exterior de arriba. Se ha conseguido balancear el llenado con una posición de punto adecuada al molde.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.4 Búsqueda del espesor adecuado del cubo: Fase de llenado

Este apartado se encuentra muy resumido en la presente memoria, para completar la información que se muestra a continuación, consultar apartado 5.4 de los anexos.

Una vez encontrado el punto de inyección adecuado para un llenado de molde balanceado, se procede a simular la fase de llenado del ciclo de inyección. El objetivo de este estudio es encontrar el mínimo espesor necesario para que se pueda llenar correctamente el cubo con cada uno de los materiales escogidos para el análisis.

Como ya se ha comentado anteriormente, se hará el estudio para dos PEHD diferentes; KS10100 y Eraclene MM70, y se compararán el espesor y los parámetros obtenidos.

Como punto de partida, se empezará con un espesor de 3.3 mm en la parte del cuerpo. En asa, toma frontal y zona de las ruedas se toman espesores ya utilizados en otros cubos, y que aseguran una correcta funcionalidad de estos elementos.

5.4.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Se realiza un primer análisis de llenado con una serie de parámetros iniciales:

Parámetros caso inicial:

Material: KS10100
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 40°
Proceso: Llenado
Porcentaje de cambio al 85%
Control de compactación: 80%(*)presión
Tiempo de inyección: 4.5 s

(*) % de presión máxima de llenado calculada por el programa

Se recopilan los datos necesarios de la siguiente manera:

Espesor (mm)	tiny (s)	%cambio	%de2 ^a	Piny (MPa)	Pde2 ^a (MPa)	FdeC (Tn)	Caudal (cm ³ /s)
3.3	4.5	85	80	180	144	3220	2000

Tabla 5.4.1 Datos de simulación

A continuación, se mostrará una tabla explicativa del método seguido, los casos estudiados, así como los parámetros seleccionados y los resultados obtenidos.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.4.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Espesor (mm)	tiny (s)	%cambio	%de2 ^a	Piny (MPa)	Pde2 ^a (MPa)	FdeC (Tn)	Caudal (cm ³ /s)
3.3	4.5	85	80	180	144	3220	2000

Se alcanza la presión máxima de la máquina sin haber llegado al 85% de volumen de cavidad llena. Paso: Cambiar a segunda fase antes, al 80%.

3.3	4.5	80	80	167.5	134	2500	1875
-----	-----	----	----	-------	-----	------	------

El caudal es demasiado alto. Paso: aumentar tiempo de inyección a 5,5 segundos para reducir el caudal.

3.3	5.5	80	80	160	128	2455	1535
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Caso OK. Paso: bajar el espesor a 3,2 para reducir peso final de la pieza,

3.2	5.5	80	80	167.6	134	2625	1480
-----	-----	----	----	-------	-----	------	------

Caso OK. Paso: bajar el espesor a 3,1 para seguir reduciendo peso de pieza.

3.1	5.5	80	80	176	140	2817	1450
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

La fuerza de cierre supera el límite fijado. Si baja el tiny, la presión aumentará y ya están casi en el límite de 180 MPa. Si sube el %de cambio, la presión también aumenta, tampoco es viable. Si sube el tiny, la presión baja a 175 y la fuerza de cierre sigue siendo superior al límite. Por último si baja el %de cambio la inyectad se queda corta, no se produce el llenado completo de la pieza. Caso no viable. Se vuelve al caso anterior.

3.2	5.5	80	80	167.6	134	2625	1480
-----	-----	----	----	-------	-----	------	------

Paso: se baje el tiny un segundo para optimizar el ciclo.

3.2	4.5	80	80	174	139	2699	1820
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

El caudal sale demasiado elevado. Paso: aumentar el tiny 0.5 segundos para reducir el caudal.

3.2	5	80	80	170	136	2650	1640
-----	---	----	----	-----	-----	------	------

Caso OK.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.4.1 PEHD KS10100 DOW chemical

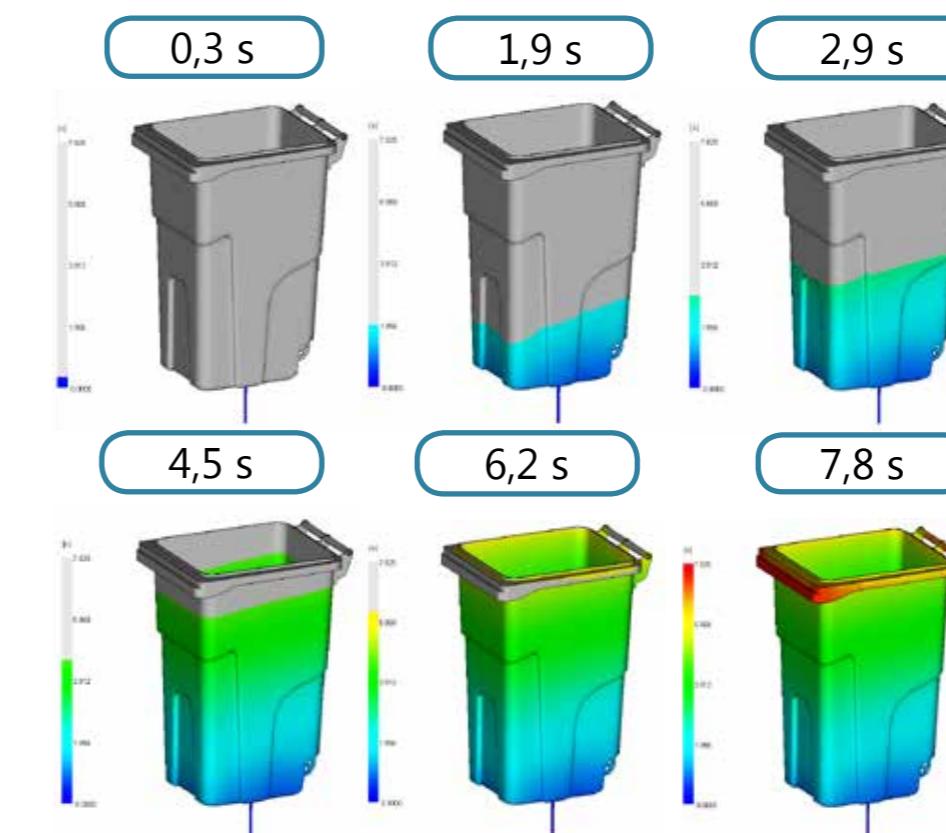
Una vez se ha llegado al caso óptimo se recopilan y se muestran los siguientes datos obtenidos por el software:

- Secuencia de llenado
- Presión en la conmutación V/P
- Gráfica XY presión en el punto de inyección
- Temperatura de masa fundida
- Gráfico XY de fuerza de cierre
- Espesores de la pieza
- Resultados finales

Parámetros de entrada

Espesor cubo: 3,2 mm
Material: KS10100
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 40°
Proceso: llenado
Porcentaje de cambio al 80%
Control de compactación: 80%presión
Tiempo de inyección: 5 s

Secuencia de llenado



Figuras 5.4.1.1 Secuencia de llenado

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Presión en la commutación, V/P

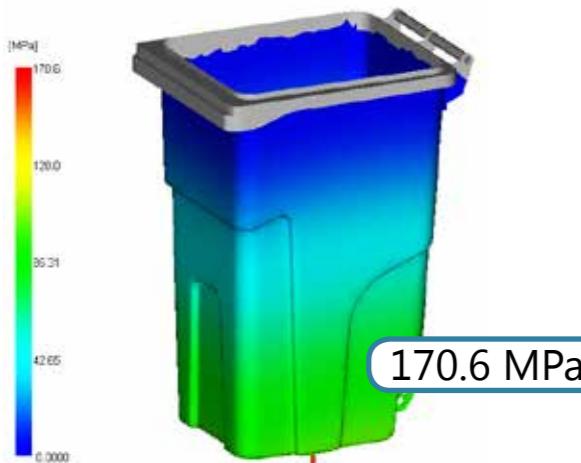


Figura 5.4.1.2 Presión V/P

Gráfica XY presión en el punto de inyección

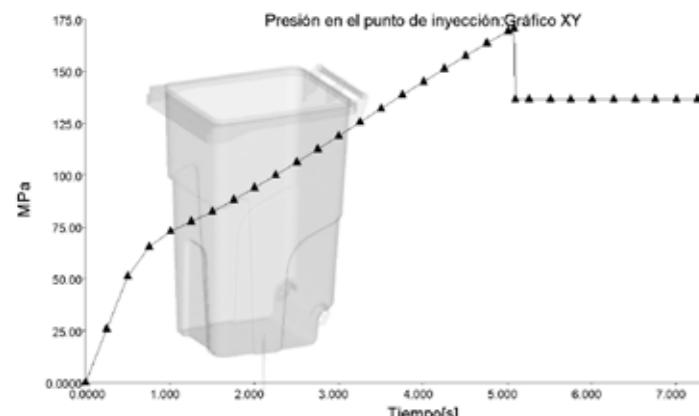


Figura 5.4.1.3 Gráfica XY presión

Gráfico XY de fuerza de cierre

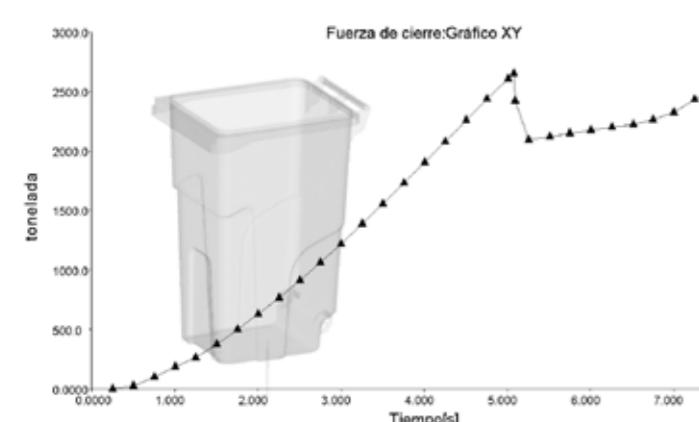


Figura 5.4.1.4 Gráfico XY Fuerza de cierre

Temperatura de masa fundida

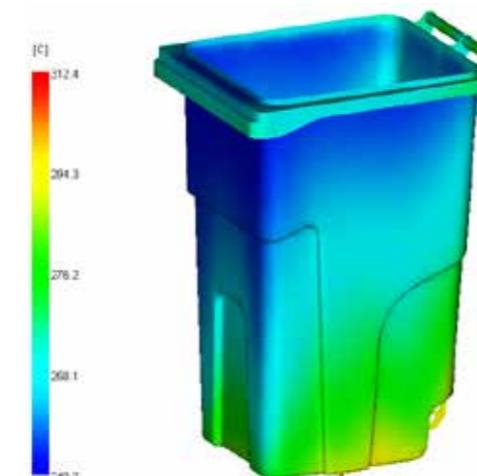


Figura 5.4.1.5 Temperatura de masa fundida

Espesores de la pieza

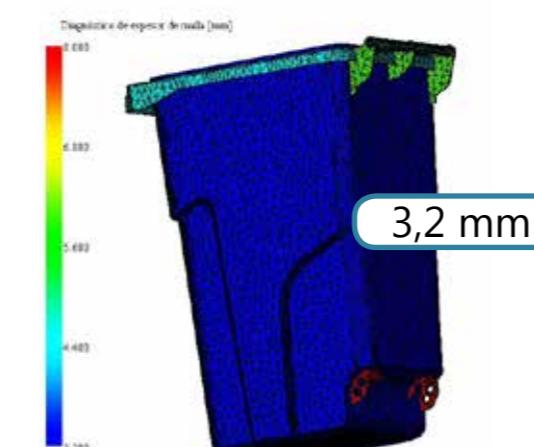


Figura 5.4.1.6 Espesores de la pieza

Toda la parte del cuerpo central tiene un color azul constante, verificando que tiene un espesor de 3,2 mm. La toma frontal y los soportes del asa salen de color verde, por tener un espesor de 4,5 mm.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Resultados finales

Resumen de resultados de la fase de llenado:

Presión máxima de inyección	(a	$5.0793 \text{ s}) = 170.6104 \text{ MPa}$
-----------------------------	----	--

Resumen de resultados del final de la fase de llenado:

Tiempo al final del llenado	=	7.8246 s
Peso total (pieza + canales)	=	6597.1437 g
Fuerza máxima de cierre: durante el llenado	=	2649.7405 tonelada

Figura 5.4.1.7 Resultados del software

Datos finales

Presión máxima: 170 MPa
Fuerza de cierre máxima: 2650 Tn
Tiempo final de inyección: 7.8 s
Proceso: llenado 100%
Presión al cambio a 2^afase: 136 MPa
Caudal: 1640 cm³/s
Peso final de la pieza: 6,59 Kg.

54.2 PEHD Eralene MM70

Para el estudio con el segundo material, se ha decidido partir del primer caso OK obtenido con el otro material, para ver la diferencia que hay al usar uno u otro, siendo este más viscoso.

Parámetros caso inicial:

Material: Eralene MM70
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 60°
Proceso: llenado
Porcentaje de cambio al 80%
Control de compactación: 80%presión
Tiempo de inyección: 5.5 s

Lo primero que se detecta es que usando el segundo material, con los mismos parámetros no es posible llenar la pieza. Esto es debido a la diferencia de viscosidad de un material y otro. Este, al ser más viscoso, fluye con más dificultad.

Al igual que con el otro material, se muestra una tabla explicativa del método seguido.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.2 PEHD Eralene MM70

Espesor (mm)	tiny (s)	%cambio	%de2 ^a	Piny (MPa)	Pde2 ^a (MPa)	FdeC (Tn)	Caudal (cm ³ /s)
3.3	5.5	80	80	180	180	3985	1500

Se alcanza la presión máxima de la máquina sin haber llegado al 80% de volumen de cavidad llena. Paso: Cambiar a segunda fase antes, al 65%.

3.3	5.5	65	80	175	140	2684	1500
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Inyectada corta, solo llena el 80% de cavidad. Esto sucede por que el plástico se ha solidificado, la presión no es suficiente y llenar más rápido implica aumento de presión (si se atiende a la tendencia del caso con el material más fluido). Paso: aumentar el espesor a 3,4 mm con los parámetros del caso anterior a este.

3.4	5.5	80	80	180	144	3060	1550
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Se alcanza la presión máxima de la máquina al 71% de cavidad llena. Además la inyectada es corta. Si se baja el % de cambio, seguirá sin llenar. Si se modifica el tiny; si lo subimos, la fuerza de cierre ya pasa del límite no funcionaría. Si lo bajamos la presión aumentaría y ya se habría llegado al máximo. Paso: subir el espesor a 3,5 mm.

3.5	5.5	80	80	176	140	2893	1600
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Inyectada corta y fuerza de cierre muy elevada. Si baja el % de cambio, seguirá sin llenar, si sube, la fuerza de cierre también. Si baja el tiempo el caudal sube y está en el límite. Paso: subir el tiny.

3.5	6	80	80	174	139	2878	1470
-----	---	----	----	-----	-----	------	------

Inyectada corta y fuerza de cierre superior al límite. No hay apenas variación al subir el tiny. Paso: subir espesor con los parámetros del caso anterior a este.

3.6	5.5	80	80	171	136	2770	1640
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Inyectada corta y fuerza de cierre superior al límite de 2700 Tn. Si baja el % de cambio, seguirá sin llenar, si sube, la fuerza de cierre también. Si baja el tiempo el caudal sube y está en el límite y si sube, apenas hay variación.

3.6	6	80	80	169	135	2761	1500
-----	---	----	----	-----	-----	------	------

No es viable a 3,6 de espesor. Paso: subir el espesor a 3,7 mm con los parámetros del caso anterior a este.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.2 PEHD Eralene MM70

Espesor (mm)	tiny (s)	%cambio	%de2 ^a	Piny (MPa)	Pde2 ^a (MPa)	FdeC (Tn)	Caudal (cm ³ /s)
3.7	5.5	80	80	164	131	2622	1677

Inyectada corta. Si baja el % de cambio, seguirá sin llenar pero al no haber superado los límites de presión ni fuerza de cierre, se puede aumentar el % de cambio. Hay poco margen ya que la fuerza de cierre está cerca del valor de 2700 Tn. Paso: subir el % de cambio al 83%.

3.7	5.5	83	80	168	134	2754	1690
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Fuerza de cierre ligeramente superior a 2700 Tn. Paso: % de cambio entre el 80% y el 83%, bajar a 81%.

3.7	5.5	81	80	165	132	2662	1685
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------

Caso OK.

Una vez se ha llegado al caso óptimo, al igual que se ha hecho con el otro material, se recopilan y se muestran los siguientes datos obtenidos por el software:

- Secuencia de llenado
- Presión en la conmutación V/P
- Gráfica XY presión en el punto de inyección
- Temperatura de masa fundida
- Gráfico XY de fuerza de cierre
- Espesores de la pieza
- Resultados finales

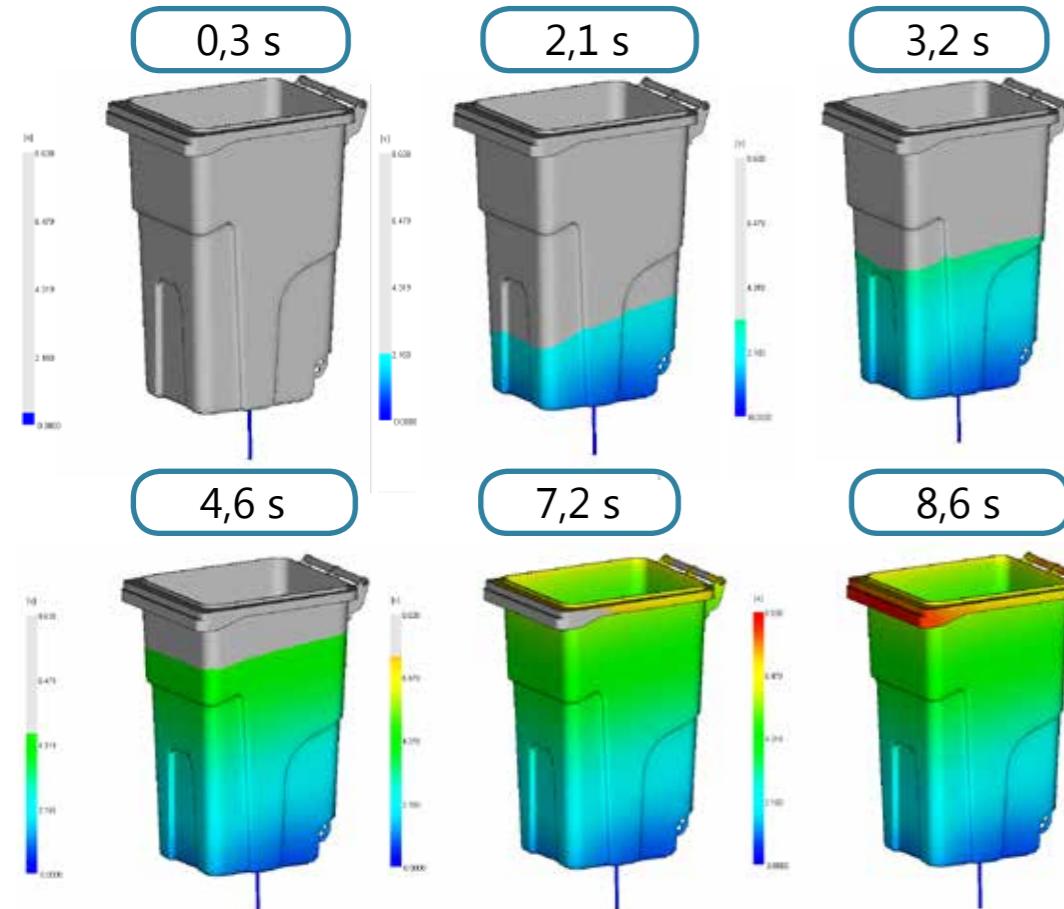
Parámetros de entrada

Espesor cubo: 3,7 mm
Material: Eralene
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 60°
Proceso: Llenado
Porcentaje de cambio al 81%
Control de compactación: 80%presión
Tiempo de inyección: 5,5 s

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.2 PEHD Eralene MM70

Secuencia de llenado



Figuras 5.4.2.1 Secuencia de llenado

Presión en la commutación, V/P

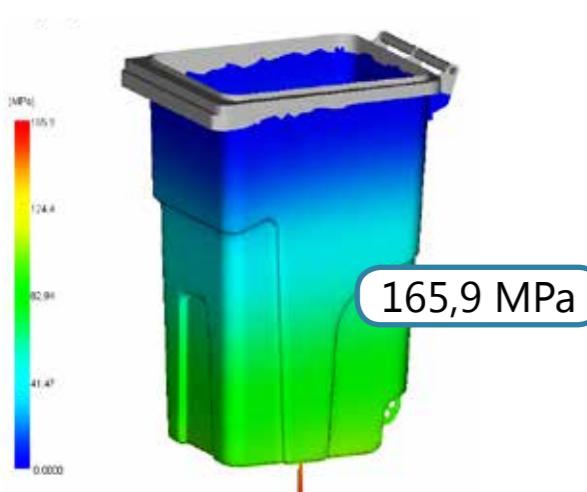


Figura 5.4.2.2 Presión V/P

Temperatura de masa fundida

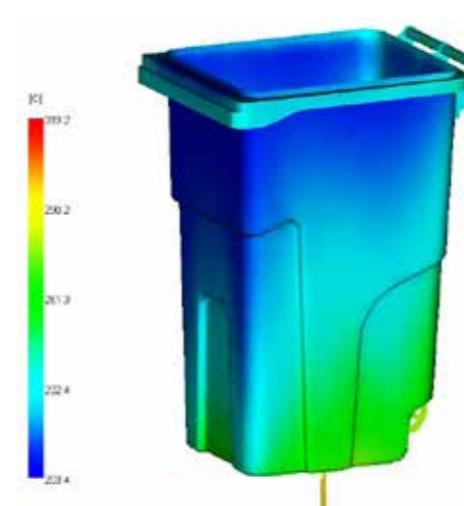


Figura 5.4.2.3 Temperatura de masa fundida

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

54.2 PEHD Eralene MM70

Gráfica XY presión en el punto de inyección

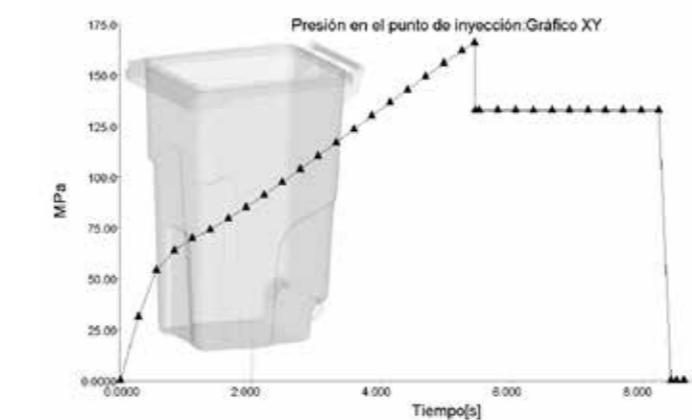


Figura 5.4.2.4 Gráfica XY presión

Gráfico XY de fuerza de cierre

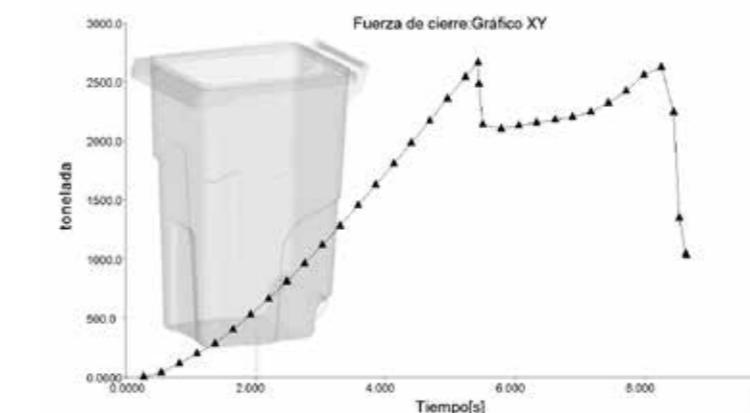


Figura 5.4.2.5 Gráfico XY Fuerza de cierre

Resultados finales

Datos finales

Presión máxima: 165,8 MPa
Fuerza de cierre máxima: 2662 Tn
Tiempo final de inyección: 8,6 s
Proceso: llenado 100%
Presión al cambio a 2^afase: 132 MPa
Caudal: 1685 cm³/s
Peso final de la pieza: 7,4 Kg.

Espesores de la pieza

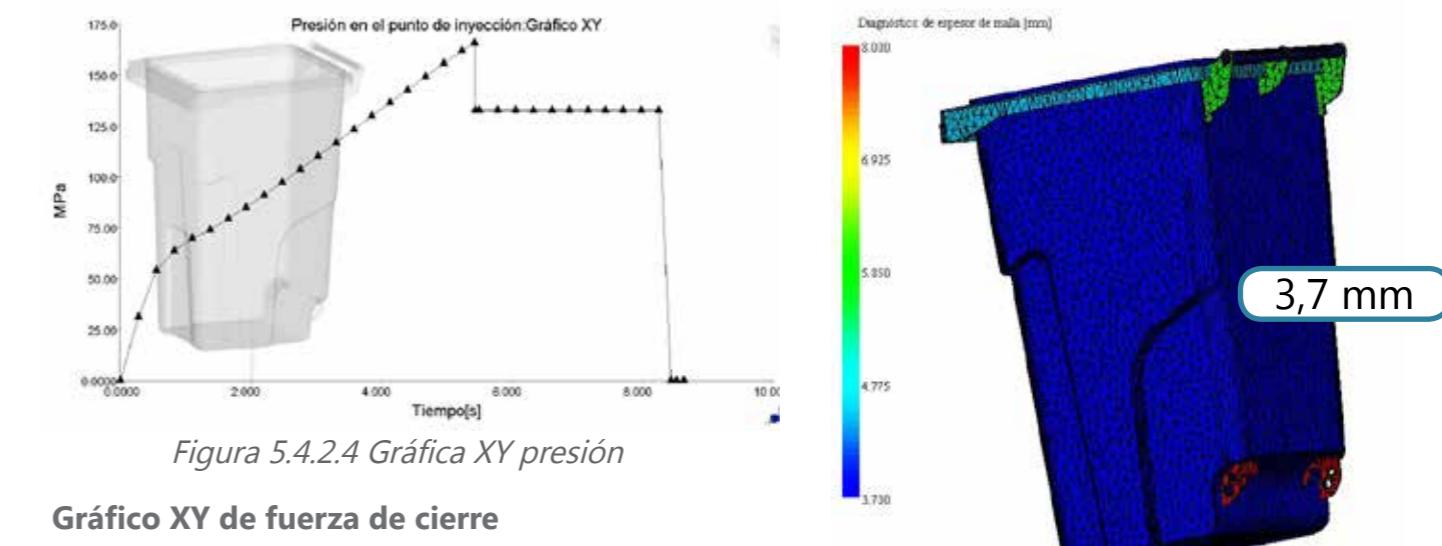


Figura 5.4.2.6 Espesores de la pieza

Toda la parte del cuerpo central tiene un color azul constante, verificando que tiene un espesor de 3,7 mm. La toma frontal y los soportes del asa salen de color verde, por tener un espesor de 4,5 mm.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.5 Programación de la compactación

Este apartado se encuentra muy resumido en la presente memoria, para completar la información que se muestra a continuación, consultar apartado 5.5 de los anexos.

En este apartado se va a simular la inyección del cubo para la fase de llenado + compactación (ver explicación en el apartado 1.4 de este documento). El objetivo de las simulaciones será encontrar los parámetros idóneos para no sobrepasar la fuerza de cierre de las 2700 Tn durante la segunda fase del ciclo de inyección. (en la primera ya se ha conseguido). En esta segunda fase se podría sobrepasar, porque la presión se extiende a toda la pieza (no solo al punto de inyección).

Para ambos estudios, se han considerado las siguientes pautas a la hora de proponer casos de compactación:

- > Se mantienen los datos de inyección usados en el caso OK para cada material.
- > En este caso, se programará la presión de la compactación en absolutas y no como % de la presión de llenado. Como dato de partida de presión de compactación en cada caso, se tomaran los valores obtenidos en los llenados.
- > El tipo de análisis que se realiza es llenado + compactación.

Datos material 1

Espesor cubo: 3,2 mm
Material: KS10100
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 40°
Proceso: llenado
Porcentaje de cambio al 80%
Presión inyección: 170 MPa
Presión 2^afase(al 80%): 136 MPa
Tiempo de inyección: 5 s

Datos material 2

Espesor cubo: 3,7 mm
Material: Eraclene MM70
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 60°
Proceso: llenado
Porcentaje de cambio al 81%
Presión inyección: 165 MPa
Presión 2^afase(al 80%): 132 MPa
Tiempo de inyección: 5,5 s

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.5.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Teniendo en cuenta los datos de presión obtenidos en la fase de llenado para el material KS10100, hay que programar la compactación de tal manera que se controle la presión sin que suba la fuerza de cierre.
Requisito: Fuerza de cierre < 2700 Tn

El primer caso se programa de tal manera que los primeros 3 segundos se mantiene la misma presión obtenida en la 2^a fase al haber programado al 80% y después, 15 segundos a 100 MPa.

Parámetros caso 1

Espesor cubo: 3,2 mm
Material: KS10100
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 40°
Proceso: llenado + compactación
Porcentaje de cambio al 80%
Control de compactación:
0-3 seg a 136 MPa
0-15 seg a 100 MPa
Tiempo de inyección: 5 s

Cuando comienza la fase de compactación, a pesar de bajar la presión a 100 MPa durante los siguientes 15 segundos, la fuerza de cierre aumenta, superando el máximo.

Paso: Reducir la presión a 130 MPa y además, reducir 0,5 s en la primera parte de la compactación. Los siguientes 15 segundos se mantienen, pero se baja la presión a 90 Mpa, para evitar que si dura mucho tiempo la fase de compactación, la fuerza de cierre no aumente.

Con respecto el caso anterior, se programa el siguiente caso:

Parámetros caso 2

Espesor cubo: 3,2 mm
Material: KS10100
Temperatura inyección: 290°
Temperatura molde: 40°
Proceso: llenado + compactación
Porcentaje de cambio al 80%
Control de compactación:
0-2,5 seg a 130 MPa
0-15 seg a 90 MPa
Tiempo de inyección: 5 s

Se llena la pieza sin ningún problema y empieza la compactación. Como empieza esta fase ya con una presión de 90 MPa, la fuerza de cierre sube pero no supera el límite.

Caso OK. Este caso cumple con todos los requisitos impuestos.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.5.1 PEHD KS10100 DOW chemical

Una vez se tiene programada la compactación, se muestran los siguientes datos obtenidos por el software del caso final:

- Gráfica XY presión en el punto de inyección
- Gráfico XY de fuerza de cierre
- Resultados finales

Gráfica XY presión en el punto de inyección

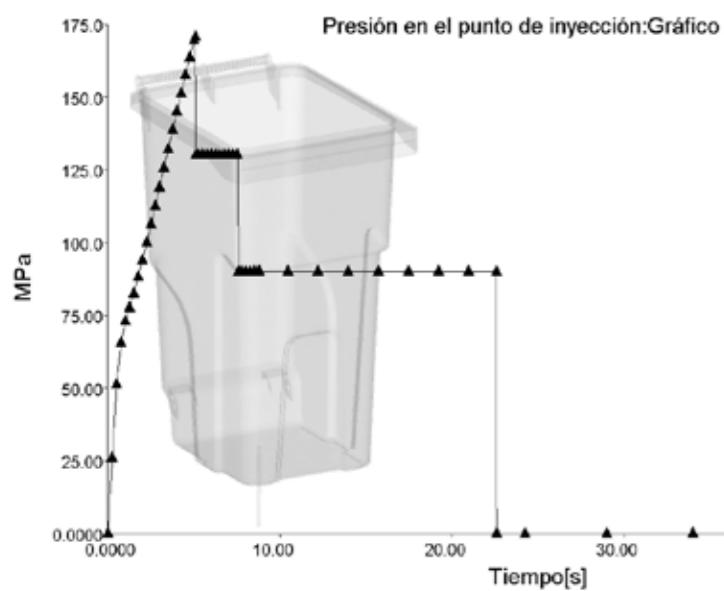


Figura 5.5.1.1 Gráfica XY Presión

Gráfico XY de fuerza de cierre

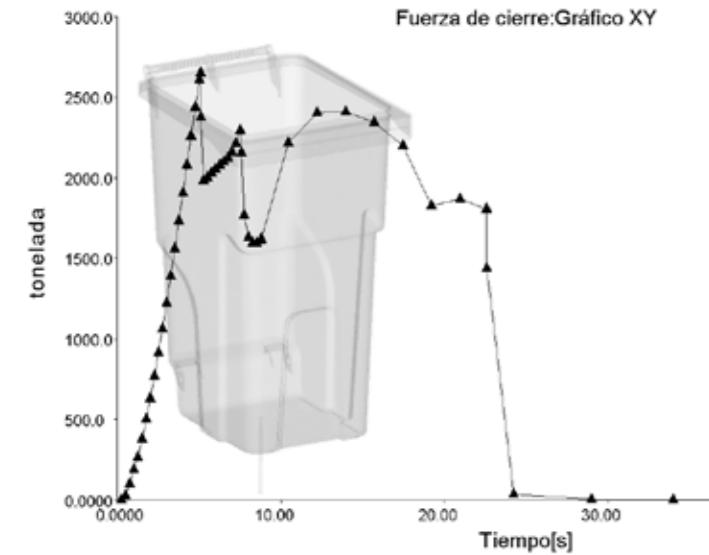


Figura 5.5.1.2 Gráfica XY Fuerza de cierre

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.5.1 PEHD Eraclene MM70

Al igual que se ha hecho con el material Dow Chemical, se tienen en cuenta los datos de presión obtenidos en la fase de llenado, pero esta vez con el material Eraclene. Hay que programar la compactación con el mismo requisito que el apartado anterior, y controlando que no suba la presión.

Requisito: Fuerza de cierre < 2700 Tn

El primer caso se programa de tal manera que los primeros 2 segundos (ya que este caso tiene mayor tiempo de inyección que con el otro material, se prueba con un tiempo menor) se mantiene la misma presión obtenida en la 2^a fase al haber programado al 80% la presión. Y después, 15 segundos a 100 MPa.

Parámetros caso 1

Espesor cubo: 3,7 mm
 Material: Eraclene MM70
 Temperatura inyección: 290°
 Temperatura molde: 60°
 Proceso: llenado + compactación
 Porcentaje de cambio al 81%
 Control de compactación:
 0-2 seg a 132 MPa
 0-15 seg a 100 MPa
 Tiempo de inyección: 5,5 s

Al llegar al 80% de cavidad llena, se produce el cambio de llenado por velocidad a llenado por presión y a partir de ese momento y durante 2 segundos se mantiene la presión a 132 MPa.

A los dos segundos, la fuerza de cierre está lejos de llegar al límite, podría subirse el tiempo para conseguir menor tiempo de proceso final. Después de esto, comienzan 15 segundos a 100 MPa. Cuando se llena la pieza y empieza la compactación sigue la presión a 100 MPa y la fuerza de cierre se mantiene en unos valores adecuados.

Paso: Aumentar el tiempo que está a 132 MPa e incluso por redondear y evitar rondar al límite utilizando los 132 MPa, se propone 130 MPa. Los siguientes 15 segundos se dejan como estaban ya que durante esa duración la fuerza de cierre se mantiene en valores aceptables.

Con respecto el caso anterior, se programan los siguientes parámetros:

Parámetros caso 2

Espesor cubo: 3,7 mm
 Material: Eraclene
 Temperatura inyección: 290°
 Temperatura molde: 60°
 Proceso: llenado + compactación
 Porcentaje de cambio al 81%
 Control de compactación:
 0-3 seg a 130 MPa
 0-15 seg a 90 MPa
 Tiempo de inyección: 5,5 s

Caso OK. Este caso cumple con todos los requisitos impuestos. Y además se ha optimizado con respecto el caso anterior.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

6.52 PEHD Eraclene MM70

Una vez tenemos también la programación idonea para el material Eraclene. Se han recopilado los mismos datos que para el otro material con ayuda del software y se muestran a continuación:

- Gráfica XY presión en el punto de inyección
- Gráfico XY de fuerza de cierre
- Resultados finales

Gráfica XY presión en el punto de inyección

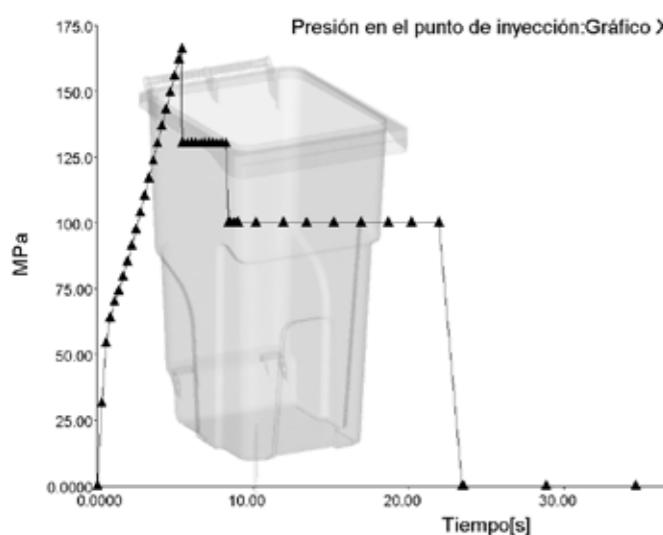


Figura 5.5.2.1 Gráfica XY Presión

Gráfico XY de fuerza de cierre

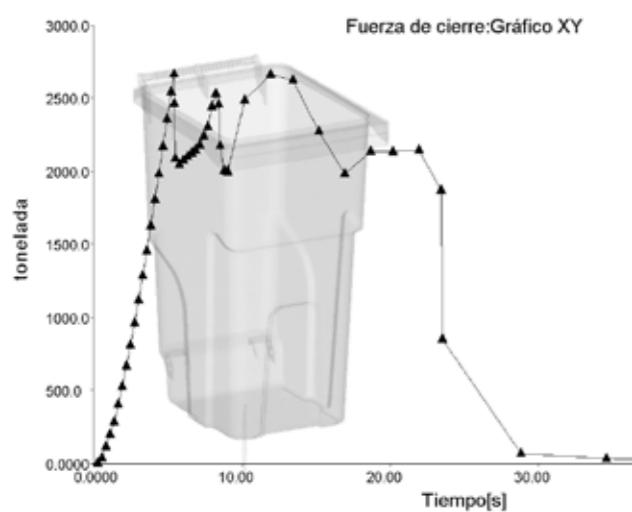


Figura 5.5.2.2 Gráfica XY Fuerza de cierre

Resultados finales

Datos finales

Presión máxima: 165,9 MPa
Fuerza de cierre máxima: 2662 Tn
Tiempo final de inyección: 9,03 s
Tiempo final proceso: 43,4 s
Peso final de la pieza: 7,49 Kg.

Tiempo final de expulsión de pieza: 63 s

Compactación:
0-3 s a 130 MPa
0-15 a 100 MPa

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

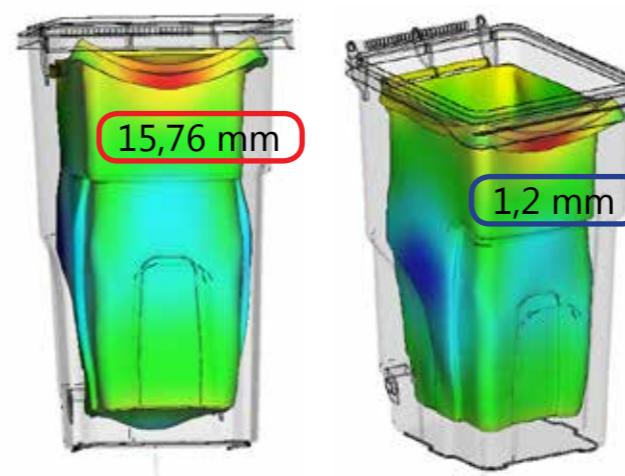
5.6 Resultados de deformaciones

El último tipo de proceso que se va a estudiar es: llenado + compactación + deformación. No es necesario programar ningún parámetro adicional aparte de los vistos anteriormente.

Este estudio calcula las deformaciones que sufre la pieza al inyectarse teniendo en cuenta la geometría de la pieza y la manera de inyectar.

La deformada de los gráficos lleva aplicado un factor de escala 10 para poder ver claramente las deformaciones, incluso las más pequeñas que podrían no ser percibidas a una escala real.

La pieza inyectada con PEHD KS10100 tiene un espesor de 3,2 mm. Los desplazamientos sufridos en esta pieza se muestran en las dos imágenes superiores de la siguiente página. Se observa como la parte de la toma frontal del cubo está coloreada de un tono rojo, eso quiere decir que en esa zona se alcanzan los máximos desplazamientos, llegando a los 15,76 mm.

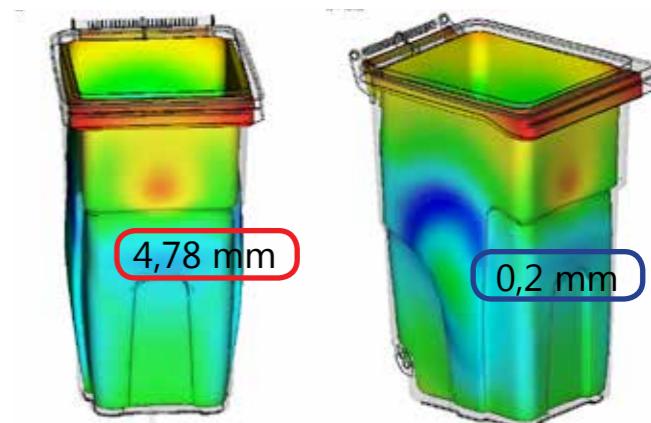


Figuras 5.6.1 Deformada cubo 3,2 mm

La zona central del cubo, coloreada de verde, también sufre deformaciones, en concreto abombamiento de las paredes. Los desplazamientos más pequeños que aparecen están coloreadas de azul y alcanzan los 1,2 mm.

La pieza inyectada con PEHD Eraclene tiene mayor espesor, 3,7mm, y al igual que con el caso anterior, se muestran los desplazamientos sufridos en las dos imágenes inferiores de la siguiente página. En esta pieza las deformaciones son considerablemente más pequeñas que con el otro material.

La deformación máxima, la zona coloreada en rojo, con un valor máximo de 4,78 mm, se encuentra en los extremos de la toma frontal y en la zona central superior del cubo. La zona central, coloreada en azul es la que menor deformación sufre, apenas 0,2 mm.



Figuras 5.6.2 Deformada cubo 3,7 mm

En general, y para ambos materiales la zona de la toma frontal alabea más que el resto del cubo debido a que esta zona tiene mayor espesor (4,5 mm), frente al espesor general que se tiene en las paredes (3,2 y 3,7 mm respectivamente), y contrae más.

5. ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CUERPO

5.6 Resultados de deformaciones

Ahora bien, existen varias razones para que el cuerpo del cubo alabea más con un material que con otro.

La razón fundamental la encontramos en que las curvas PvT para ambos materiales son diferentes.

Estas curvas son las que utiliza el software para calcular la contracción de la pieza en función de las presiones y temperaturas que se alcanzan en cavidad a lo largo del ciclo. Curvas con más pendiente implican mayores contracciones que curvas más tendidas.

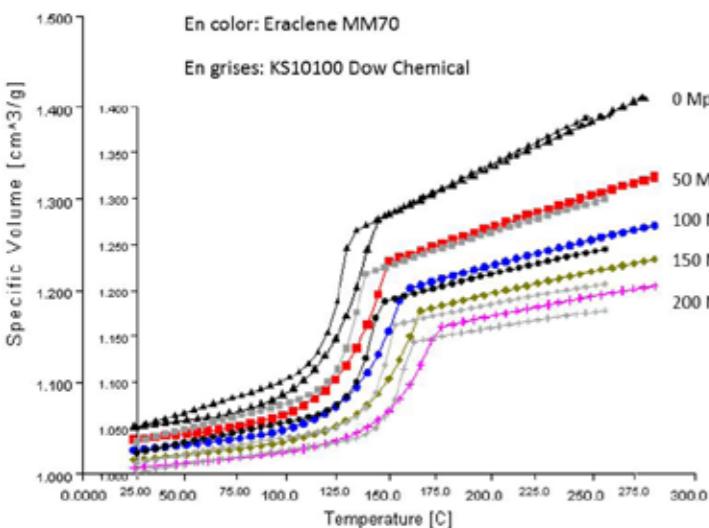


Figura 5.6.2 Gráfico curvas PvT

En este caso las curvas del KS10100 Dow Chemical son algo más verticales que las del Eralene MM70.

Por otro lado, influye la geometría de la pieza y partiendo de que en ambos casos los parámetros de inyección son similares el cubo de 3,2 mm de espesor es menos rígido que el de 3,7 mm.

Por último, y en menor medida, los cálculos de alabeo que realiza MOLDFLOW, los hace usando como dato el módulo de elasticidad E que

para el cuerpo de espesor 3,2 mm es de 911 MPa (KS10100 Dow) y para el de 3,7 mm es de 1200 MPa (Eralene). Esto significa que el cuerpo inyectado con Eralene es un 25% más rígido, solo por propiedades del material.

En cuanto a alabeo, aunque el Eralene da mejores resultados, no se debe descartar inyectar con el material de KS10100 Dow dado que los resultados vistos se pueden considerar dentro de lo admisible según la experiencia que se tiene en el TIIP en este aspecto.

Siguientes apartados, de ensayos mecánicos y cálculo de costes darán más información para acotar en mayor medida si inyectar con un material es mejor que inyectar con el otro.

6. ANÁLISIS MÉCANICO

El diseño de los nervios y los ensayos mecánicos se realizan con el programa proEnginner.

El objetivo de este apartado es definir el diseño de los nervios para que el cubo sea resistente (no superar los 50 MPa de tensión ni el 2% de deformación) en las situaciones reales seleccionadas. Se analizarán las tensiones, los desplazamientos y las deformaciones que sufre el cubo y se comparará para los dos materiales.

Dado que el cubo de 3,7 mm es menos crítico que el de 3,2 mm en cuanto a geometría y además el material con el que esta inyectado (Eralene) es mas rígido se empezará el análisis mecánico con este cubo.

En este apartado se va a estudiar el comportamiento del cuerpo del cubo teniendo en cuenta las propiedades mecánicas de los dos materiales usados hasta ahora; KS10100 Dow Chemical y Eralene MM70, frente a situaciones reales de la vida en uso del producto.

Situación 1: Cogida del cubo por el camión de basura

Situación 2: Apilado de cubos cuando están almacenados

El cuerpo de partida, es el analizado en las simulaciones del apartado anterior. Pero a este hay que añadirle una serie de nervios:

- Los nervios que han de aparecer obligatoriamente en el cubo, según la norma de cubos vigente, son dos cartelas (nervios que sirven de apoyo en el apilado de cubos) y dos (o tres) nervios centrales en la zona frontal del cuerpo, separados como máximo a 294 mm, que sirven de guía en la cogida del cubo.
- El resto de nervios se diseñan de manera libre, sin que supongan un obstáculo en la cogida del cubo y que aumenten la resistencia del cuerpo frente a la aplicación las cargas.

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.1 Cogida del cubo

Para estudiar como se va a comportar el cubo y diseñar los nervios para que este aguante, hay que analizar el caso más desfavorable o caso crítico, y este es cuando el cubo está lleno y lo recoge el camión.

Para realizar este tipo de ensayos mecánicos se necesitan los siguientes datos: cargas, restricciones y material.

RESTRICIONES: En la vida real, cuando el camión coge el cubo lo hace por la toma frontal, que además, tiene un diseño concreto para ello. Por ello, se limita el desplazamiento en la vertical en la superficie de apoyo en el elemento de cogida, y se restringen en dos zonas pequeñas de las esquinas los desplazamientos en x y z para que el cubo esté completamente restringido.

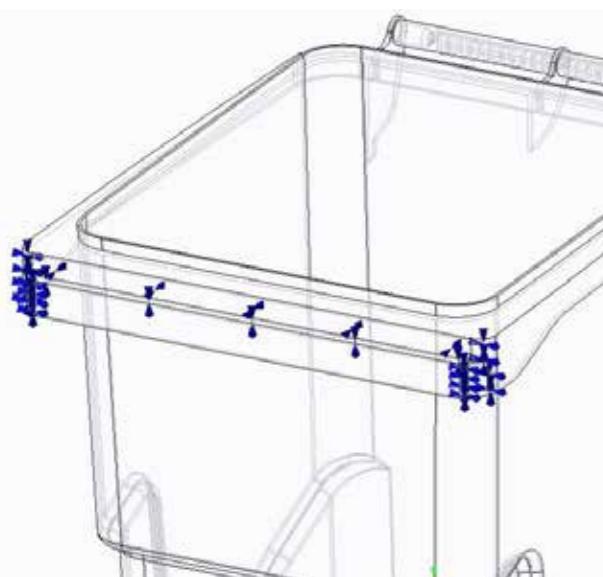


Figura 6.1.1 Restricciones cogida del cubo

CARGAS: La única carga que interviene es el peso de la basura.

Según la norma UNE-EN 840-1 se aplica una densidad de basura orgánica de 0,4 Kg/dm³

$$\text{Peso} = \text{Volumen interno cubo} \times \text{densidad de la basura} = 240 \times 0,4 = 96 \text{ Kg}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Peso} \times \text{gravedad} = 96 \times 10 = 960 \text{ N}$$

$$\text{Fuera a estudiar} = F \times \text{Factor de seguridad} = 960 \times 1,3 = 1248 \text{ N}$$

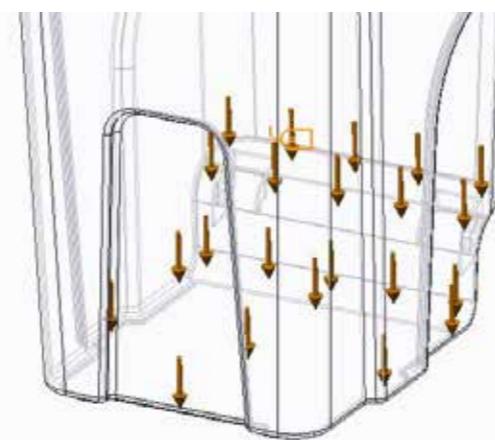


Figura 6.1.2 Cargas cogida del cubo

Las restricciones y las cargas serán las mismas para ambos materiales.

MATERIAL: Cada material tendrá sus propiedades mecánicas:

Módulo de Young del Dow Chemical: 1200 MPa
Coeficiente de Poisson del Dow Chemical: 0.43

Módulo de Young del Eralene: 911 MPa
Coeficiente de Poisson del Eralene: 0.41

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.1.1 PEHD Eralene MM70: Cubo 37 mm

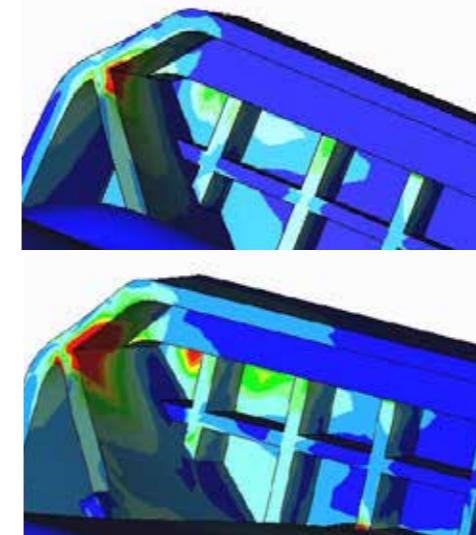
CASO 1

El espesor de la toma frontal es de 4,5 mm y el del cubo de 3,7 mm. Se partirá de unas cartelas gruesas de 5 mm y de un nervado de espesor general 3 mm. En este primer caso no se tendrán en cuenta redondeos para simplificar la geometría.

Hay que tener en cuenta que en piezas nervadas suele aparecer un defecto propio de la inyección denominado rechape. Este defecto se suele dar cuando los nervios son muy gruesos generalmente se busca que el espesor del nervado sea la mitad de la superficie principal. Según se vayan obteniendo resultados mecánicos se procurará cumplir esta regla.

Observaciones CASO 1:

- Nervios centrales muy sobredimensionados
- Pequeño punto de concentración de tensiones en las cartelas (sin redondeos)
- Cartelas ligeramente sobredimensionadas (además generaría rechupes)
- El fondo se deforma mucho. Se tiene una flecha en torno a 50 mm.



Figuras 6.1.1.1 Detalle tensión y deformación caso 1

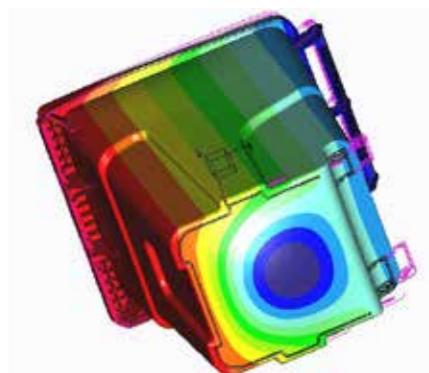


Figura 6.1.1.2 Desplazamientos caso 1

CASO 2

- Se disminuye el espesor de los nervios centrales a 2,5 mm
- Se disminuye el espesor de las cartelas a 3,5 mm
- Se añaden redondeos amplios en las esquinas
- Se añade una bóveda en el fondo

Observaciones CASO 2:

- Tensiones en las cartelas superiores a 70 MPa
- Tensiones en los redondeos de los nervios
- La bóveda resuelve el problema de deformación del fondo del cubo. Se mantendrá para casos posteriores.
- Las cartelas de las esquinas se deforman por encima del 2%

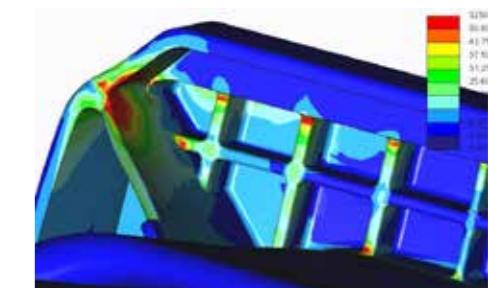


Figura 6.1.1.3 Detalle tensiones caso 2

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.1 PEHD Eraelene MM70: Cubo 37 mm

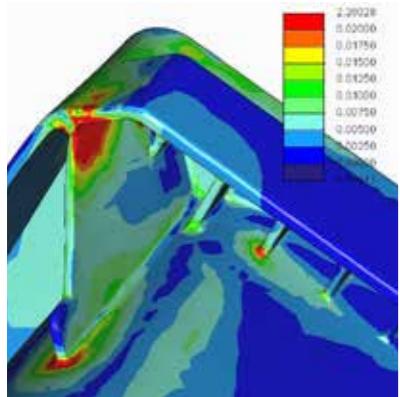
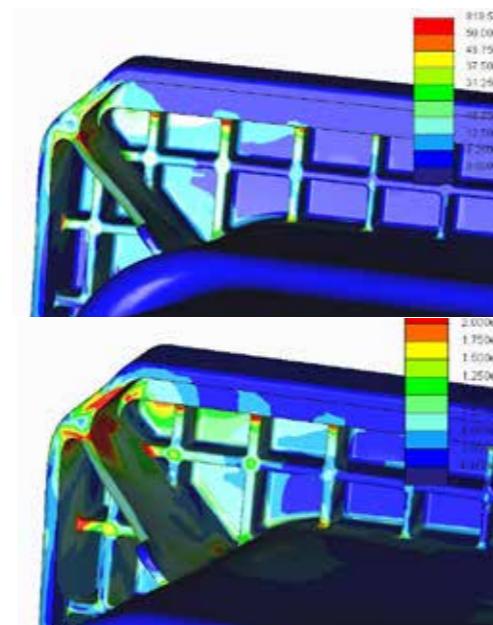


Figura 6.1.1.4 Detalle deformaciones caso 2



Figura 6.1.1.5
Detalle
desplazamientos
caso 2



Figuras 6.1.1.6 Detalle
tensiones y deformaciones caso 3

CASO 3

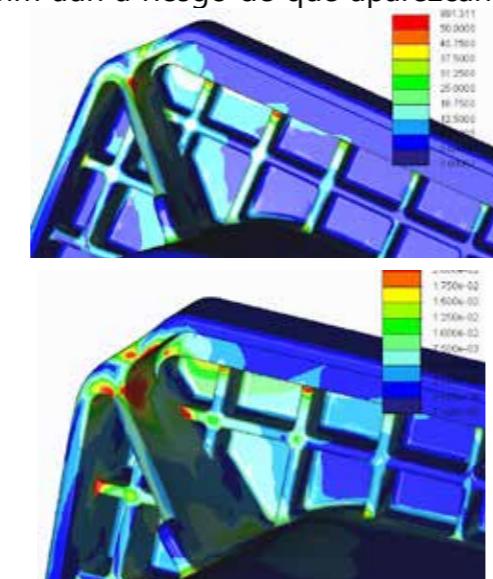
- Aumento del radio de los redondeos.
- Modificación en la zona conflictiva (zona coloreada de color rojo en el gráfico de las tensiones) sustituyendo las esquinas con chaflanes y redondeos mayores
- Se añaden nervios transversales al otro lado de las cartelas con un espesor de 3,5 mm.

Observaciones CASO 3:

- Las tensiones en las cartelas son ligeramente inferiores y detectadas en pequeñas zonas localizadas
- Tensiones en los redondeos de los nervios cercanos a las cartelas
- Disminuye la zona con deformaciones superiores al 2% en las cartelas pero sigue siendo considerable
- Los nervios transversales añadidos han hecho disminuir las tensiones y deformaciones por lo que se mantienen.

CASO 4

- Aumento del valor de los redondeos e incorporación de nuevos redondeos en las zonas críticas.
- Aumento del espesor de las cartelas de 3,5 a 4,3 mm aun a riesgo de que aparezcan rechupes.



Figuras 6.1.1.7 Detalle
tensiones y deformaciones caso 4

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.1.2 PEHD KS10100 DOW Chemical: Cubo 32 mm

Dado que se ha encontrado un diseño de nervios que supere el ensayo mecánico de cogida del cubo inyectado en Eraelene MM70, se realiza el mismo ensayo para el cubo inyectado en KS10100 Dow Chemical partiendo del último diseño de nervios.

CASO 1

El espesor de la toma frontal es de 4,5 mm y el cubo de 3,2 mm.

- Los nervios centrales tienen un espesor de 2,5 mm
- Los nervios cercados a las cartelas tienen 3 mm de espesor
- Las cartelas a 4,3 mm de espesor
- Con bóveda en el fondo

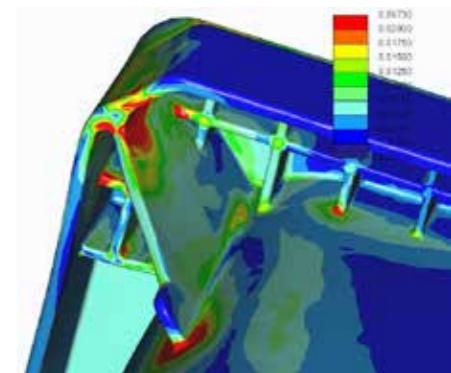


Figura 6.1.2.3 Detalle deformaciones caso 1

Para ver el desarrollo de los casos de manera más detallada, mirar apartado 6.1.1 y 6.1.2 de los anexos

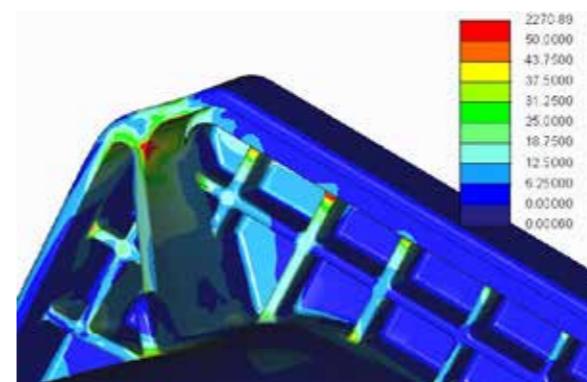


Figura 6.1.2.1 Detalle tensiones caso 1

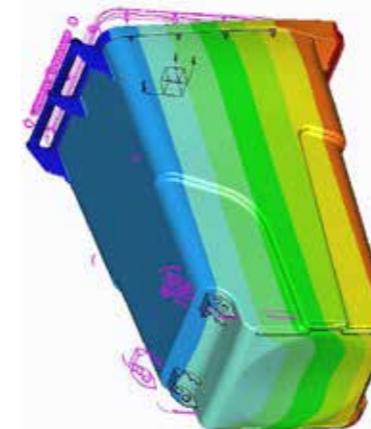


Figura 6.1.2.2 Detalle desplazamientos caso 1

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.1.3 Resultados análisis cogida

En ensayo de cogida es el más crítico de los dos que se proponen. Por ello, se ha aplicado un coeficiente de seguridad de 1,3 para mayor la carga. Además, las cargas y restricciones aplicadas en el ensayo son más desfavorables que lo que se da en la realidad por los siguientes motivos:

- El ensayo es estático suponiendo una carga aplicada en un tiempo prolongado sin embargo en la realidad esta carga solo actúa en un corto instante.
- La elevación del cubo se realiza por medio de un elemento del camión que encaja en el borde y casi simultáneamente en cuento lo separa del suelo y comienza el volcado el cubo tiene un apoyo adicional a media altura de la pared frontal.

Todo ello, hace que los resultados vistos anteriormente se hayan podido dar por válidos.

En cuanto a tensiones, los resultados son similares en ambos cubos (3,7 y 3,2 mm). Las deformaciones son mayores en el cubo con menor espesor, esto indica cual es la zona más crítica.

Por otro lado, en la situación real, el resultado de las tensiones y deformaciones puede cambiar en función de la velocidad y rápida en que suceda la cogida, tal y como tiene comprobado el TIIP del diseño de otros cubos.

Finalmente, no se puede saber como se comportará el cubo a fatiga (la cogida es una acción repetitiva), habría que experimentar con el cubo ya fabricado, ya que con estos ensayos solo se puede obtener una idea aproximada de como se comporta el cubo bajo este tipo de carga.

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.2 Apilado de cubos

En esta segunda situación y teniendo en cuenta el diseño de nervios realizado en el anterior apartado, se estudia que sucede cuando los cubos están apilados, o bien son transportado en un camión.

Tal y como se ha visto en el apartado 4.1 la pila para este cubo es de 16 alturas.

Al igual que en el otro análisis mecánico se necesitan los datos de cargas, restricciones y material correspondientes a esta nueva situación.

RESTRICCIONES: En la situación real, los cubos se apilan en vertical uno encima de otro, apoyándose en el suelo. Por ello, las restricciones se colocarán en la superficie del cubo que está en contacto con dicho suelo.

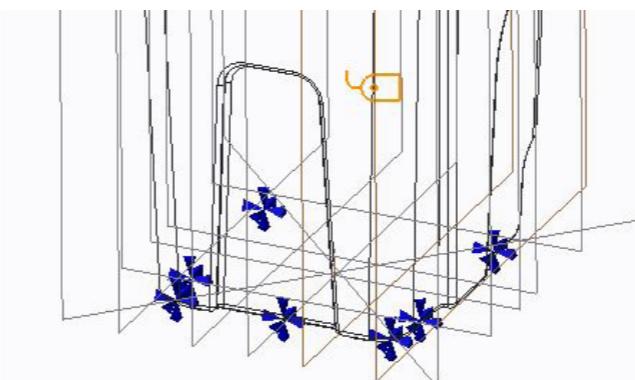


Figura 6.2.1 Restricciones apilado

MATERIAL: Al igual que en el análisis de la cogida del cubo, se aplican los mismos materiales con sus correspondientes propiedades,

CARGAS: Para el caso de una pila de 16 alturas el cubo que mayor carga soporta es el de más abajo que deberá aguantar el peso de los 15 cubos que están sobre él.

Como en este caso influye el peso del cubo, y este es diferente para cada material, se obtienen cargas diferentes para cada estudio.

Cuerpo inyectado con Dow Chemical

$$\text{Peso} = 15 \text{ cubos} \times \text{peso de cada cubo} = 15 \times 9.23 \text{ Kg} = 138.4 \text{ Kg}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Peso} \times \text{gravedad} = 138 \times 10 = 1384 \text{ N}$$

Cuerpo inyectado con Ercalene

$$\text{Peso} = 15 \text{ cubos} \times \text{peso de cada cubo} = 15 \times 8.14 \text{ Kg} = 122.1 \text{ Kg}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Peso} \times \text{gravedad} = 138 \times 10 = 1221 \text{ N}$$

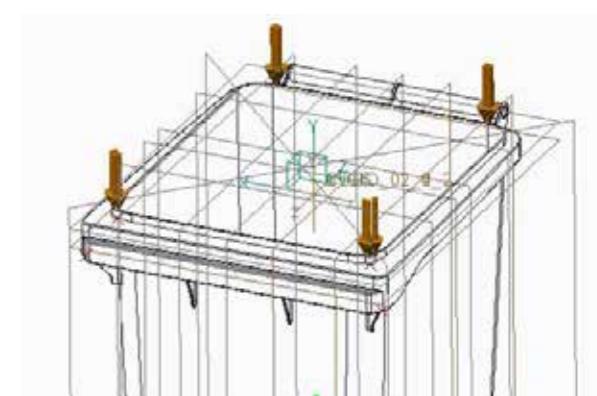


Figura 6.2.2 Cargas apilado

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.2.1 PEHD Eralane MM70: Cubo 3,7 mm

Tensiones

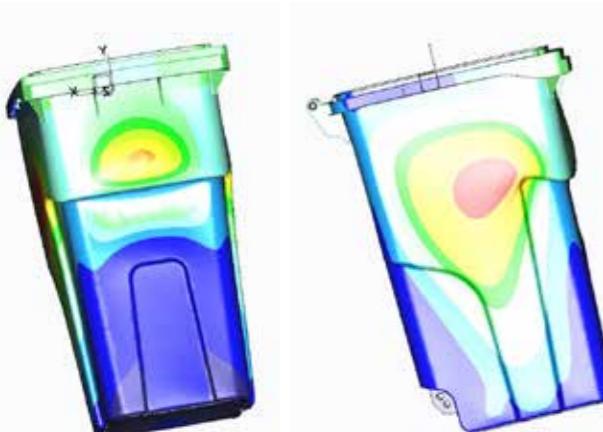


Figura 6.2.1.1 Tensiones cubo 3,7 mm

Para el caso del apilado se escala el gráfico de 0 a 10 MPa para poder visualizar con mayor detalle las zonas más críticas. Como se ve en la imagen no se llegan a alcanzar tensiones superiores a 8 MPa y estas zonas se encuentran en el fondo del cubo justo en las restricciones, y en los rebajados estéticos de la parte delantera que hacen de concentradores de esfuerzos.

A la vista de los resultados el cubo aguanta una pila de 15 unidades sobre él sin ningún riesgo a que rompa y con un factor de seguridad de en torno a 6.

Desplazamientos



Figuras 6.2.1.2 Desplazamientos cubo 3,7 mm

En las anteriores imágenes muestra los desplazamientos con el cubo deformado con un factor de escala de 20 para poder apreciar dichas deformaciones. El cubo más inferior sufre esfuerzos de compresión y el resultado es un abombamiento de las paredes con desplazamientos en torno a 1,7 mm máximo, tanto en las paredes laterales como en la zona frontal (zonas coloreadas de rojo). Estos desplazamientos se consideran admisibles.

Deformaciones



Figura 6.2.1.3 Deformaciones cubo 3,7 mm

En la imagen superior se han escalado las deformaciones al 2% como en casos anteriores. Se observa que en ningún caso se alcanza este valor ya que el máximo se sitúa tan solo 0.25 %.

6. ANÁLISIS MÉCANICO

6.2.2 PEHD KS10100 DOW chemical: Cubo 3,2 mm

Tensiones

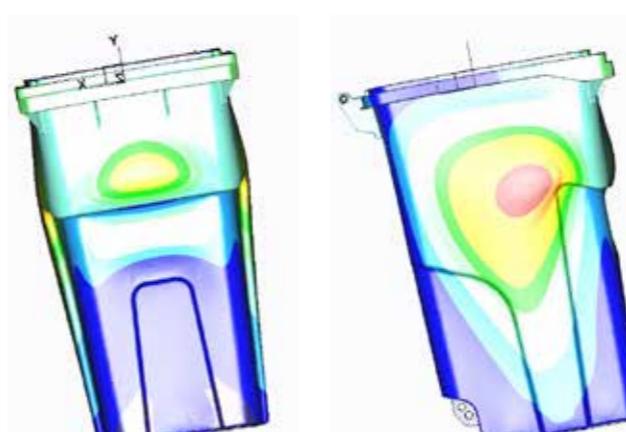


Figura 6.2.2.1 Tensiones cubo 3,7 mm

Se escala el gráfico de 0 a 10 MPa al igual que para el cubo de 3,7 mm. Las tensiones máximas se encuentran en la superficie que apoya en el suelo y en el rebajado delantero.

En este caso las tensiones máximas están en torno a 10 MPa lo que supone un factor de seguridad de 5. Con estos resultados se puede afirmar que este cubo soportará el peso de toda la pila sin mostrar problemas de resistencia.

Desplazamientos



Figuras 6.2.2.2 Desplazamientos cubo 3,7 mm

Al igual que el cubo de 3,7 mm se producen desplazamientos en las paredes laterales y en la zona delantera que producen un abombamiento de la pieza. En este caso los desplazamientos son mayores, llegando a los 2.2 mm.

Para el cubo de 3,2 mm también se observa que la parte de atrás se hunde para dentro 1,5 mm.

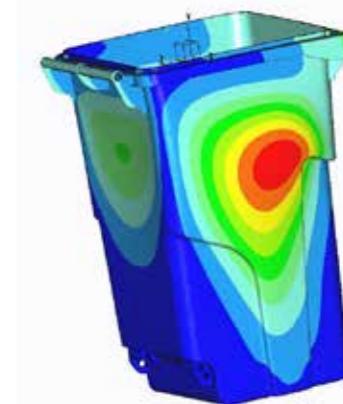


Figura 6.2.2.3 Desplazamientos cubo 3,7 mm

Deformaciones



Figura 6.2.2.4 Deformaciones cubo 3,7 mm

En esta imagen las deformaciones se vuelven a escalar al 2% que se observa que no se alcanza en ninguna zona del cubo.

FASE 4

DESARROLLO

7. DESARROLLO FINAL

En este apartado se va a describir brevemente el desarrollo del cuerpo, recopilando todos los cambios y mejoras realizados durante la fase de cálculo. Se muestra el desarrollo final, donde se han añadido los últimos retoques de diseño junto con la tapa.

Para ver la siguiente información de manera más extendida, consultar apartado 7 de los anexos.



Figuras 7.1 Desarrollo final del cubo

8. RESULTADO FINAL



Figuras 8.1 Vista delantera y trasera del cuerpo



Figura 8.2 Apertura de las tapas



Figuras 8.3 Tapas



Figuras 8.4 Ensamblaje cuerpo + tapas

8. RESULTADO FINAL



Figuras 8.5 Vistas dimensionadas en un entorno

9. CONCLUSIONES

En este apartado se van a enumerar las conclusiones obtenidas de este Proyecto Fin de Grado, en el que se ha trabajado en el diseño y desarrollo de un cubo para residuos urbanos, de dos ruedas, de 240 litros de capacidad e inyectado en polietileno, todo ello engloba el diseño y desarrollo del cuerpo y el diseño estético de la tapa a montar sobre el cuerpo, ofreciendo diferentes opciones del conjunto final.

Como conclusiones generales, se puede decir que, tras el trabajo previo de información y estudio de los cubos, se han conseguido un diseño estético y funcional de un cubo que además resultará novedoso en el mercado con ventajas competitivas respecto a otros cubos.

A partir de este punto, se exponen las conclusiones específicas agrupadas por bloques.

Conclusiones acerca de la fase de información y estudio de mercado

La demanda de los contenedores actuales y de nueva generación surge ante la demanda social de un sistema de reciclaje. Una vez se analizaron a las grandes empresas fabricantes de contenedores y productos de reciclaje en general se ha podido apreciar lo siguiente:

El cubo cumple diferentes funciones gracias a las diferentes partes que lo integran, como el cuerpo, las tapas, asas, soporte ruedas, etc. En apariencia externa, muchos contenedores son similares, utilizan las mismas formas y estructura pero variando mínimamente las dimensiones. La diferencia de pesos indica que las empresas utilizan diferentes espesores.

Las tapas están cogiendo más protagonismo a la hora de diseñar un cubo, ya que actúa como elemento diferenciador.

Conclusiones acerca del diseño estético del cuerpo

Lo primero de todo se realiza una lluvia de ideas de diferentes formas estéticas de cubo y se acaban desarrollando tres líneas diferentes. Con el fin de elegir uno de los conceptos de manera objetiva, se evalúan diferentes características como son el volumen, apilado, altura, holguras y peso entre otras e incluso se ha realizado una consulta estética.

El resultado de esta evaluación es la elección de un cubo diseñado con rebundidos, ya que por varios motivos destaca de los otros dos cubos; su forma estética es novedosa, consigue apilar un gran número de cubos con suficiente holgura, los rebundidos aportan rigidez, y su volumen está dentro del valor aceptado por la normativa.

Conclusiones acerca del diseño estético de la tapa

El diseño estético de la tapa parte del cubo seleccionado, ambos elementos forman parte del conjunto del cubo y deben guardar relación. Se obtienen tres modelos 3D de tapas que son valorados y comparados al igual que se ha hecho con el cubo: volumen total, altura, peso y grado de suciedad.

El resultado de la comparativa de las tapas es que las tres tapas son válidas para el cubo seleccionado no solo por razones estéticas sino que además ayudan al cubo a estar dentro de la normativa. Cada tapa tiene sus puntos fuertes y débiles y podrían usarse junto al cuerpo dependiendo de las prioridades que se tengan (mayor capacidad, mayor apilado, colocación de bocas entre otras).

9. CONCLUSIONES

Conclusiones acerca del proceso de inyección

Al no tener grado concreto se han analizado dos PE diferentes unos más fluido (KS10100 Dow Chemical y otro más viscoso (Eraclene MM70) y se ha buscado el mínimo espesor necesario para cada material sometiendo al cubo a simulaciones de inyección y la consiguiente programación de los parámetros en las fases de llenado y compactación consiguiendo inyectar bajo las restricciones impuestas en el pliego de condiciones (máquina a usar de 2700 Tn). Se obtiene un espesor mínimo de 3,2 mm con el KS10100 Dow Chemical y 3,7 mm con el Eraclene MM70 dando lugar a cuerpos de 6,54 Kg y 7,49 Kg respectivamente.

Por último se analizan las deformaciones que sufre la pieza al inyectarse, los resultados en cuanto a alabeo son que el Eraclene da mejores resultados, pero no se debe descartar inyectar con el material de KS10100 Dow dado que los resultados vistos se pueden considerar dentro de lo admisible según la experiencia que se tiene en el TIIP en este aspecto.

Conclusiones acerca del análisis resistente

Se estudia el comportamiento del cuerpo frente a situaciones reales de la vida en uso del producto; cogida el cubo por el camión de basura y apilado de cubos cuando están almacenados. En este bloque se diseña el nervado necesario para soportar las cargas con espesores de diferentes dimensiones aun a riesgo de generar rechupes pero consiguiendo que el cubo sea resistente.

10. LÍNEAS FUTURAS

Una vez se ha diseñado el conjunto del cubo con su cuerpo y sus tres alternativas de tapa cabe señalar, que las empresas suelen utilizar una línea de diseño para toda la gama de contenedores.

Esto quiere decir que un mismo diseño se aplica a las distintas capacidades (siempre dentro de la misma tipología de cubo, en este caso de carga trasera y dos ruedas) de 320, 240, 180, 120 y 80 litros.

Por lo tanto, una línea futura de trabajo sería la adaptación del diseño obtenido en este proyecto al resto de capacidades.



Figuras 10.1 Línea estética futura

11. BIBLIOGRAFÍA

Esta bibliografía corresponde a todas las fuentes consultadas para el desarrollo del presente proyecto. Es por ello que algunas fuentes aquí detalladas no aparecen en este documento, pero sí lo hacen en los anexos.

- | | |
|--|-----------------------------|
| [1] http://es.wikipedia.org | Consultado en Junio de 2014 |
| [2] http://www.dipalme.org | Consultado en Junio de 2014 |
| [3] http://www.contenur.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [4] http://www.economiadelaenergia.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [5] http://deleiteplazas.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [6] http://www.ecologiaverde.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [7] http://www.ambientum.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [8] http://www.soydezaragoza.es | Consultado en Junio de 2014 |
| [9] http://noticias.lainformacion.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [10] http://tecnologiadelpolietileno.blogspot.com.es | Consultado en Junio de 2014 |
| [11] Francisco Javier Castany, Arantza Martínez, Jorge Aísa, "Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (I): el material", prensas de la universidad de Zaragoza, 2013 | |
| [12] http://docencia.udea.edu.co | Consultado en Junio de 2014 |
| [13] http://www.rosroca.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [14] http://www.jcoplastic.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [15] http://www.plasticommunity-medioambiente.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [16] http://www.alquienvas.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [17] http://www.equiurbe.com | Consultado en Junio de 2014 |
| [18] http://www.formatoverde.com | Consultado en Junio de 2014 |

II. BIBLIOGRAFÍA

- [19] <http://www.martincontenedores.com> Consultado en Junio de 2014
- [20] <http://www.pesco.cl> Consultado en Junio de 2014
- [21] <http://www.w-weber.com> Consultado en Junio de 2014
- [22] <http://www.sulo.com> Consultado en Junio de 2014
- [23] <http://www.bizrice.com> Consultado en Junio de 2014
- [24] <http://luisaalza22.blogspot.com.es> Consultado en Junio de 2014
- [25] <http://www.nuevoshitos.residuos.blogspot.com> Consultado en Junio de 2014
- [26] <http://www.plasticosroca.com.ar> Consultado en Junio de 2014
- [27] <http://www.ovosolutions.com> Consultado en Junio de 2014
- [28] Norma española UNE-EN 840-1:2012

[29] Temario académico: Biomecánica, asignatura ergonomía, Departamento de Ingeniería de Diseño y fabricación, Rubén Rebollar, Javier Hernández-Carrión y Iñaki Gil

Curso 2012-2013

[30] Tablas de datos antropométricos de la población española (diciembre 1996 - corregidos octubre 1999)

Otras consultas:

PFC: "Diseño de contenedor para reciclado selectivo de aceite doméstico", Fonbuena Molina, Patricia. (2011)

TFM: "Diseño de un sistema integrado de cogida y apertura mediante pedal para un contenedor de carga lateral", Lozano Sanz, Carolina (2012)

TFG: "Diseño y desarrollo de una espada con nuevas funcionalidades integradas para un contenedor de carga lateral", García Garrote Ana. (2012)

TFG: "Diseño y desarrollo de tapas de usuario y descargas para un contenedor de carga lateral y eje fijo", Lorente Moreno, Juan. (2013)

III:

EVALUACIÓN ECONÓMICA

CÁLCULO DE COSTES

Para realizar un cálculo del coste del cubo se debe tener en cuenta: el precio de la materia prima y el coste del uso de la máquina. A continuación, se detallan los cálculos realizados para obtener el precio de cada pieza, dado que se tienen dos cubos, uno de 3,7 mm de espesor y otro de 3,2 mm. El material como materia prima, se considera el mismo, PE.

1. PRECIO POR MATERIA PRIMA

Para calcular el precio de la materia prima es necesario conocer el peso de cada cubo y el precio del PE.

$$\text{€ pieza} = \text{€/Kg de materia prima} \times \text{kg de la pieza}$$

> Peso del cubo

Cubo 3,7 mm espesor (FLECHA) 9,23 Kg.

Cubo 3,2 mm espesor (flecha) 8,14 Kg.

> Precio material

El precio del PE es de 1,5 €/Kg (según datos del TIIP)

> Coste por materia prima

$$\text{Cubo de 3,7 mm: } 9,23 \times 1,5 = 13,84 \text{ €/materia prima}$$

$$\text{Cubo de 3,2 mm: } 8,14 \times 1,5 = 12,21 \text{ €/materia prima}$$

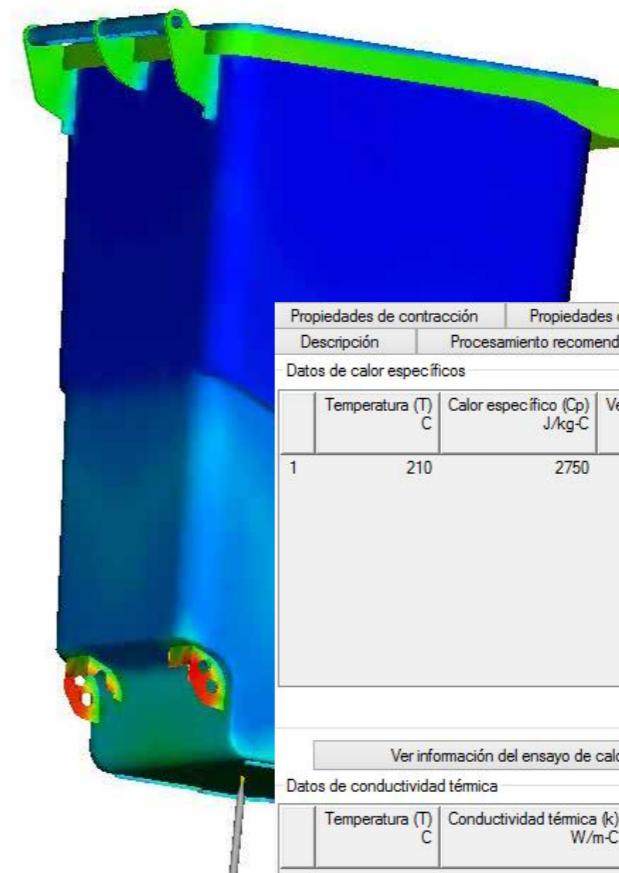
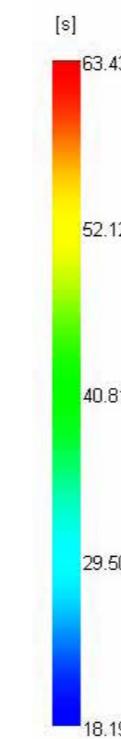
2. PRECIO POR FABRICACIÓN

Para calcular el precio de máquina de una pieza se debe tener en cuenta: el tiempo de ciclo, la fuerza de cierre de la máquina de inyección y el precio/hora de la misma.

> Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo se considera el tiempo total que necesita estar la pieza en la máquina. El software MOLDFLOW denomina este valor como el tiempo total para alcanzar la temperatura de expulsión. Este tiempo de expulsión depende de las propiedades térmicas del material y la zona de mayor espesor de la pieza. Todos estos datos se sacan de MOLDFLOW y se muestran a continuación.

CÁLCULO DE COSTES



Propiedades de contracción		Propiedades de carga		Propiedades ópticas		Impacto medioambiental
Descripción	Procesamiento recomendado	Propiedades reológicas		Propiedades térmicas		
Datos de calor específicos						
Temperatura (T) C	Calor específico (Cp) J/kg·C	Velocidad de calentamiento/refrigeración C/s				
1	210	2750				0

Ver información del ensayo de calor específico...						
Datos de conductividad térmica						
Temperatura (T) C	Conductividad térmica (k) W/m·C	Velocidad de calentamiento/refrigeración C/s				
1	210	0.39				0

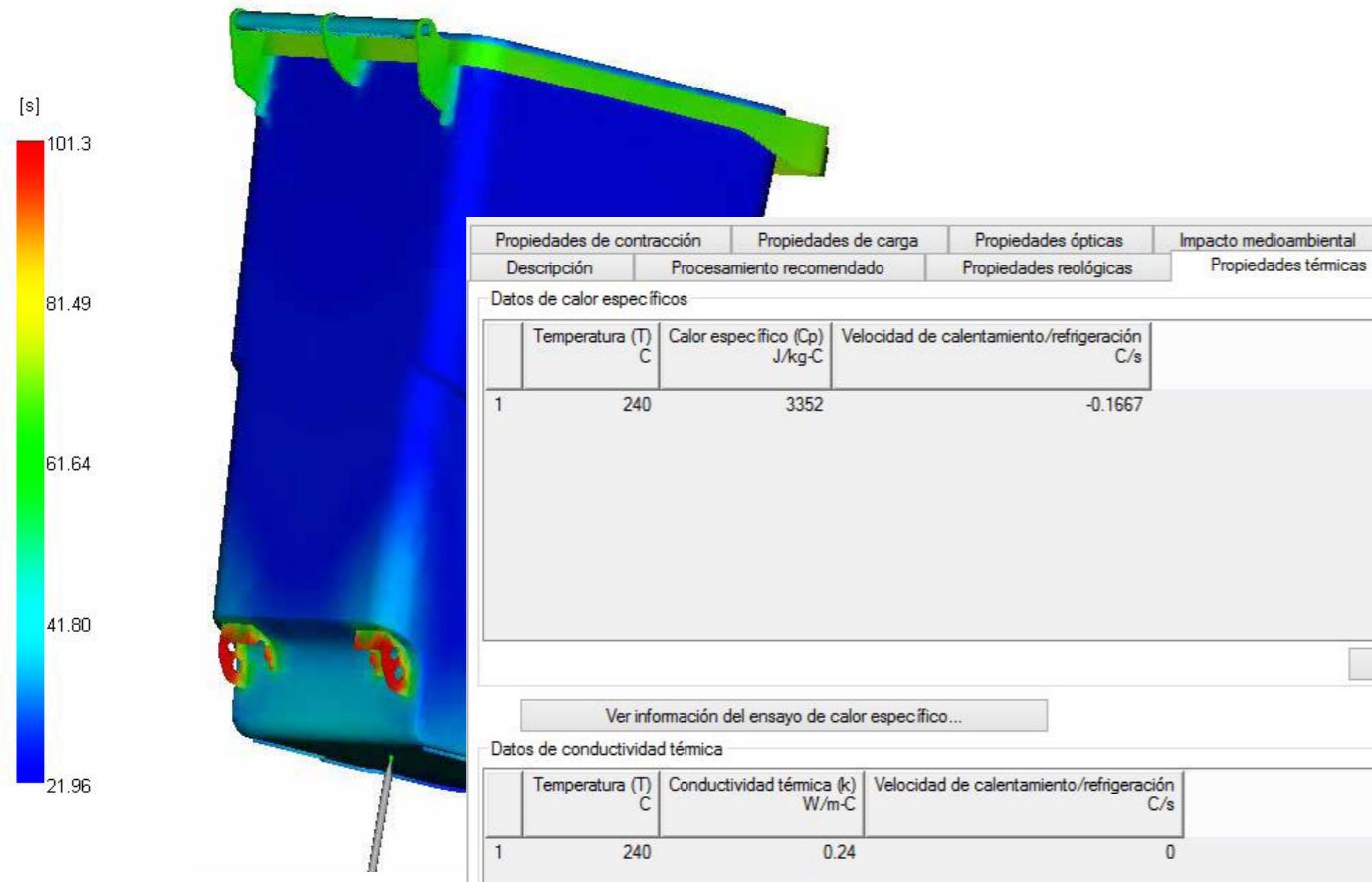
Figuras: Recogida de datos del software cubo 3,7 mm

El Eralene tiene una conductividad térmica de 0,39 W/mCº y un calor específico de 2750 J/KgCº, y teniendo en cuenta que la temperatura del molde está fijada a 60º se obtiene lo siguiente:

Tiempo de ciclo para cubo de 3,7 mm: 63 s

CÁLCULO DE COSTES

El KS10100 tiene una conductividad menor, 0,24 W/mCº y un calor específico de 3352 J/KgCº, por lo que necesita más tiempo para enfriarse. Y con el molde a 40º este es el tiempo que tarda en llegar a la temperatura de extracción:



Figuras: Recogida de datos del software cubo 3,2 mm

Tiempo de ciclo para cubo de 3,2 mm: 101 s

Tanto para un cubo como para el otro, el espesor que condiciona el tiempo de ciclo es la zona de las ruedas (zona con mayor espesor): 8 mm de espesor.

CÁLCULO DE COSTES

> Máquina de inyección

Tanto el cubo de 3,7 mm y el de 3,2 mm usan una máquina de 2700 Tn impuesta en el pliego de condiciones para fabricar las piezas.

Máquina de 2700 (flecha) 160 €/hora (según datos del TIIP)

> Coste por fabricación

Cubo de 3,7 mm:

$$\frac{3600 \text{ s/h}}{63 \text{ s(ciclo)} + 10 \text{ s(apertura y cierre del molde)} + 7 \text{ s(manipulación robot)}} = \frac{3600 \text{ s/h}}{80 \text{ s}} = 45 \text{ cubos/hora}$$

$$\frac{160 \text{ €/hora}}{45 \text{ cubos/hora}} = 3,55 \text{ €/cubo}$$

Cubo de 3,2 mm:

$$\frac{3600 \text{ s/h}}{101 \text{ s(ciclo)} + 10 \text{ s(apertura y cierre del molde)} + 7 \text{ s(manipulación robot)}} = \frac{3600 \text{ s/h}}{118 \text{ s}} = 30 \text{ cubos/hora}$$

$$\frac{160 \text{ €/hora}}{30 \text{ cubos/hora}} = 5,33 \text{ €/cubo}$$

Cubo de 3,7 mm: 3,55 €/fabricación por cubo

Cubo de 3,2 mm: 5,33 €/fabricación por cubo

3. PRECIO POR CUBO

Finalmente se realiza la suma entre el precio de la materia prima y el precio de máquina para cada cubo, que resultará el coste aproximado de fabricación.

Cubo de 3,7 mm: 13,84 € + 3,55 € = 17,39 €/cubo

Cubo de 3,2 mm: 12,21 € + 5,33 € = 17,54 €/cubo

AMORTIZACIÓN

El cubo es una pieza de plástico de grandes dimensiones geométricas y de alto consumo industrial. La inversión del molde para fabricar este tipo de piezas es elevada y es necesario amortizarlo.

Se realiza una estimación sobre el cálculo de amortización del molde del cubo con los siguientes datos:

Amortización de 250.000 €

Duración de 2, 3 o 4 años.

Producción de 60.000, 80.000 y 100.000 cubos/año.

> Amortización a 2 años

$$250.000/2 = 125.000 \text{ euros de amortización/año}$$

$$125.000/60.000 = 2,08 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/80.000 = 1,56 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/100.000 = 1,25 \text{ € de amortización por cubo}$$

> Amortización a 3 años

$$250.000/3 = 83.333 \text{ euros de amortización/año}$$

$$125.000/60.000 = 1,38 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/80.000 = 1,01 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/100.000 = 0,83 \text{ € de amortización por cubo}$$

> Amortización a 4 años

$$250.000/4 = 62.500 \text{ euros de amortización/año}$$

$$125.000/60.000 = 1,04 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/80.000 = 0,78 \text{ € de amortización por cubo}$$

$$125.000/100.000 = 0,62 \text{ € de amortización por cubo}$$

AMORTIZACIÓN

En la siguiente tabla se recopilan los datos calculados sobre la amortización a realizar en 2, 3 o 4 años para diferentes cantidades de cubos al año.

AMORTIZACIÓN	2 años	3 años	4 años
100.000 cubos/año	1,25	0,83	0,62
80.000 cubos/año	1,56	1,01	0,78
60.000 cubos/año	2,08	1,38	1,04

Precios redondeados a 2 decimales

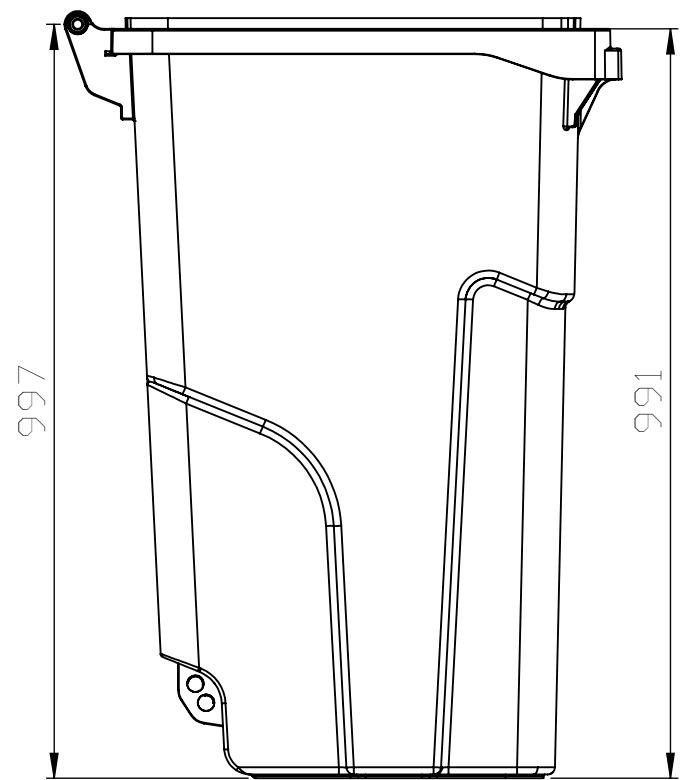
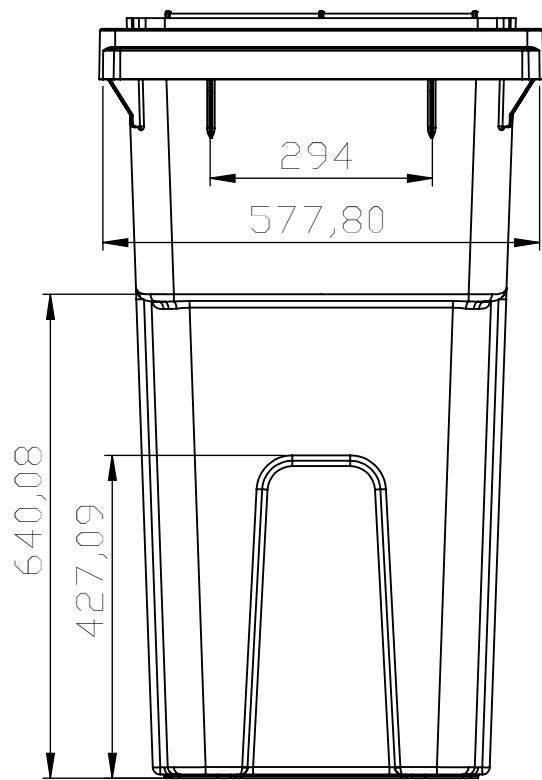
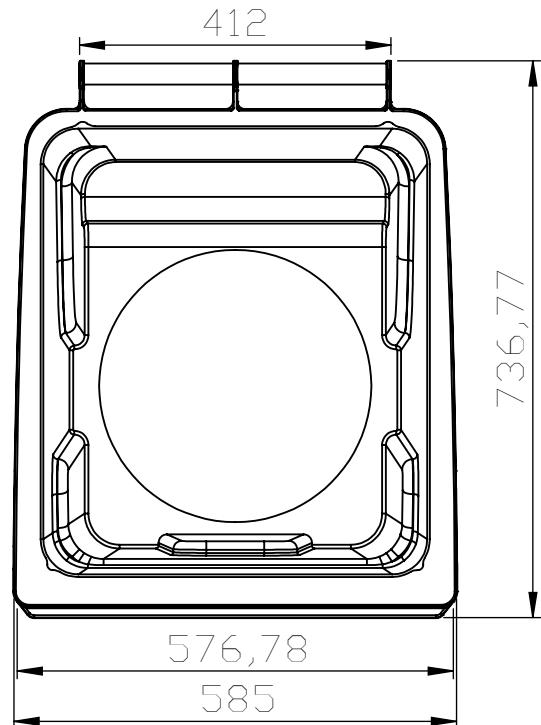
Así, por ejemplo si se quiere amortizar el cubo a 3 años, suponiendo que se harán unos 60.000 cubos cada año, se deberá añadir 1,38 € al precio final del cubo para conseguir amortizar el molde. O si se quiere hacer a 4 años, con una producción de 100.000 cubos por año, habría que subir el precio del cubo 0,63 € más.

M:

PLANOS

ÍNDICE PLANOS

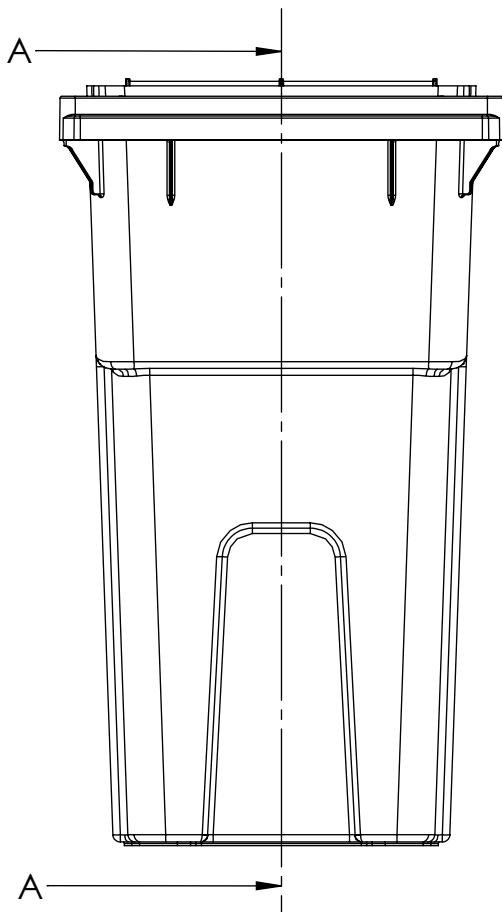
- 1.01 Cuerpo del cubo
- 1.02 Detalles cuerpo del cubo
- 1.03 Tapa con realce
- 1.04 Tapa con agarre frontal
- 1.05 Tapa con rehundido
- 1.06 Ensamblaje cuerpo + tapa



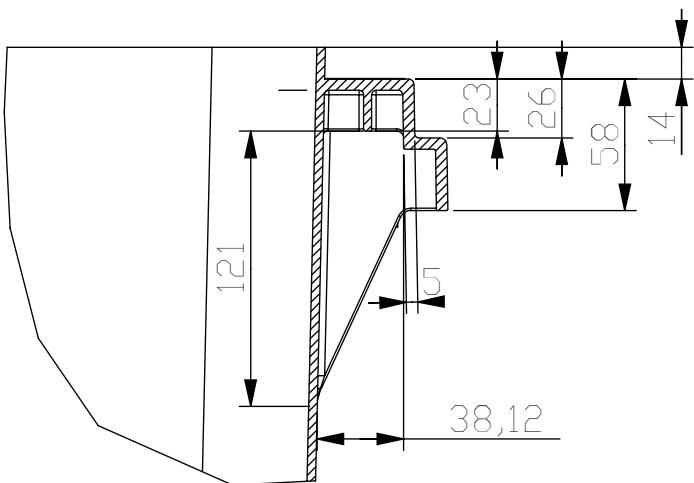
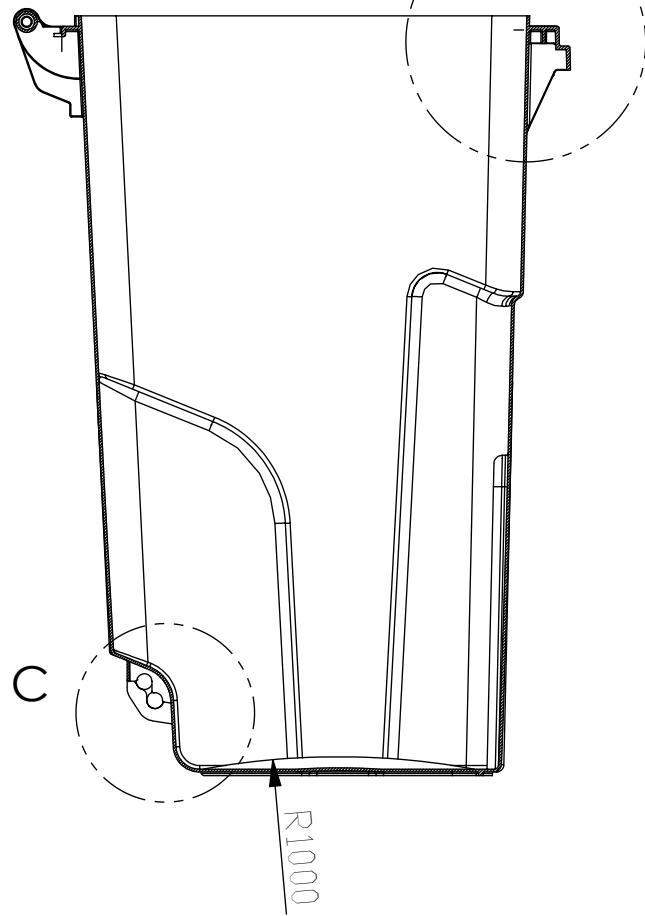
1	1	Cuerpo		EN 840-1	PEHD			
Marca	Nº pieza	Designación		Norma	Material			
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO				
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:	1:10			
Comprobado	15/11/204	Julia Martín						
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano							
Título:	Cuerpo del cubo							
	Conjunto Nº: 1.00							
	Plano Nº: 1.01							



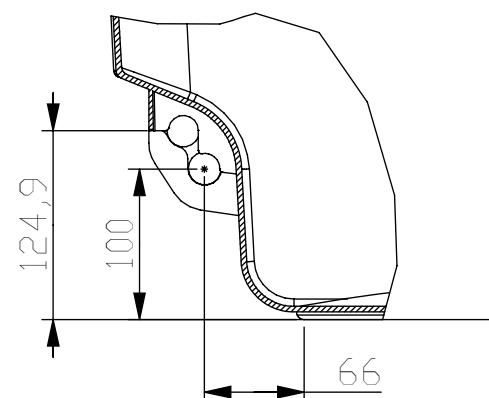
Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Corte A-A

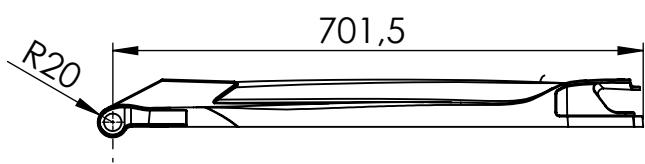
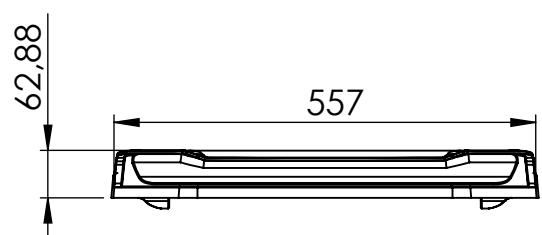
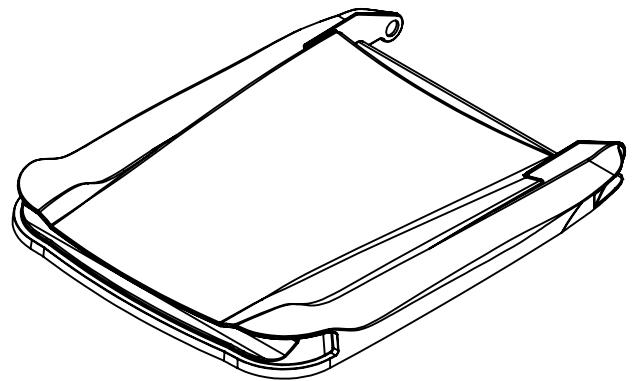
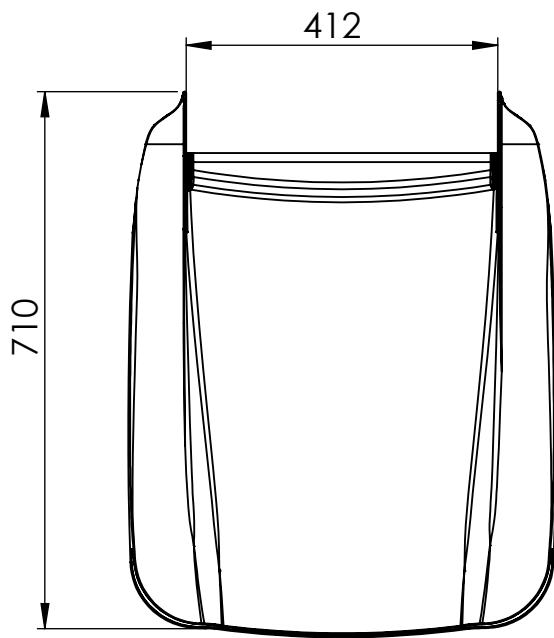


Detalle B 1:40

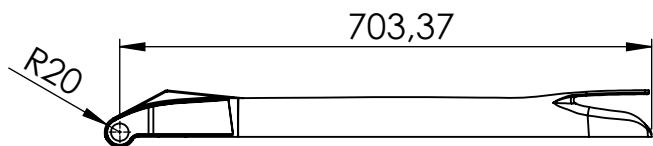
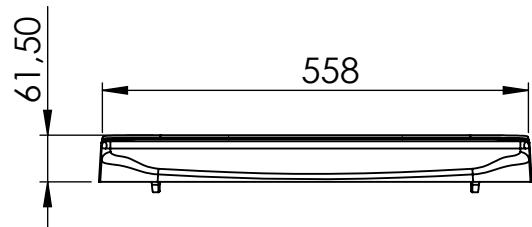
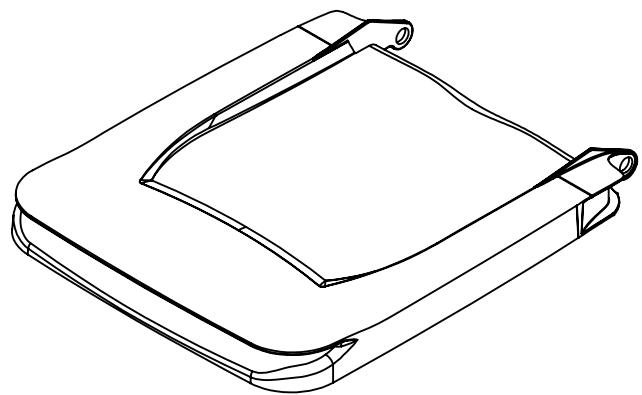
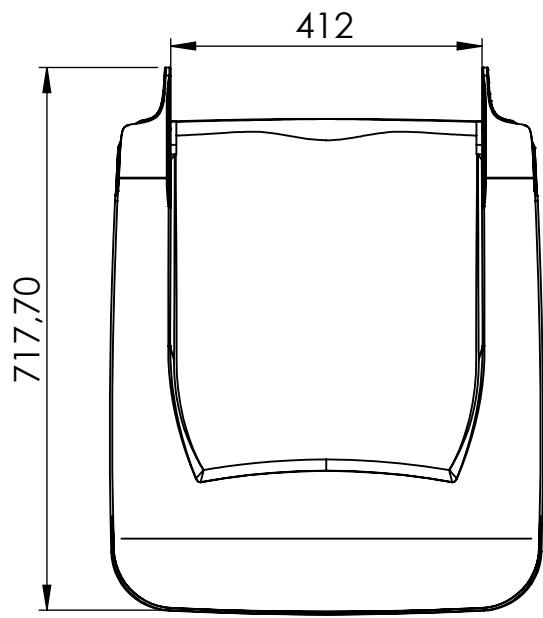


Detalle C 1:40

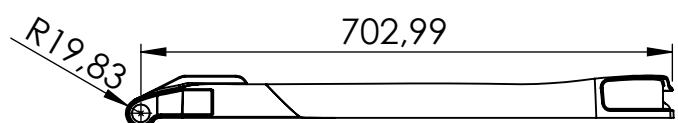
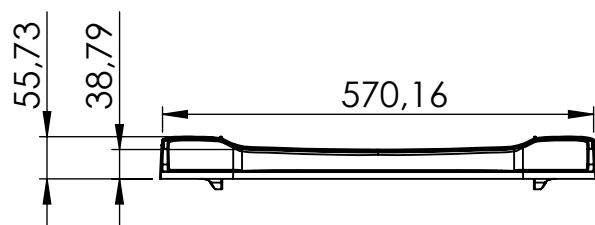
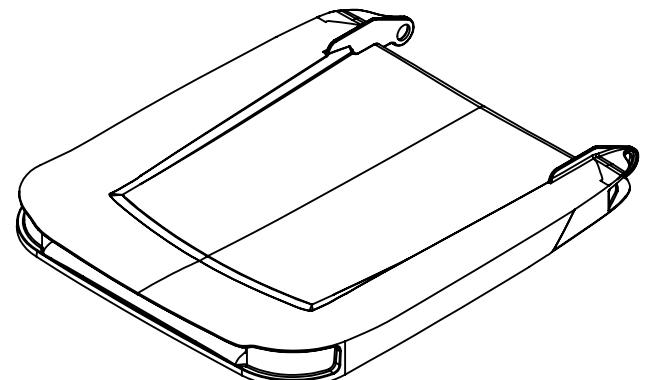
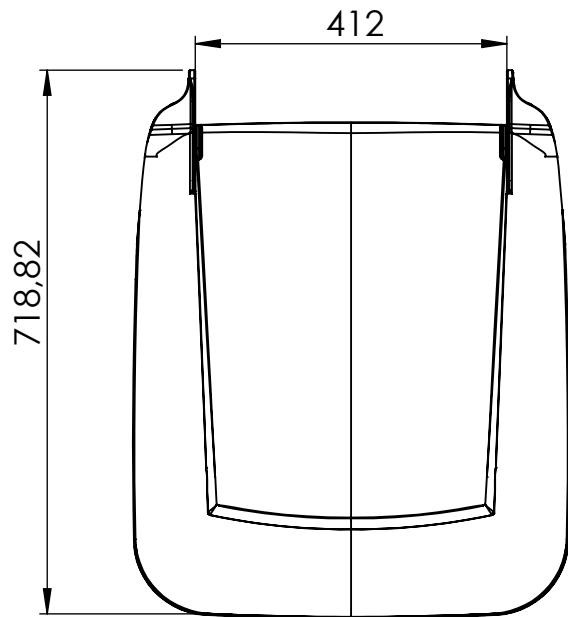
1	1	Cuerpo		EN 840-1	PEHD
Marca	Nº pieza	Designación		Norma	Material
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO	
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:	
Comprobado	15/11/204	Julia Martín		1:10	
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano				Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Título:	Detalles cuerpo del cubo			Conjunto N°:	1.00
				Plano N°:	1.02



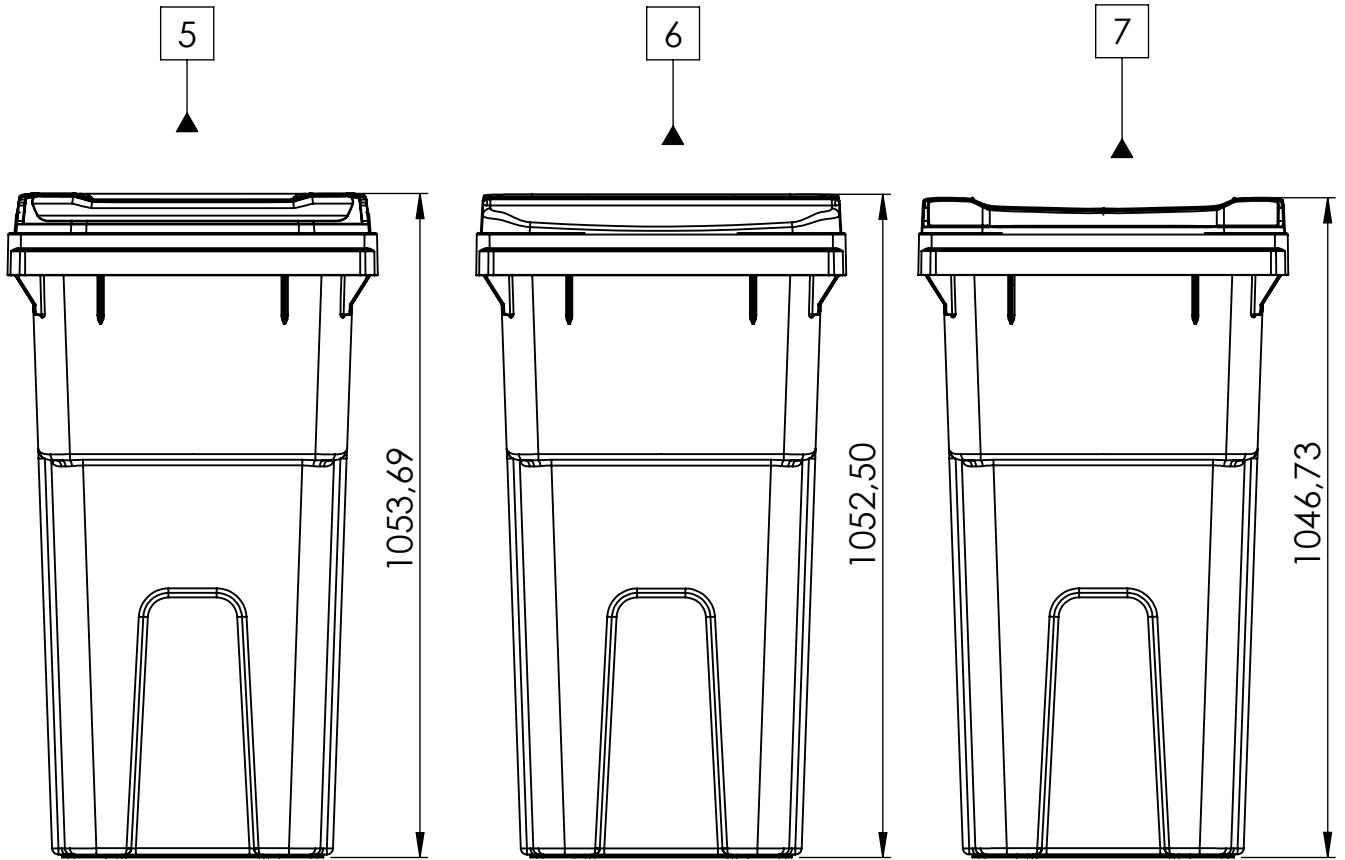
2	1	Tapa con realce		EN 840-1	PEHD
Marca	Nº pieza	Designación		Norma	Material
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO	
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:	1:10
Comprobado	15/11/204	Julia Martín			
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano				Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Título:	Tapa con realce			Conjunto Nº:	1.00
				Plano Nº:	1.03



3	1	Tapa agarre frontal	EN 840-1	PEHD
Marca	Nº pieza	Designación	Norma	Material
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:
Comprobado	15/11/204	Julia Martín		1:10
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano			 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Título:	Tapa con agarre frontal			Conjunto Nº: 1.00
				Plano Nº: 1.04



4	1	Tapa con rehundido	EN 840-1	PEHD
Marca	Nº pieza	Designación	Norma	Material
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:
Comprobado	15/11/204	Julia Martín		1:10
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano			 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Título:	Tapa con rehundido			Conjunto Nº: 1.00
				Plano Nº: 1.05



7	1	Cuerpo+T.rehundido	EN 840-1	PEHD	
6	1	Cuerpo+T.agarre frontal	EN 840-1	PEHD	
5	1	Cuerpo+T.realce	EN 840-1	PEHD	
Marca	Nº pieza	Designación	Norma	Material	
	Fecha	Autor	Firma	PROYECTO FIN DE GRADO	
Dibujado	15/11/204	Julia Martín		Escala:	
Comprobado	15/11/204	Julia Martín		1:12	
Proyecto:	Diseño y desarrollo de un cubo para residuo urbano			Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Título:	Ensamblaje cubo + tapa			Conjunto N°: 1.00	
				Plano N°: 1.06	