



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Diseño y Desarrollo del Subconjunto Patín de un
Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos

Autor/es

Carlos Urchaga Bernad

Memoria 1/2

Director/es

Jorge Aísa Arenaz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2013

Diseño y Desarrollo del Subconjunto Patín de un Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos.

RESUMEN

El presente documento refleja el trabajo realizado para llevar a cabo el proyecto que da nombre al mismo, es decir, "Diseño y Desarrollo del Subconjunto Patín de un Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos".

Dicho proyecto corresponde a una parte concreta dentro de otro proyecto de mayor envergadura, que es el desarrollo de un nuevo contenedor de carga lateral bajo petición de la empresa CONTENUR y que se desarrolla dentro del grupo de trabajo del TIIP (Taller de Inyección de la Industria de los Plásticos) del departamento de Ingeniería Mecánica de la EINA.

El proyecto nace del deseo de renovación de la cartera de productos de la empresa CONTENUR.



Figura 0.1. Logo de CONTENUR

CONTENUR, fundada en 1984, es una compañía dedicada al diseño, producción y comercialización de sistemas de contenedores para la recogida mecánica de residuos, papeleras y áreas de ocio.

Dentro del TIIP, grupo en que se desarrolla el proyecto que a continuación se documenta, se lleva a cabo cada una de las piezas que conforman el producto respetando la forma establecida con anterioridad y teniendo en cuenta su forma de fabricación, logística, mantenimiento y uso que el producto va a requerir tras su desarrollo. En cuanto al objeto del proyecto, se podría resumir de la siguiente forma:

Los contenedores estacionarios de cogida lateral de Residuos Sólidos Urbanos presentan en su fondo elementos que por una parte protegen el cuerpo y por otra ayudan a desplazarlo cuando el camión de recogida interactúa con ellos. Estos elementos se conocen como patines y representan el subconjunto a diseñar dentro del proyecto.

Suelen estar formados por un elemento rodante (rodillo) y un soporte que va fijado al fondo del contenedor. Como se ha dicho, el trabajo a realizar forma parte de un proyecto de un nuevo contenedor en ejecución, y se parte de un modelo actual que se podría optimizar puesto que parte del soporte no trabaja de forma significativa, pudiendo reducirse.

Entre los objetivos a alcanzar en este proyecto estarán,

a) El diseño del patín que cumpla con su adecuada relación entre forma y función (dimensiones, restricciones geométricas, forma de fijación...); y,

b) Delimitar la forma de fabricación en materiales plásticos, tecnología prefijada en el desarrollo. Esto conllevará una segunda faceta de toma de decisiones ligada a la inyección, a partir de los límites físicos y tecnológicos del proceso (espesores, materiales, tamaño de molde, desmoldeos, etc.) y un análisis de costes asociados.

Esta doble definición (funcionalidad + fabricación) deberá servir para conocer la viabilidad del proyecto y para valorar la continuidad del mismo dentro del conjunto del desarrollo del contenedor completo, respondiendo de esta manera a los objetivos de aprendizaje marcados para la titulación en un ámbito de decisiones ligado a desarrollos industriales.

ÍNDICE

0.	Objeto y alcance.....	Pág. 8
1.	Documentación.....	Pág. 9
1.1.	¿Qué es un contenedor de R.S.U. y un patín?.....	Pág. 9
1.2.	Segmentación.....	Pág. 10
1.3.	Competencia.....	Pág. 10
1.4.	Consideraciones sobre la Inyección.....	Pág. 12
1.5.	Normas y Referencias.....	Pág. 13
1.6.	Especificaciones de Diseño.....	Pág. 14
2.	Diseño Funcional del Patín.....	Pág. 15
3.	Diseño para Fabricación.....	Pág. 21
3.1.	Posición de la pieza en el molde.....	Pág. 21
3.2.	Planteamiento de soluciones para la fabricación.....	Pág. 21
3.3.	Análisis del Proceso de Fabricación.....	Pág. 22
	3.3.1. Posibles puntos de inyección.....	Pág. 22
	3.3.2. Construcción sistema colada.....	Pág. 23

4.	Definición final de proceso y producto.....	Pág. 26
4.1.	Diseño Formal/Funcional.....	Pág. 26
4.2.	Fabricación.....	Pág. 29
4.2.1.	Llenados Parciales.....	Pág. 29
4.2.2.	Presión compactación.....	Pág. 29
4.2.3.	Temperatura de flujo.....	Pág. 30
4.2.4.	Tiempo de Expulsión.....	Pág. 30
4.2.5.	Defectos esperados.....	Pág. 31
4.3.	Presupuesto.....	Pág. 32
4.3.1.	El Material.....	Pág. 32
4.3.2.	La Maquinaria.....	Pág. 32
4.3.3.	El Molde.....	Pág. 33
4.3.4.	Coste Patín.....	Pág. 33
4.3.5.	Subconjunto Patín.....	Pág. 34
4.4.	Presentación del Producto Final.....	Pág.34
5.	Conclusiones.....	Pág.35
6.	Bibliografía.....	Pág. 35

Objeto y Alcance

Desde los inicios de la humanidad los residuos, comúnmente llamados basura, han estado presentes en el mundo. Sin embargo, antes de la conformación de las ciudades, los desechos no fueron relevantes para el hombre, ya que su condición nómada le permitía cambiar de lugar sin preocuparse de lo que arrojaba a su paso. Cuando estas poblaciones se volvieron sedentarias surgió el problema de la gestión de los residuos.

En este contexto, el reciclaje se plantea como una alternativa viable para contribuir con la ardua tarea de la eliminación de los desperdicios, y como un aporte directo para preservar el medioambiente mundial.

Para llevar a cabo este reciclaje, las ciudades han desarrollado sistemas de recogida, transporte y reciclado propiamente dicho de tales residuos con el objeto de facilitar la vida a los ciudadanos. Dentro de la fase de recogida de residuos, los Ayuntamientos han puesto a disposición del ciudadano una serie de contenedores en los que éstos pueden depositar sus residuos. Estos contenedores se dividen en varios tipos en función de la capacidad, de la forma de carga al camión y del tipo de residuo que van a contener.

Nuestro proyecto, englobará los contenedores de residuos sólidos urbanos de carga lateral para plásticos, vidrio, papel y cartón o residuos orgánicos. Para una capacidad de 2200 L o 3200 L. Estos contenedores, en su fondo presentan unos elementos que por una parte protegen el cuerpo del cubo y por otro ayudan a desplazarlos cuando el camión de recogida interactúa con ellos. Están formados por un elemento rodante (rodillo) y un soporte que va fijado al fondo del contenedor. Estos elementos son los patines y representan el objeto del proyecto.

Se realizará un estudio sobre la innovación y desarrollo de un patín. En este contexto se desarrollarán los siguientes apartados: memoria del producto, información técnica (planos) y presupuesto.

El objetivo de este proyecto es diseñar un patín que cumpla con su adecuada relación entre forma y función y que además lo haga de la forma más económica posible. Así mismo, el proyecto también ha de definir y delimitar cada una de las partes y aspectos del producto, así como su plan de fabricación y producción, justifican-

do la toma de decisiones en el desarrollo del mismo. Esta definición servirá para conocer la viabilidad del proyecto y para valorar la continuidad del mismo.

El diseño del patín será fabricado por la empresa "Contenur" la cual adquirirá los componentes comerciales que se indican en apartados posteriores de proveedores diversos y fabricará los diseños propios, ensamblando ambas partes en su cadena de montaje.

El número unidades fabricadas dependerá de la demanda del mercado. Por cada contenedor que se venda habrá cuatro patines, por lo que según los datos de ventas se actuará disminuyendo o aumentando la producción.

A diferencia de otros productos, el patín no es un objeto con el que deba interactuar el usuario y por tanto no tiene ningún mercado objetivo. Tan sólo tiene que tener una forma que se adecúe a su función. Lo que se busca con este proyecto es la optimización de otros factores de la producción como el material o el transporte.

Descrito por puntos, las mejoras actúan en torno a:

- Cantidad de material utilizado para fabricar el producto. Esta medida servirá a la empresa para optimizar el beneficio.
- Disminución en el número de componentes, lo cual también abaratará el producto.
- Redefinición de la función (y por tanto de la forma) del patín debido a una modificación en el cuerpo del cubo.

1. DOCUMENTACIÓN

1.1. ¿Qué es un contenedor de R.S.U. y un patín?

Tal y como el título del proyecto indica, el subconjunto patín a diseñar y desarrollar debe ser de la tipología de carga lateral para contenedores de residuos sólidos urbanos (RSU) y selectivos.

Las diferencias entre los tipos de contenedores residen en la forma de realizar la descarga de su contenido al camión contenedor. En el caso de contenedores de carga lateral (C.L.), su descarga se realiza como bien indica su nombre por un lateral del camión.

Una de las ventajas de esta tipología de descarga es que elimina la necesidad de operarios que manipulen el contenedor para colocarlo en el mecanismo del camión y después proceder a la descarga. En este caso, es el propio camión quien realiza la tarea, recogiendo y dejando el contenedor en su posición específica.

En CONTENUR, los contenedores de carga lateral son fabricados por inyección con polietileno de alta densidad y destacan por su robustez, ligereza y funcionalidad. Estos dispositivos son diseñados pensando en facilitar su manejo, mantenimiento sencillo y además se adaptan a los distintos tipos de recogida.

La empresa cuenta con dos tamaños diferentes de contenedor, de 2.400 y 3.200 litros, y de cada uno de ellos existen diferentes versiones que permiten adaptarse a las especificaciones de cada contrata.

Antes de que se diseñara un sistema de carga lateral de los contenedores, estos tenían que ser empujados por unos operarios hasta la parte trasera del camión.

Una vez colocado en su posición adecuada, accionaban un mecanismo que vaciaba el contenido dentro del camión y luego lo volvía a depositar en el suelo para que los operarios lo dejaran en su lugar correspondiente.

Para poder desplazar el contenedor de un sitio a otro arrastrando, se tuvieron que colocar en el fondo unas ruedas del orden de 160 a 200 mm que pudieran rodar y rotar a voluntad de los operarios.

Posteriormente, al implementar el sistema de carga lateral, dejó de ser necesario el transportar los cubos de un sitio a otro. Así pues los elementos que iban en el fondo del contenedor pasaron de ser unas ruedas a unos patines. Estos patines perdieron la función de rotación (ya no era necesaria) para pasar a desempeñar dos funciones primordiales. Por una parte proteger el impacto podría recibir el cubo al depositarlo el camión en el suelo y por otro ayudar a rodar en la maniobra de levantamiento y deposición.

Desde el punto de vista de fabricación, el elemento que se ha utilizado hasta la fecha ha sido fabricado basándose en un soporte principal inyectado en PEHD, un rodillo inyectado en PEHD y una goma en caucho termoplástico también fabricada por inyección, dado que el volumen de unidades a montar (entre 2500 y 4000 contenedores por año x 4 patines/ud) justifica como medio más económico este proceso. El coste inicial de la inversión en utillajes (moldes) se justifica frente al uso de elementos comerciales a partir de chapa como se ha podido hacer en el pasado.



Figura 1.1. Detalle Patines

1.2. Segmentación

Con el objetivo de conocer mejor cuál es el producto para el cuál nuestro diseño va destinado, se ha elaborado una segmentación del mercado de los contenedores en función de la forma en que los carga el camión para vaciarlos. Todas las tipologías de contenedores con sus pros y sus contras, se pueden ver en los anexos en el apartado homónimo a este.

Nuestro patín, como se ha dicho anteriormente irá montado en uno de Carga Lateral. Son los más popularizados en los últimos años, ya que suponen un gran avance en la recogida de residuos por una serie de ventajas:

- Se cargan por un lateral del camión (sentido natural de circulación)
- No precisa de operarios para su manipulación.
- El camión a su paso por las calles los recoge mediante un brazo articulado.
- Es rápido y eficaz.
- Los contenedores de este tipo suelen tener dos tapas
- En lugar de estar provistos de ruedas tienen patines con almohadillas que los adhieren al suelo.
- Suelen estar fabricados en HDPE
- Tienen sistema de apertura mediante un pedal.
- Presentan un elemento en los laterales llamado espada gracias al cual el camión puede asirlo.
- Su peso y su tamaño combaten en cierto modo el vandalismo.



Figura 1.2. Camión Carga Lateral

1.3. Competencia

Para saber qué es lo que se ha hecho hasta ahora, es conveniente estudiar a la competencia y analizar las soluciones a las que han llegado otros antes. Así pues, tan sólo se estudiarán aquellas empresas que hayan fabricado contenedores de residuos sólidos urbanos de carga lateral, ya que como se ha visto en el análisis de mercado, son los únicos que tienen patines como elemento de desplazamiento.



Figura 1.3. Patines metálicos

Patines montados sobre unas planchas de acero y unidos a la espada. Parece un diseño demasiado aparatoso aunque fácil y rápido de montar.



Figura 1.4. Patines integrados

Curioso diseño de patines en el que tan sólo se han instalado los rodillos. Se aprovecha que el contenedor es de chapa (tiene mayor resistencia a la abrasión) para que las zonas de apoyo sean un rebajo integrado en el propio cubo. El inconveniente de este diseño es no poder reemplazarlo en caso de rotura. Por otro lado no precisa apenas de tiempo de montaje.



Figura 1.5. Patines ROS ROCA

Modelo de Ros Roca. Tiene unos patines compuestos por goma y rodillo. Al parecer el fondo presenta unos alojamientos en los que se insertan las almohadillas de tal forma que el diseño carece de tornillos.



Figura 1.6. Patines por piezas

Los contenedores de plástico suelen tener alojamientos para almohadillas para conferir al conjunto fijación al suelo, aunque como se ve en la foto de arriba, también hay otras formas de conseguirlo.

El siguiente contenedor, es un caso poco común. Presenta cuatro patines que no abundan demasiado. Como se puede observar, en lugar de estar separado del suelo 30 mm (como dicta la norma) está en torno a los 100 mm.



Figura 1.7. Detalle Patines

En la imagen contigua se puede observar otro caso poco común. El contenedor monta seis patines. Probablemente este contenedor contenga material pesado y necesite de más apoyo.



Figura 1.8. Modelo de Seis Patines

Independientemente de a qué tipo de contenedor pertenezcan, la posición de los patines siempre cae dentro de la base, sin sobresalir de ésta. Esto es debido a que actualmente los camiones que operan con este tipo de contenedores, tienen instalados sistemas de recogida que no maltratan el cubo sino que lo dejan y lo cogen con bastante suavidad. Esto hace, que en cierta medida, el patín haya perdido la función de proteger el cubo de golpes.

Por esto, respecto del diseño que tenía el contenedor de Contener (se puede ver debajo), se va a tender a rediseñarlo de forma que se acorte toda esa estructura.



Figura 1.9. Patines actuales CONTENUR

1.4. Consideraciones Sobre Inyección

La inyección de plásticos consiste básicamente en un proceso en el que un polímero se calienta hasta un estado plástico y se hace fluir bajo alta presión dentro de la cavidad de un molde, donde tras un tiempo se solidifica.

Los elementos principales que intervienen en la inyección son tres:

- Material plástico en forma de granza
- Molde de inyección
- Máquina de inyección de plásticos.

Cada uno de estos elementos aparece con más detalle en los anexos.

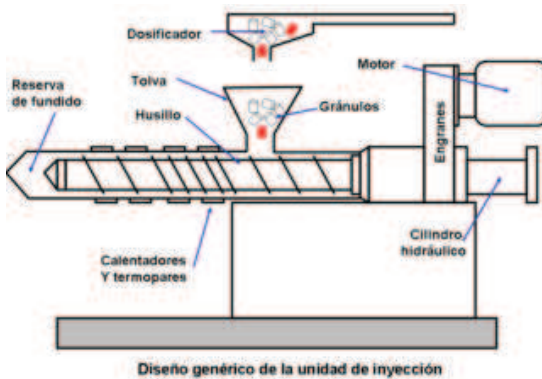


Figura 1.10. Equema Inyección

Este proceso de inyección es cíclico y tiene lugar en cuatro pasos:

a) Fase de llenado volumétrico.

El plástico fundido fluye por los canales, empujado por el husillo de la inyectora hasta llenar la cavidad. El plástico al contacto con las paredes frías del molde se va congelando, formando una capa fría de material sólido en las superficies de los canales y la cavidad.

b) Compactación

Tras el llenado se cambia de control por caudal de inyección (velocidad de avance del husillo) a control por presión aplicado desde el husillo sobre el material para controlar la tendencia de dicho material a contraer al enfriarse, aportando hasta un 20-25 % de material adicional.

Como la solidificación del material no es simultánea en todos los puntos quedan corredores por los que puede circular el polímero para rellenar las zonas donde se ha creado una falta de material. La duración de esta fase y la presión necesaria, son de máxima importancia para evitar rechupes y marcas superficiales, así como para obtener el peso de pieza deseado.

c) Fase de refrigeración.

La evacuación de calor en el proceso de inyección tiene lugar en todo momento; desde que se empieza a inyectar el plástico hasta que se expulsa la pieza.

La función de la refrigeración es forzar la pérdida de calor de la pieza para hacer descender su temperatura, solidificar y finalmente continuar su enfriamiento hasta una temperatura en que la pieza pueda ser lo suficientemente consistente para ser expulsada.

d) Fase de plastificación o dosificación

Esta fase se encuentra solapada con la fase de refrigeración. Durante ella el husillo prepara el material necesario para el siguiente ciclo de inyección.

Adicionalmente, hay otras fases del ciclo menos importantes pero que también son necesarias:

e) Fase de apertura de molde.

f) Fase de expulsión.

g) Fase de cierre de molde.

Una vez concluida esta fase comenzaría de nuevo el llenado completando así un proceso cíclico como es la inyección de plástico.

TIPOS DE INYECCIÓN

Hay muchas formas de inyectar el plástico en una pieza, y no es el objeto de este proyecto estudiarlas todas. Sin embargo, hay dos particulares que nos interesan especialmente dado que nuestra pieza estará fabricada con uno de estos dos métodos. Estamos hablando de inyección por colada caliente o por canal frío con entrada submarina.

Para más información sobre los tipos de Inyección, consultar el apartado homónimo en los anexos.

1.5. Normas y Referencias

Ya se ha comentado con anterioridad la existencia de una normativa que regula las dimensiones de ciertas piezas del contenedor. Esta norma, establece algunas medidas que afectan al subconjunto patín. Para poder realizar un correcto desarrollo del producto, se muestra un esquema recogido en dicha norma detallando las medidas que afectan al patín

UNE-EN 12574-1:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 1: Contenedores con capacidades hasta 10 000 l con tapa(s) plana(s) o abovedada(s) para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos. Dimensiones y diseño.

UNE-EN 12574-2:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 2: Requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 12574-3:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 3: Requisitos de seguridad e higiene

UNE EN ISO 9001

Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2008)

UNE EN ISO 14.001

Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.



Figura 1.12. Logo ISO



Figura 1.13.. Logo TÜV



Figura 1.14. Logo AENOR

Certificado de calidad AENOR

En el dibujo, se muestran todas las medidas que por normativa, tiene que estar en un rango determinado. En el caso de la pieza que se está diseñando, tan sólo afecta la dimensión 12, que acota la distancia entre el suelo y el fondo del contenedor.

Esta medida es de 30 mm, por lo que el patín deberá estar diseñado junto con el fondo del contenedor para que éste esté dentro de la normativa.

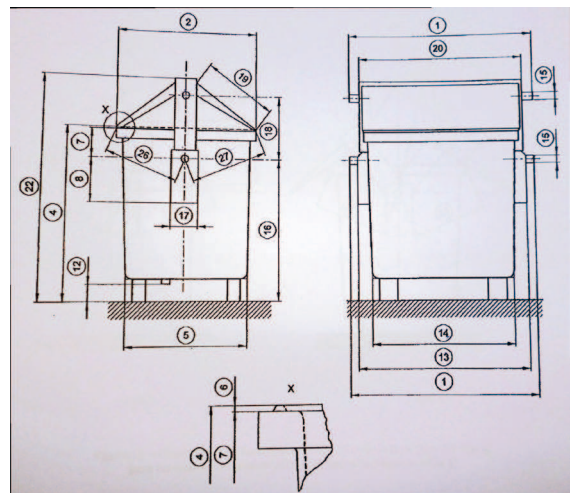


Figura 1.11. Norma UNE-EN 12574

1.6. Especificaciones de Producto

Los requisitos de diseño son un procedimiento clave en el proceso de desarrollo de producto. Las especificaciones desarrollan, matizan y completan el pliego de condiciones.

Su realización es necesaria para la limitación del proyecto; es decir, organizar recursos, controlar el proceso y orientarlo a objetivos. Conseguimos a su vez, la obtención de la descripción de producto, un paso determinante en el proceso de definición del producto. Los requisitos que caracterizan nuestro producto de manera general y que han sido establecidos son:

Alto valor práctico

El funcionamiento del patín debe ser impecable, y para conseguirlo, se han estudiado nuevas soluciones para resolver distintos problemas como el exceso de material o la distribución de los elementos.

Alta calidad de diseño

Para ello debe haber una relación evidente entre el objeto total y sus elementos. Se diferencian adecuadamente los distintos elementos de diseño, ya que se trata de una forma simple, fácil de interpretar a primera vista.

De esta forma, las características propias y específicas del producto son las dadas por las especificaciones de diseño, requisitos del producto. Éstas vienen sintetizadas para una mejor y más fácil comprensión. Son las siguientes:

- **Funcionalidad:** La función principal de este patín es hacer rodar el cuerpo del cubo cuando el camión maniobra con él. También debe permitir a los operarios trasladarlos. Como funciones secundarias podrían darse la separación del fondo del contenedor del suelo, permitiendo así que la suciedad o el agua de la lluvia fluya por debajo y no se estanque. Amortiguación.

- **Vida útil:** Su durabilidad tendrá que ser pareja a la del contenedor. No obstante, siempre cabe la posibilidad de que la vida útil se acorte debido a algún impacto fuerte al maniobrar con él.

- **Tamaño:** Se busca un acuerdo entre tamaño y función. Debe ser adecuado a su correcto uso, es decir, su tamaño debe ser tal que toda la estructura sirva para desempeñar la función para la que el patín se diseña.

- **Medio ambiente:** Se realiza el compromiso con la naturaleza y el respeto hacia ella, utilizando materiales reciclables y no contaminantes. También se intenta facilitar el trabajo de reciclado componiéndola de partes diferenciadas en cuanto a materiales.

- **Transporte:** Optimización del tamaño que ocupa el objeto para poder meter el mayor número posible en cada envío. El patín se enviará ya montado con todos sus elementos desde la planta de fabricación a Contenur. Ha de poder apilar con otros patines en el menor espacio posible.

- **Normativa:** Ya descrita en el apartado anterior

- **Mantenimiento:** El patín se diseña para que no precise de mantenimiento. En caso de rotura habrá de ser sustituido por otro nuevo o bien remplazar la parte dañada.

- **Fabricación:** El cuerpo se inyectará en plástico. Posteriormente se ensamblan los componentes. Basado en una corta cadena de montaje a partir de sistemas productivos no dañinos.

- **Restricciones de empresa:**

- Imposibilidad de fabricar formas demasiado complejas, evitando el uso de correderas y postizos en el molde.

- Material ya determinado.

- Ha de poder montarse en el cubo actual.

- Los alojamientos del patín tienen que tener unas dimensiones y un posicionamiento determinados.

- Las piezas no deben tener mano. No simétricas.

- Se deben evitar los tornillos vistos, a menos que el montaje lo impida.

- **Estética:** No es relevante ya que el elemento apenas se va a ver.

- **Restricciones de mercado:** Generalmente los patines de los contenedores los fabrican los propios fabricantes del cubo para adecuarse a un modelo concreto y no se comercializan.

2. DISEÑO FUNCIONAL DEL PATÍN

Para diseñar el nuevo modelo, además de tener en cuenta las especificaciones de diseño antes redactadas, se realiza un estudio del patín que montan ahora los contenedores de Contener.

El patín que se puede observar bajo estas líneas es el último modelo del que dispone la empresa. Como se puede observar el patín en cuestión tiene una longitud aproximada de medio metro. Está compuesto por un rodillo, un pasador remachado en el otro extremo por una tuerca, dos almohadillas, dos amortiguadores y alojamiento para cinco tornillos.

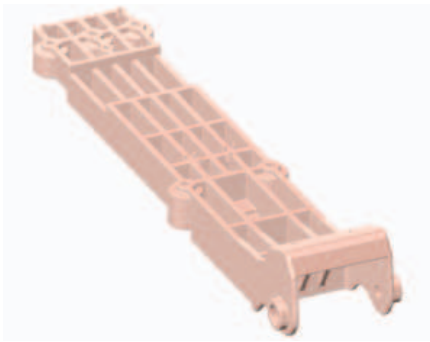


Figura 2.1. Patín actual

Para conocer mejor este patín y así analizar sus puntos débiles, se han tomado muestras de la calle. Al parecer, los patines que montan los contenedores actuales tienen un punto débil por el que rompen, que se corresponde con las uniones delanteras.

La razón por la que rompen, es que aproximadamente la mitad del mismo, se encuentra en "voladizo". Cuando el camión apoya el contenedor en el suelo, todo su peso es repartido en los cuatro patines que actúan



Figura 2.2. Patín actual roto

como amortiguadores. Con la fatiga que produce el uso diario y el Momento que se produce en dichas uniones, el patín acaba rompiendo.

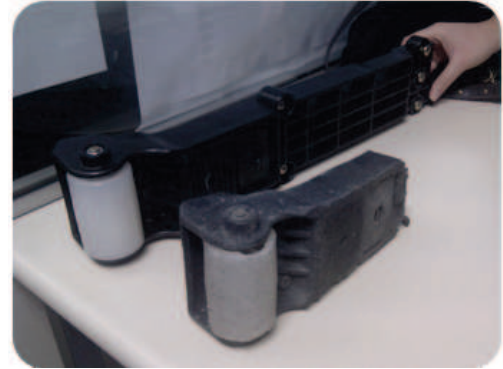


Figura 2.3. Patín actual roto y entero

Análisis del Patín Existente

Rodillo: Permite que el cubo se pueda desplazar cuando el camión lo deja en el suelo.

Almohadillas: Adhieren el contenedor al suelo, evitando que este se mueva cuando no se desea.

Amortiguadores: Cuando el contenedor está apoyado completamente en el suelo, estos elementos sirven como medio de absorción del impacto. Apoyan en el cubo al flexionar el patín por efecto del peso del cubo.

Pasante y tuerca: Hacen las veces de eje para permitir el giro al rodillo.

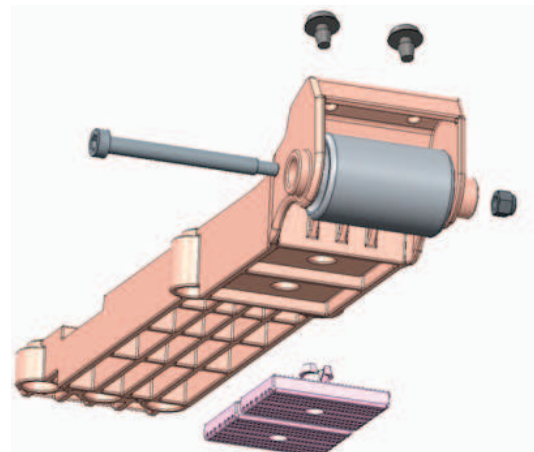


Figura 2.4. Despiece patín actual

Análisis de Soluciones

Primer Modelo:

Tras analizar mecánicamente el modelo de patín que montaba el anterior cubo, se observa que hay una gran parte de su estructura que no se ve sometida a ningún esfuerzo cuando el cubo es depositado en el suelo por el camión de la basura. Además se observa que se corresponde con toda la parte trasera, que tan sólo tiene los alojamientos para los tornillos.

Con el objeto de optimizar el material que se emplea en el diseño, se intenta diseñar un patín reducido a sus partes esenciales. Se mantienen los alojamientos para los cinco tornillos y todos los elementos que el anterior, simplemente se acorta optimizando el tamaño.

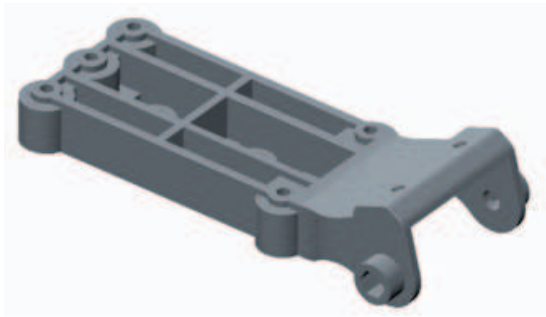


Figura 2.5. General

Como se puede observar, este patín sigue la misma línea que el que actualmente montan los contenedores actuales. Mantiene todavía la función de proteger con la cabeza el borde del contenedor. A pesar de ser más pequeño, cabría esperar que este modelo rompiera por la cabeza incluso antes que el actual.

La realidad es que los contenedores actuales nunca rompen por el fondo. No se sabe si porque los patines actuales cumplen su función perfectamente, o porque no hay ningún peligro en esa zona y por tanto esa función no tiene utilidad. La competencia tal y como se ha visto, esconde los patines por debajo por motivos estéticos sobre todo.

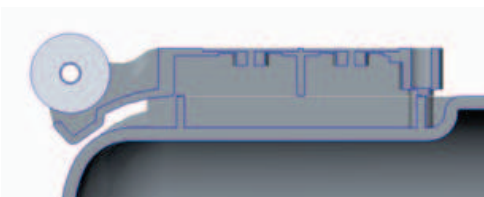


Figura 2.6..Corte

Segundo Modelo:

Partiendo del mismo concepto que en el primer modelo, se intenta diseñar un patín en el que la dirección de desmoldeo sea lateral, es decir, la línea azul que se puede ver en el dibujo sería la línea de partición. La línea de partición, es aquella en la que se unen las dos piezas del molde y por tanto determina la dirección de desmoldeo.

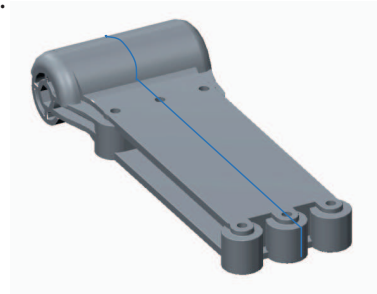


Figura 2.7. General

Para ello se han cambiado las nervaduras de sentido (para no crear contrasalidas) y se le ha dotado de otro aspecto al cabezal para conferirle mayor rigidez, dado que muchos de los que actualmente se montaban rompían en esa zona. Se trata de un patín experimental, para determinar en qué medida sería fabricable y su posible estética.



Figura 2.8.. Montaje

Como se puede observar, este modelo sigue con el concepto del anterior y protege el cuerpo del contenedor. Simplemente se ha buscado otro enfoque. Sin embargo, este patín tiene más inconvenientes que ventajas. Fabricarlo sería más caro que desmoldeando en el otro sentido. Además, la forma que tiene es propensa a almacenar suciedad, algo no muy recomendable para una pieza que está debajo de un cubo de basura. Por último su estructura probablemente sea más frágil que poniendo perpendiculares al suelo.

Tercer Modelo:

El tercer modelo surge de la posibilidad de separar el patín propiamente dicho de las almohadillas. Como se puede observar más abajo el patín se ha reducido a su mínima expresión, quedando tan sólo la estructura que le sirve de soporte. Es asimétrico con el objetivo de ganar ángulo de ataque. Iría atornillado a unas nervaduras situadas en el fondo del contenedor.

Este concepto supone un cambio radical en el funcionamiento del patín. Tal y como se ha comentado, hasta este punto los patines tenían una función protectora del vaso. Por ello, y dado que su forma que tenía que ser consecuente con su función, tenía salirse de la proyección de la base. En este modelo, pierde esa función protectora para pasar a ser un elemento que tan solo ayuda al contenedor a rodar cuando es necesario. Por este motivo, el patín pasa de ser una gran estructura, a quedar reducido a un mero soporte del rodillo. Este Modelo, va a suponer un punto de inflexión en el diseño del patín. Todos los siguientes van a seguir esta corriente.

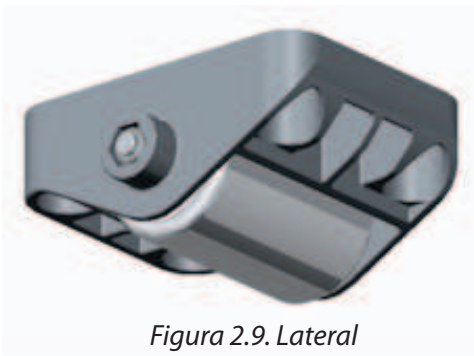


Figura 2.9. Lateral

En la figura 2.10. se puede ver una captura del aspecto del patín montado sobre el contenedor. La mayor ventaja de hacer el patín de tamaño reducido, es que el rehundido que lo alberga podrá ser más pequeño y por tanto ganar volumen dentro del contenedor.



Figura 2.10. Montaje

En las siguientes capturas se puede observar tanto los nervios en los que se encajan las piezas como una posible distribución de las almohadillas. Se han barajado varias posibilidades para colocarlas, la que se ve en la imagen iría atornillada mediante dos uniones. La almohadilla sería única y de superficie doble para facilitar el montaje y optimizar el espacio. Con esta distribución de patín-almohadilla se consigue aumentar la capacidad del cubo (dado que el rehundido es menor) a la par que se ahorra material.

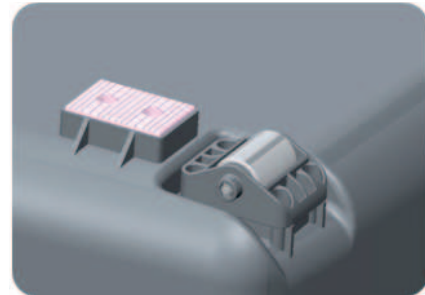


Figura 2.11. Almohadillas

El principal inconveniente de fabricar el patín separado de las almohadillas es que sería necesario hacer un alojamiento para las últimas en la base del contenedor, lo cual podría llevar a problemas a la hora de inyectar el plástico.

Además para Contener es más cómodo que la empresa a la que le encargan la fabricación de los patines traiga ya montado el modelo completo (rodillo con almohadillas), para de esta forma atornillar directamente sobre el rehundido. Si se hiciera de esta manera las almohadillas y el patín tendrían que montarse una vez inyectado el cuerpo por separado, algo bastante incómodo y que supondría un aumento de tiempo para el montaje.

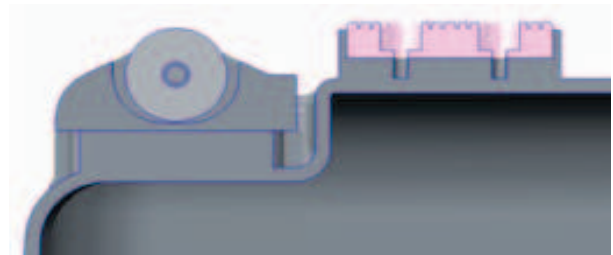


Figura 2.12.. Corte

Cuarto Modelo:

Tras la última reunión, se pide en primer lugar un patín de estética similar al Tercer Modelo pero que integre en una misma pieza rodillo y almohadillas por las razones expuestas más arriba. Esta estructura tendrá un rebaje para que descansa sobre el fondo del contenedor y así ganar volumen en el interior. La razón de ser del rebaje no es otro que el de poner las almohadillas a la altura del rodillo, para que así cuando el contenedor descansa en el suelo apoyen ambos elementos.



Figura 2.13. Superior

En segundo lugar se pide que el patín use los mismos alojamientos para tornillos que los de las ruedas de 160 y 200 mm. Todavía hay clientes que piden contenedores con ruedas grandes para poder desplazarlos, por ejemplo en los pueblos se dan casos de que el contenedor tenga que cambiarse de sitio. Es por tanto más práctico y flexible si tiene ruedas grandes.

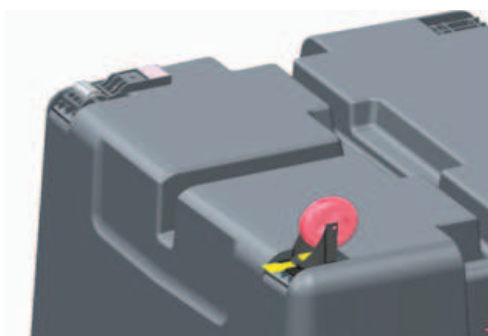


Figura 2.14. Montaje Rueda y Patín

El inconveniente de este diseño es que se necesitarían poner al menos dos tornillos para fijar la parte trasera, por lo que en total serían 6.

Tras estudiar la geometría del patín se ha concluido que se puede eliminar uno de los cuatro que incorporaba el modelo primitivo. Se eliminará uno de la parte trasera colocando el restante en la zona central. Los otros dos traseros irán en el hueco entre las dos almohadillas para conferir mayor estabilidad al modelo. Se le añade además, un escalón en la parte superior para que registre contra el rebaje que presenta el contenedor en su fondo.

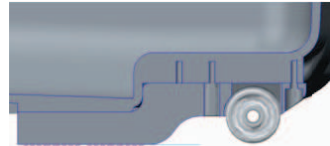


Figura 2.15. Corte

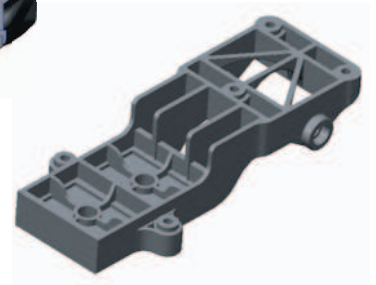


Figura 2.16. Superior

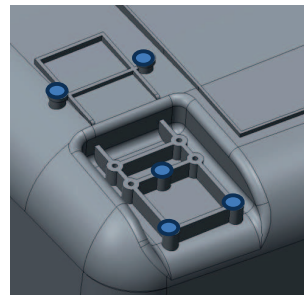


Figura 2.17. Alojamiento Patín

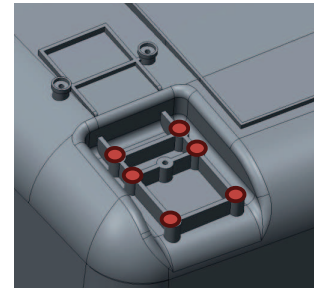


Figura 2.18. Alojamiento Rueda

Detalle del sistema de apilado:

Los patines se han ajustado para que estén lo más exteriores posibles sin interferir con el cuerpo del cubo inferior al apilar.

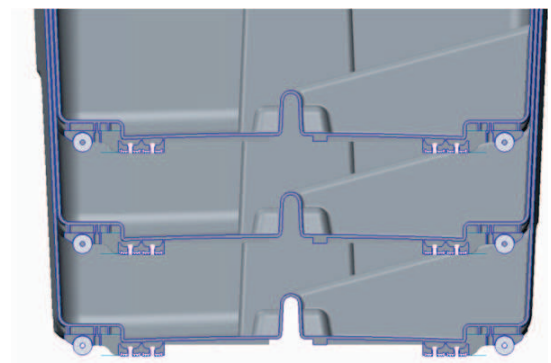


Figura 2.19. Detalle Apilado

Quinto Modelo

Tras la última reunión se pide que el patín no obligue a hacer rehundidos a dos niveles en el fondo del contenedor, por tanto, los alojamiento para las uniones tienen que ir al mismo nivel. También se pedía que se hiciera más corto eliminando una almohadilla, ya que se considera que con una es suficiente para darle adherencia.

Partiendo del patín anterior, se ha eliminado un alojamiento para almohadillas y se han añadido dos para tornillos en la parte posterior. El patín irá atornillado mediante cuatro uniones, las dos de atrás y o bien los dos delanteros o bien los dos intermedios (se busca la mayor fijación).

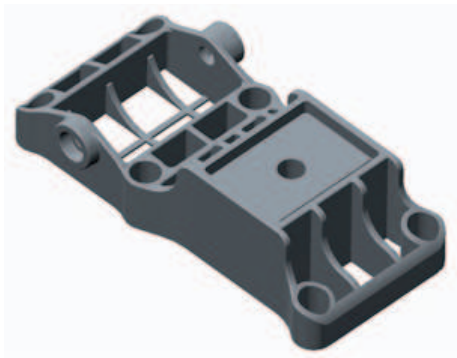


Figura 2.20. Trasera

Este Quinto Modelo, gusta en la empresa y cumple la relación forma/función. Sin embargo todavía se tiene que ajustar a los requerimientos del mercado.

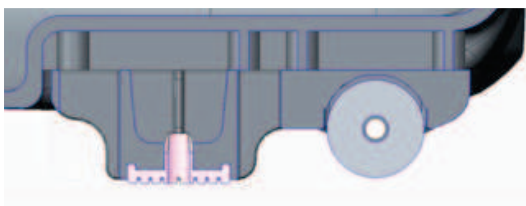


Figura 2.21. Corte

- En primer lugar, el patín ha de quedar registrado en el hueco correspondiente para ello, es decir, el operario tiene que poder colocarlo en su sitio sin ningún esfuerzo y en el menor tiempo posible.

- En segundo lugar, el patín ha de poder apilar con otro patín ya que de lo contrario el transporte de los mismos sería más caro.

- Por último, las torretas han de tener unos alojamientos que muerdan el tornillo para que pueda ir premontado tal y como hacía su predecesor.

Modificación

El primer problema que se intentó solucionar fue el del registro con los nervios del fondo del contenedor. Para ello, en la parte del rodillo, se cambió la estructura que había por una cruceta que tocara contra las paredes de los nervios del fondo. Se pensó que era mejor hacerlo en esta zona del patín dado que es la zona crítica del mismo. Así se refuerza la estructura.

Sin embargo, al realizar esta modificación y hacer las pruebas de apilado, se observó que la estructura era incompatible y provocaba interferencias con el patín contiguo. Por ello se pensó en otra forma de cumplir estos dos aspectos.

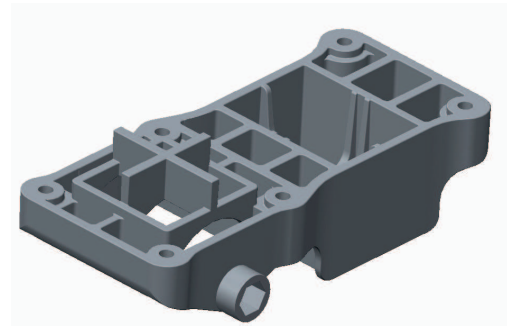


Figura 2.22. Modificación

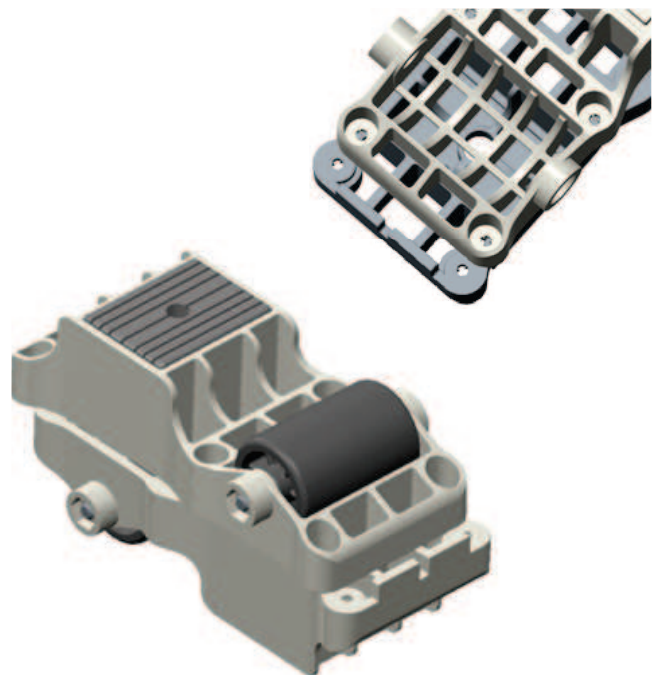


Figura 2.23. Apliado

Versión Cuasi-Definitiva

Se ha modificado el patín para poder colocarlo tanto en el contenedor nuevo como en el contenedor actual. Se ha sustituido la cruceta por unos nervios para que no haya interferencias con los nervios del contenedor actual. De esta forma el patín es válido para ambos contenedores. En el contenedor nuevo se podría llegar a montar con 6 tornillos pero pensamos que bastaría con 4 y en el contenedor viejo solo se puede montar con los 4 de alrededor del rodillo, por eso se ha añadido un nervio en el final del patín, para que registre de manera más efectiva.

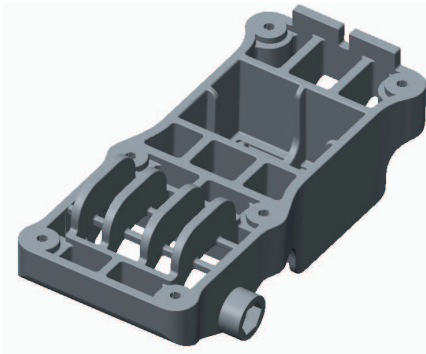


Figura 2.24. Modificación cruceta

Versión Definitiva

A fecha 31-01-2013, CONTENUR demanda un último cambio en el patín para conferirle mayor resistencia. Para ello, se les proponen dos soluciones:

Propuesta 1:

Se incluye un travesaño en la parte trasera del patín para conferir rigidez a los tetones traseros.

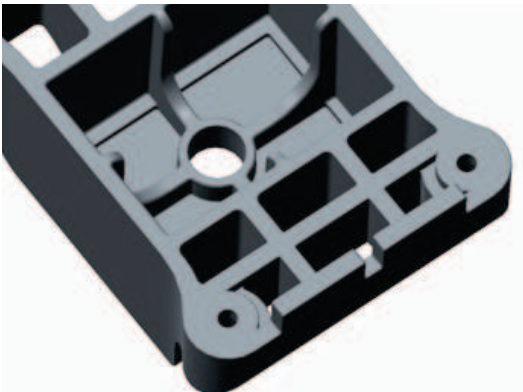


Figura 2.25. Modificación travesaño

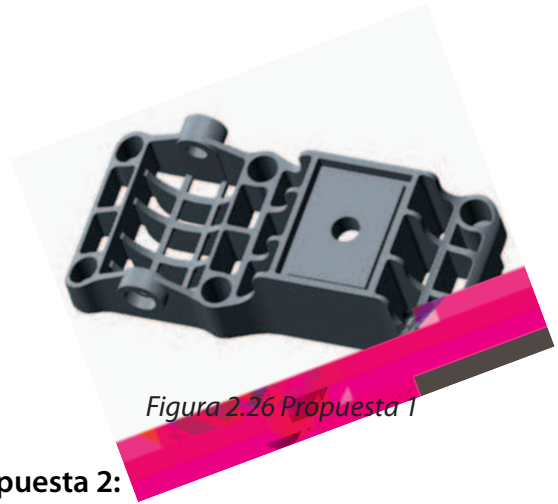


Figura 2.26 Propuesta 1

Propuesta 2:

Se cierran las rejillas traseras y centrales para conseguir una mayor rigidez al quedar las partes unidas.



Figura 2.27 Propuesta 2

SOLUCIÓN ELEGIDA POR CONTENUR:

A fecha 06-02-2013, la empresa manda un comunicado en el que se decantan por esta segunda opción. Por tanto, finalmente el patín tendrá unas paredes que cerrarán los huecos centrales y posteriores.

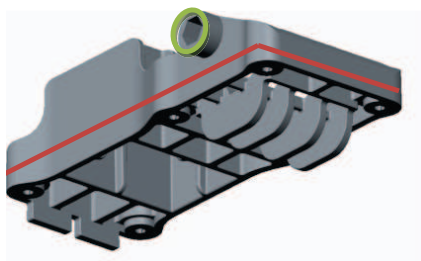
Con este patín adoptado como solución definitiva, se comprueba que monta adecuadamente tanto en el contenedor actual como en el nuevo. Se comprueba también que los patines apilan sin problemas y además se realizan pruebas para calcular el grado máximo de inclinación y para saber cuánto ángulo puede balancearse hasta que el patín deja de proteger el cubo. Todo ello se encuentra en los anexos, en el apartado de diseño del patín.

3. DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN

3.1. Posición de la pieza en el molde

El primer aspecto a tener en cuenta a la hora de pensar en cómo será la fabricación de la pieza, es conocer la posición que esta tendrá en el molde. Para determinarlo, habrá que tener en cuenta dónde estará el plano de partición y las contrasalidas.

La posición de la pieza en el molde es un aspecto de vital importancia, ya que de ella dependen un gran número de factores que afectan directamente al precio, acabado, número de piezas que se pueden inyectar en un periodo de tiempo...



Plano de Partición
Contrasalidas

Figura 3.1 Contrasalida y Plano Partición

Por la geometría de la pieza, lo más correcto parece colocar la línea de partición en la base de la misma (podría ir a otra altura, en un plano paralelo). Se ha creído conveniente colocarla ahí en primer lugar, porque el plano tiene esa orientación dado que toda la pieza está diseñada para ser fabricada así, los nervios y alojamientos solo pueden desmoldear con un plano de partición paralelo a la base. Con esta configuración tan sólo habría una contrasalida para poder fabricar la pieza, el alojamiento del rodillo. Para realizar esa cavidad bastaría con una corredera.

Otro aspecto a tener en cuenta en el diseño de piezas inyectadas en plástico es la determinación de la cara estética y cara funcional. En esta pieza no es demasiado relevante, ya que su función es dar apoyo al cubo y por tanto va a ir colocada debajo del mismo. Si hubiera que elegir una cara estética, sería la zona que queda por encima del plano de partición, ya que es la que en todo caso se vería durante la maniobra de vaciado. La parte inferior va directamente atornillada al fondo, por lo que nunca se va a ver. Esto quiere decir que el lado móvil del molde será el que queda por debajo del plano de partición, mientras que la parte fija corresponderá a la zona superior.

Es recomendable que el plano de partición esté lo más alejado posible de las contrasalidas, dado que estas necesitan espacio para los utilajes.

En cuanto a los ángulos de salida, como es lógico tendrán que favorecer la expulsión desde el plato móvil. Tendrán que ser del orden de 1º ya que la pieza no tiene demasiada altura.

3.2. Planteamiento de soluciones para la fabricación

Analizada la posición que la pieza va a tener en el molde y dónde va a ir situada la línea de partición, lo siguiente a determinar son los aspectos que tienen que ver con la producción. Es decir, el número de piezas que se van a producir en cada ciclo.

Para ello, habrá que valorar una serie de aspectos. Hay que tener en cuenta que cada contenedor llevará cuatro patines, por lo que por cada contenedor inyectado tiene que haber cuatro patines. De lo contrario se produciría un desajuste. Por otro lado, inyectar demasiados patines en un mismo ciclo conllevaría un molde más grande y por lo tanto más caro.

En este apartado se estudiarán los pros y los contras de cada una de las soluciones posibles para determinar cuál es la óptima. Para ello, se ha elaborado una tabla ponderada en la que se han colocado las partes referentes a la fabricación que nos han parecido más interesantes. Tras optimizar los parámetros de inyección, se darán valores a cada factor, se elegirán las soluciones más viables y se compararán en esta tabla. La que mejor nota obtenga, será la solución que se considerará válida.

Coste pieza xx%	Coste Molde yy%	Parámetros zz%	Deformación hh%
--------------------	--------------------	-------------------	--------------------

Tabla ponderada 1

Con la metodología presentada, el primer paso es presentar cuál va a ser la distribución en el molde de las cavidades.

Una pieza por ciclo

La primera opción que se presenta, es inyectar una pieza por ciclo. La principal ventaja de fabricarlo de este modo es el precio del molde, que al albergar sólo una pieza sería pequeño y sencillo y por tanto "barato". Por el contrario, y desde el punto de vista de la producción, inyectar una sola pieza cada ciclo quizás no sea lo más adecuado dado que sería muy difícil cubrir la demanda, por lo que no se estima.

Dos piezas por ciclo

Una alternativa es inyectar dos piezas por ciclo. Se trata de una opción que desde el punto de vista de costes sería conservadora. Precio del molde no demasiado caro pero tal vez tampoco llegue a cubrir la demanda. Se presentan dos configuraciones de molde. Se podría inyectar con cámara caliente o con canal frío.

Cuatro piezas por ciclo

Como tercera opción se plantea la que a priori parece la óptima. Fabricando cuatro piezas por ciclo, si cada una dura aproximadamente el mismo tiempo que la inyección del cuerpo, se cubriría la demanda totalmente. Como inconveniente, el molde sería más grande que en el caso anterior debido a las contrasaliadas, y por tanto la inversión sería mayor. La disposición de las piezas dentro del molde podría ser:

Ocho piezas por ciclo

Se trata de una alternativa a las cuatro piezas por ciclo. El inconveniente de este sistema sería el tamaño y complejidad del molde que harían que éste se encareciera. Además sería muy difícil optimizar los parámetros de inyección para que no se produjeran defectos en las piezas. Se descarta.

3.3. Análisis de Proceso

A continuación, se van a realizar los ensayos pertinentes de inyección. Con estas simulaciones, podremos conocer parámetros como la fuerza de cierre necesaria o el tiempo de llenado, datos imprescindibles para conocer cuál de las posibles soluciones resulta más rentable a la hora de fabricar la pieza.

3.3.1. Posibles puntos de inyección

En primer lugar, se va a determinar cuál es el punto óptimo para llevar a cabo la inyección. Para ello se harán ensayos inyectando desde diferentes puntos y se verá la forma en que llena el molde y el tiempo que le lleva hacerlo. La forma en que llena determina las líneas de soldadura y los atrapamientos de aire que se van a producir, dato muy importante si se quiere conseguir una pieza con una resistencia mecánica aceptable. Por otro lado, el tiempo de llenado es tanto o más importante, ya que va a determinar el número de piezas que se van a poder fabricar en un intervalo de tiempo establecido. En este documento tan sólo se van a mostrar los puntos interesantes para el desarrollo. Si se quieren consultar todas las pruebas que se han hecho, se pueden encontrar en el apartado homónimo de los anexos.

Uno central por pieza (con cámara caliente)

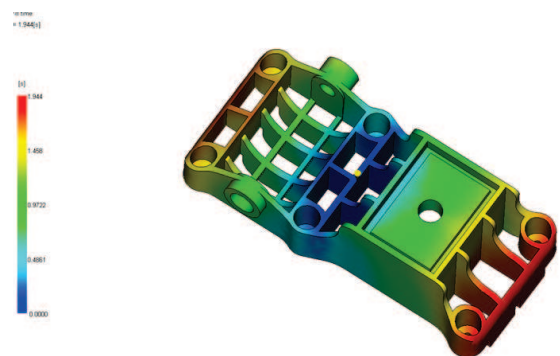


Figura 3.2. Inyección centro

Un punto por el lateral del patín

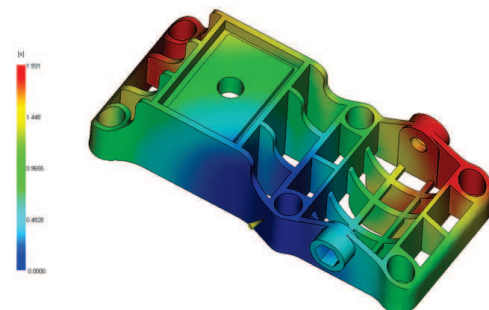


Figura 3.3. Inyección Lateral

Resumiendo lo visto en este apartado tenemos dos posibilidades para inyectar la pieza. Por un punto central situado en la parte superior, o por un lateral centrado. La elección vendrá determinada por el proceso de fabricación que queramos usar.

3.3.2. Construcción del sistema de colada

Tal y como se ha comentado en los apartados anteriores, las formas más adecuadas para inyectar serían: Si tenemos en cuenta el punto de inyección:

- Un punto en el centro de la parte superior.
- Un lateral centrado.

Si nos atenemos al número de piezas que se fabricaran por cada ciclo lo óptimo serían:

- Dos piezas por canal frío.
- Dos piezas por colada caliente.
- Cuatro piezas por canal frío.
- Cuatro piezas por colada caliente.

Antes de entrar en detalle con cada uno de los casos, se ha tenido que optimizar el llenado de los moldes. Una vez se realizan los sistemas de alimentación por los que transcurrirá la colada de plástico hasta la pieza, hay que dimensionarlos para que la presión no sea demasiado elevada. Concretamente, los tubos nombrados se han redimensionado para que estén entre 90 y 100 MPa, estando antes en valores del orden de 130 MPa. A continuación se muestra un ejemplo:

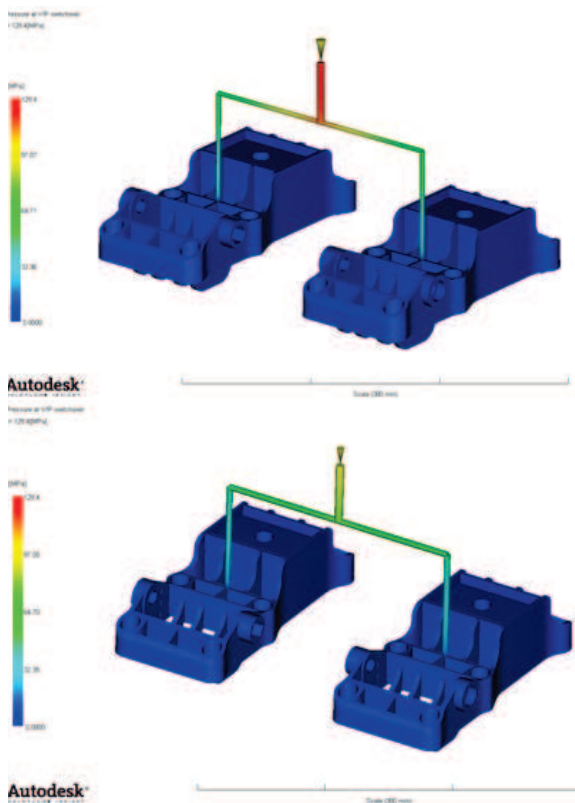


Figura 3.4. Dimensionado canales 1

Una vez optimizados los canales de entrada para que el caudal que entra guarde relación con el diámetro de los mismos, se ha de optimizar el resto del proceso. Para ello se va a seguir un proceso lógico y consecuente con la tabla que queremos rellenar.

Así pues, una vez fijado el numero de patines que se van a inyectar en cada ciclo se va a proceder a hacer que el proceso sea lo más eficiente posible, logrando un compromiso entre todos los parámetros de la inyección.

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO DE LLENADO.

En primer lugar, se van a realizar simulaciones tanto de colada fría entrando por un lateral, como de cámara caliente entrando por la parte superior, variando tan sólo el tiempo de llenado. Haciendo esto, variaran parámetros como la presión en el molde o la temperatura de la colada dentro del molde.

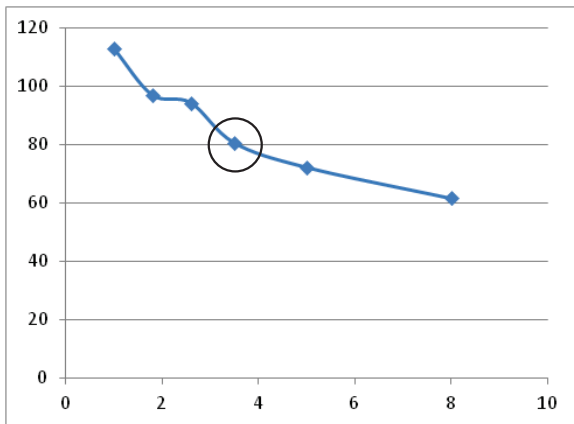
La presión del molde determinará el tamaño y precio de la máquina en la que se podrá inyectar la pieza y la diferencia de temperaturas en el molde, la contracción que se producirá en la pieza. Se trata de lograr un compromiso entre ambos factores, ya que son inversamente proporcionales.

Se han simulado cinco casos con cada modalidad de inyección variando los tiempos de llenado y se ha elaborado una tabla en la que se reflejan cómo ha variado los demás parámetros. También se han realizado dos gráficas para visualizar mejor la tendencia de dichos parámetros.

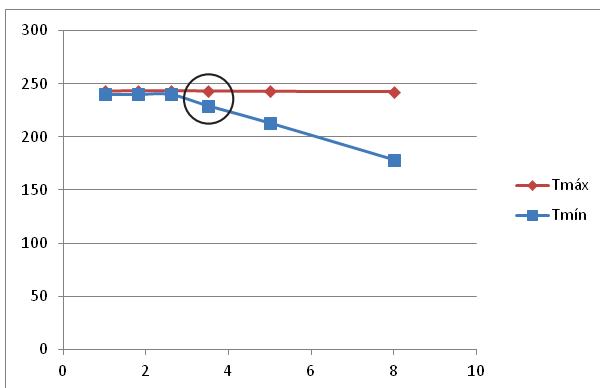
Temperatura (°C)	Modo	T inyección (s)	Pmáx (MPa)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	tensión
240	Canal frío	1	114	244,8	239,7	0,23
		1,8	95,68	244	239,7	0,22
		2,6	91,26	243,8	236,4	0,22
		3,5	81,97	243,5	216,5	0,21
		5	76,77	243,5	190,8	0,2
	Cámara caliente	10	68,81	243,2	129	0,17
		1	113	243,1	239,9	0,32
		1,8	97	243,5	240	0,22
		2,6	94,3	243,5	240	0,23
		3,5	80,64	243,2	229,4	0,17
		5	72,21	242,8	213	0,22
		8	61,59	242,4	178,2	0,22

Tabla tiempos Inyección

A Continuación se pueden observar los gráficos elaborados a partir de la tabla en los que se aprecia mejor cómo varían los parámetros a partir del tiempo de llenado.



Gráfica Presión en función del tiempo de llenado



Gráfica Temperatura en función del tiempo de llenado

Como se puede observar, a medida que se aumenta el tiempo de llenado, la diferencia entre la Temperatura máxima y la mínima se hace mayor, esto es debido a que al inyectar más despacio, hay zonas que se enfrían antes que otras.

Sin embargo, para tiempos bajos, la presión es demasiado elevada ya que hay que introducir el material a mayor velocidad. La zona óptima estaría en torno a los 3.5 segundos ya que en ese punto, la diferencia de temperaturas no es muy elevada y la presión tampoco.

Se ha procedido de igual manera para la cámara caliente y se han obtenido resultados similares. Se pueden ver los análisis más detallados en los Anexos.

OPTIMIZACIÓN TEMPERATURA INYECCIÓN

Tras sacar conclusiones sobre cuál es el tiempo óptimo de llenado en ambos casos, se han llevado a cabo dos análisis más, esta vez modificando la Temperatura de Inyección. En los primeros ésta era de 240 °C, en los siguientes, 210 °C. Los datos obtenidos fueron los que se muestran.

Temperatura (°C)	Modo	T inyección (s)	Pmáx (MPa)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)
210	Canal frío	3,5	89,6	213,6	192,3
	C. caliente	3,5	91	213,3	202,9

Tabla de temperaturas

Como se podría esperar, mientras que la presión máxima aumenta ligeramente, las temperaturas máximas y mínimas disminuyen. A pesar de ello, la diferencia entre ambas es prácticamente la misma que en los casos a 240°. Sin embargo, el hecho de inyectar a menos temperatura, supone un ahorro en el tiempo del ciclo de 3s, dado que cada pieza necesita menos tiempo para que enfríe y sea expulsada. Por tanto, se cree conveniente sacrificar la presión por el tiempo de ciclo. Así pues, la temperatura de inyección será 210°.

Análisis de llenado, compactación y alabeo.

Con el tiempo de llenado y la temperatura de inyección determinados, se va a proceder a realizar análisis de llenado, compactación y alabeo. Estos análisis son necesarios para poder factores como la contracción volumétrica que sufrirá la pieza o la presión y la fuerza de cierre necesarias. Los parámetros que se van a variar para optimizar el proceso van a ser los siguientes:

- La Presión de compactación
- Tiempo que va a estar compactando.
- Tiempo de enfriamiento.

Haciendo combinaciones entre estos tres parámetros se va a buscar aquel que resulte óptimo para inyectar. Los casos que se van a simular serán:

	% Compactación	T Compactación (s)	T enfriamiento (s)
Canal frío	60	15	30
			30
	75	15	25
			25
Cámara Caliente	60	15	30
			30
	75	15	25
			25

Tabla casos de compactación

Con los casos arriba detallados simulados, se trata de sacar conclusiones y hacer comparativas para determinar cuál es la forma más adecuada para inyectar. Para poder realizar comparaciones, tal y como se ha dicho antes se ha tomado la tabla que se ha enunciado al principio del apartado de fabricación. En esta ocasión se han añadido las posibilidades que se han ido derivando de los análisis de llenado realizados. La tabla tendrá el siguiente aspecto:

Número de piezas	Método	Coste pieza 40%	Coste Molde 30%	Parámetros 10%	Deformación 20%
2	Canal Frío				
	Cámara Caliente				
4	Canal Frío				
	Cámara Caliente				

Tabla ponderada 2

A continuación se van a detallar cada uno de los factores de la tabla y se le va a otorgar una nota entre el 1 y el 10 en la que el 10 significa óptimo y el 1 pésimo. Posteriormente cada nota será multiplicada por el valor que se le ha dado. En este documento tan sólo se van a mostrar los resultados finales. No obstante, en los anexos se pueden consultar todos los análisis, cálculos y cómo se han sacado conclusiones.

Coste del Molde:

Se engloban dentro de este apartado todos los costes referentes al molde. Materias primas, mecanización, construcción del sistema de colada, contrasalidas...

Se le ha otorgado un 30% de valor, por lo que supone el segundo parámetro más importante. Esto es así dado que el molde supone una gran inversión inicial y por tanto se ha de tener muy en cuenta. Una mala elección en el número de piezas que se van a fabricar por ciclo podría suponer pérdidas hasta el punto de tener que parar la producción. Si se fabrican piezas por encima de la demanda, hay que parar la producción y el precio del molde (más grande) no se amortizará. Si por el contrario no se llega a la demanda, se retrasará todo el proyecto.

Así pues, el precio del molde variara en función de las piezas que se vayan a inyectar y de la forma en que se haga. A más piezas inyectadas por ciclo, más grande tiene que ser el molde, por lo tanto se utilizará más materia prima, su mecanización será más compleja y costosa y se necesitará una máquina más grande para inyectar. Lo contrario sucederá al inyectar menos piezas

por ciclo. Por otro lado, construir en un molde un sistema de colada supone un coste mayor que si se realiza con canal frío, ya que en el primero se necesita un sistema más elaborado con resistencias para calentar la colada y un control de la temperatura.

Parámetros de Inyección

Quedan incluidos dentro de este grupo aquellos parámetros que tengan relevancia en la inyección, como por ejemplo la Presión dentro del molde, la fuerza de cierre o el tiempo de ciclo. Son parámetros que tienen su importancia dentro del proceso de fabricación. Por ejemplo, la presión y la fuerza de cierre condicionarán la máquina en la que se inyectarán las piezas así como la calidad de las mismas, mientras que una variación en el tiempo de ciclo puede hacer que la producción se incremente o disminuya en un periodo de tiempo relativamente largo. Se le ha otorgado un valor del 10% debido a que los casos que se han simulado van a tener unas condiciones muy similares. Por tanto, no tiene sentido darle un valor demasiado alto.

Deformación

En este apartado se valorarán la deformación que sufren las piezas debido a las contracciones volumétricas producidas durante el proceso de inyección. Estas deformaciones dependen directamente del tipo de inyección que se lleve a cabo. Si estamos hablando de inyección por Cámara Caliente, cabe esperar es que la deformación sea menor que si se hace por Canal Frío, ya que haciéndolo de la primera forma el proceso se encuentra mucho más controlado. Se le ha otorgado un valor del 20% debido a que las deformaciones que pueda sufrir la pieza en este caso no son demasiado significativas debido a que ni es una pieza estética, ya que no se va a ver, ni necesita una gran precisión para su ensamblaje, ya que va unida mediante tornillos.

Coste de Pieza

Se trata quizás del parámetro más costoso de determinar. Para calcular el coste de la pieza habrá que tener en cuenta factores como el coste del material, el número de piezas fabricadas por ciclo, la amortización de la máquina y todos los aspectos que pudieran aumentar el coste de la pieza. Evidentemente, el coste de la pieza es el factor más importante a la hora de decantarnos por una alternativa u otra, por ello se le ha otorgado el 40% del valor.

4. DEFINICIÓN FINAL DE PROCESO Y PRODUCTO

Una vez estudiados todos los ámbitos que rodean la fabricación y sacadas las conclusiones pertinentes que como se ha dicho, se pueden consultar en los anexos, se ha de completar la tabla que se ha enunciado al principio de este apartado.

Número de piezas	Método	Coste pieza	Coste Molde	Parametros	Deformación
		40%	30%	10%	20%
2	Canal Frío	7	10	8	5
	Cámara Caliente	6	8	6	8
4	Canal Frío	9	6	8	5
	Cámara Caliente	8	4	6	8

Tabla Ponderada completa

Número de piezas	Método	Total
2	Canal Frío	7,6
	Cámara Caliente	7
4	Canal Frío	7,2
	Cámara Caliente	6,6

Resultados Tabla Ponderada

Recapitulando lo dicho anteriormente, podemos concluir que la mejor opción para inyectar el patín es hacer un molde con dos cavidades. Este resultado no es algo concluyente ni definitivo, ya que se trata de una tabla ponderada en la que no se recogen factores tan importantes como la posible demanda que el contenedor vaya a tener. El hecho de ser la solución que más nota ha obtenido tan sólo nos aproxima a lo que podría ser la solución óptima.

Lo que si que parece evidente es que la mejor opción es realizarlo con canal frío con entrada submarina como se hace hasta ahora. El molde es más barato y la máquina en la que se va a inyectar necesita menos fuerza de cierre para llevar a cabo la inyección. Además, si algo pudiera justificar el uso de la cámara caliente por encima de la rentabilidad, sería el acabado de la pieza. Dado que estamos ante un producto que no tiene ningún requerimiento estético, por ser una pieza que se encuentra en el fondo del contenedor, todavía es más evidente la elección.

Concluyendo esto último, la pieza a fabricar estará hecha por inyección con canal frío. Dado que la tabla ponderada que se ha realizado ha reflejado que lo óptimo es fabricar en un molde de dos cavidades, a partir de este punto se va a proceder como si tal fuera a ser el proceso definitivo. No obstante, la última decisión la tiene CONTENUR.

En este apartado del proyecto, se pretende concretar el producto que se va a fabricar, tanto desde el punto de vista del diseño del producto como desde el de la fabricación.

4.1. Diseño Formal/Funcional

En el apartado 2, se ha hablado largo y tendido de la evolución que ha sufrido el patín desde los primeros conceptos hasta lo que se ha considerado definitivo. Sin embargo, tan sólo se ha hablado de la evolución formal-funcional que ha sufrido sin hacer referencia a otros aspectos del mismo como podría ser los materiales de los que está formado o los componentes que interactúan con él, así como la secuencia de montaje del mismo. En este apartado se pretende concretar todos estos aspectos más técnicos. Recapitulando el mencionado capítulo 2 de este escrito, se presenta lo que se ha considerado el patín en su versión definitiva.

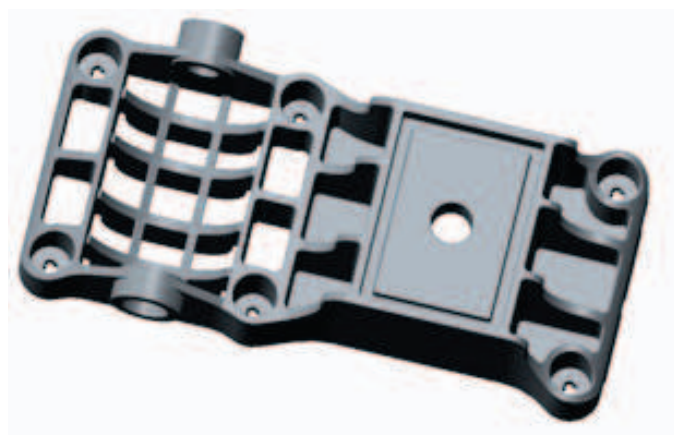


Figura 4.1. Patín Definitivo

La primera pregunta que debemos hacernos llegados a este punto es: **¿En qué aspectos hemos mejorado el patín actual?**

Para responder a esa pregunta, debemos rescatar la versión actual y oponerla con el resultado de la evolución formal que ha sufrido el nuevo. En las imágenes de arriba se pueden ver ambos productos, a la izquierda el patín que montan los contenedores ahora, a la derecha el aspirante.

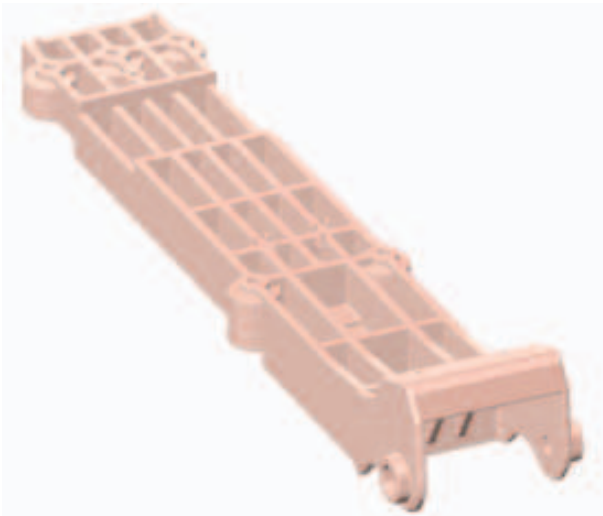


Figura 4.2. Patín Actual

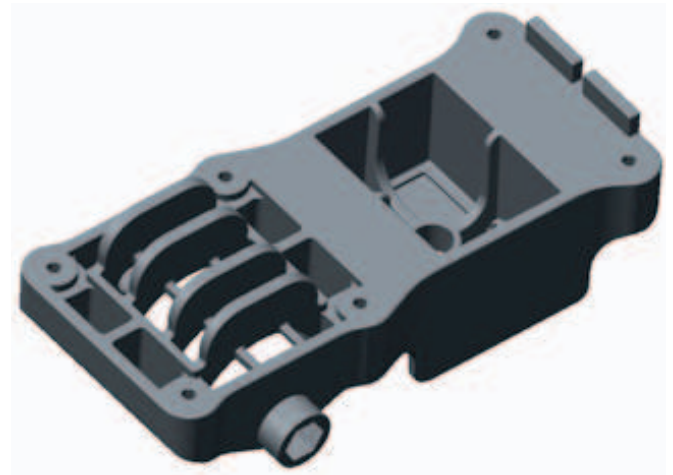


Figura 4.3. Patín Nuevo

Lo primero que nos llama la atención es la diferencia de tamaño. Mientras que el nuevo diseño presenta una embergadura de 215 mm, el actual lo supera en más del doble. Esta simple diferencia, hace que se ahorre material, que la máquina en la que se inyecte sea más pequeña, que el molde sea más pequeño y que el tiempo de ciclo sea más corto entre otras ventajas. Además, este hecho no supone una reducción en la resistencia de la pieza, ya que la mayoría de las piezas actuales, rompen a la altura de los primeros alojamientos.

Otra gran diferencia que podemos apreciar es el número de componentes. En el patín actual, se montan un total de 5 tornillos mientras que el nuevo se fijará la contenedor con tan sólo cuatro. En cuanto al número de almohadillas, también se ha conseguido optimizar. En el actual se montan dos y en el nuevo tan sólo hará falta una. Por último, el patín actual también necesita de dos amortiguadores en zona de la cabeza que reducen el impacto con el vaso. Como el patín actual no tiene la capacidad de flexar, esos dos componentes tampoco son necesarios.

Otro punto débil del patín, es la cabeza. En el actual, también se han registrado roturas en este punto debido al golpe que reciben los patines al depositar el camión el cubo en el suelo.

Como se puede observar, en el patín actual, el eje queda en la zona más adelantada y tan sólo se sustenta de dos paredes de igual espesor que en el resto del contenedor. Esto se ha corregido en el nuevo patín. Se le ha dado mayor soporte en la zona de la cabeza

por medio de varias modificaciones en la geometría. En primer lugar, se han colocado dos torretas en una posición más adelantada que el rodillo, con lo que se conseguirá que esté más protegido.

También se han redimensionado las zonas colindantes al eje del rodillo, dándoles un mayor espesor para aumentar la resistencia al impacto. Otra modificación que se ha llevado a cabo para que el patín no rompa con tanta facilidad, son los arcos que se han dibujado en la parte delantera. Estos arcos, además de registrar y rigidizar, transmiten el hipotético golpe hasta el fondo del rehundido del patín. Por último se han cerrado las paredes de la parte trasera, ya que se consideraba que podrían ser demasiado débiles.

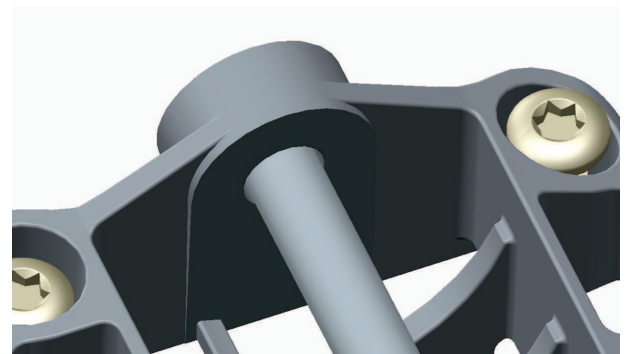


Figura 4.4. Detalle refuerzo

En segundo, se va a hablar de las piezas que componen el patín que se presenta. Todos los elementos que se incluyen dentro del subconjunto patín, o son comerciales y guardan unas medidas concretas, o se fabrican dentro de la empresa para otros productos. Esto quiere decir, que el patín en sí, se ha tenido que diseñar desde un principio en torno a estos elementos, ya que la empresa busca la mayor rentabilidad y no está dispuesta a comprar o fabricar otro tipo de componentes que le van a resultar más caros. Como se puede observar en la figura 4.5. El patín se compone de:

- Cuatro tornillos autorroscantes normalizados.
- Almohadilla amortiguante realizada en goma.
- Rodillo fabricado en PEHD.
- Eje tipo Allen de acero.
- Tuerca Autoblocante.

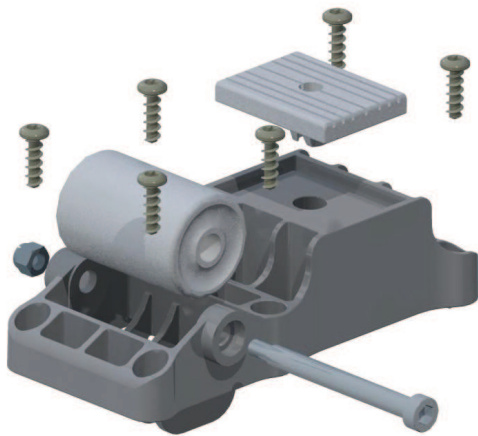


Figura 4.5. Vista Estallada

Todos estos elementos, se han reciclado del patín que monta ahora el contenedor actual. Gracias a este reciclaje, es más factible hacer un cambio generacional de patines. Como se ha explicado, este patín tiene los alojamientos tales que puedan montar también en el contenedor actual, por lo que aprovechando las piezas en Stock, los patines que rompan, pueden empezar a reemplazarse por estos modelos a la par que se montan en los contenedores nuevos.

En lo referente al proceso de montaje, todos los patines deben llegar al almacén con todos los componentes ensamblados. Dado que los patines se fabricarán en distinto sitio que los vasos de los contenedores, estos han de ir premontados para que se ahorre tiempo y así aumente la productividad.

Así pues, en la misma planta que se inyecte, deberá de haber o bien un operario o una máquina automatizada, que ensamble los componentes. Los tornillos irán premontados como ya se ha comentado. Se han realizado unos posicionadores en cada torreta para que los tornillos en cuestión queden registrados mínimamente.

Además la geometría de los patines, ha sido fabricada de tal forma que se puedan apilar con los componentes ensamblados. Por lo tanto, se enviarán en cajas de "x" unidades apiladas de forma que se aproveche el espacio de la mejor forma posible.

Gracias a los posicionadores de los tornillos y a los elementos registradores, cuando el patín llegue al almacén en que se encuentran los vasos de los contenedores, un operario con una pistola, atornillará los tornillos que están premontados. Así, en muy poco tiempo, se puede ensamblar el patín en su su sitio.

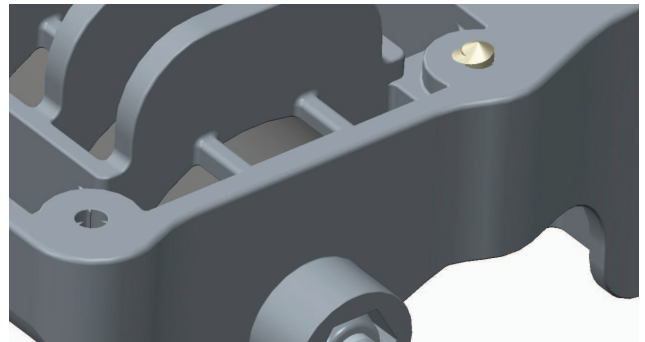


Figura 4.6. Tornillo Premontado

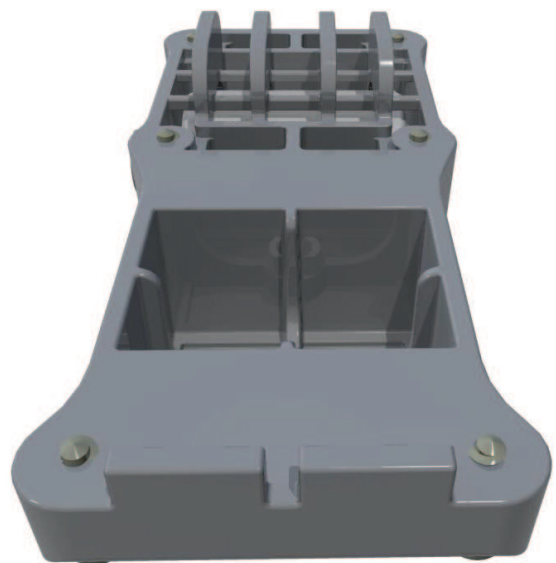


Figura 4.7. Vista superior

4.2. La fabricación

El otro aspecto a tener en cuenta a la hora de definir el producto es la fabricación. Este apartado pretende recopilar información técnica acerca de la inyección en molde. A pesar de que ya se ha hablado antes, en este apartado se va a hacer una recapitulación de todo lo referente a la fabricación y se va a aportar información nueva en la simulación, sobre defectos esperados o parámetros que todavía no se han comentado. Los parámetros de inyección son los extraídos del análisis en la fase III. Se inyectará con un tiempo de llenado de 3,5 segundos, a una temperatura de 210°, y la compactación se hará al 75% de la Presión total. El tiempo de compactación se ha variado a 18 segundos ya que se creían 15 insuficientes. El tiempo de enfriamiento se mantiene en 30 segundos.

4.2.1. Llenados parciales

Extraído de la tabla ponderada, se ha optado finalmente por inyectar el patín en un molde de dos cavidades mediante canal frío. Lo primero que se ha querido estudiar, es el tiempo de llenado y cómo éste es llevado a cabo. Para ello, al igual que se hizo para una inyección en molde de cuatro cavidades se han tomado tiempos de llenado al 25%, 50%, 75% y en el instante final. El resultado es el siguiente:

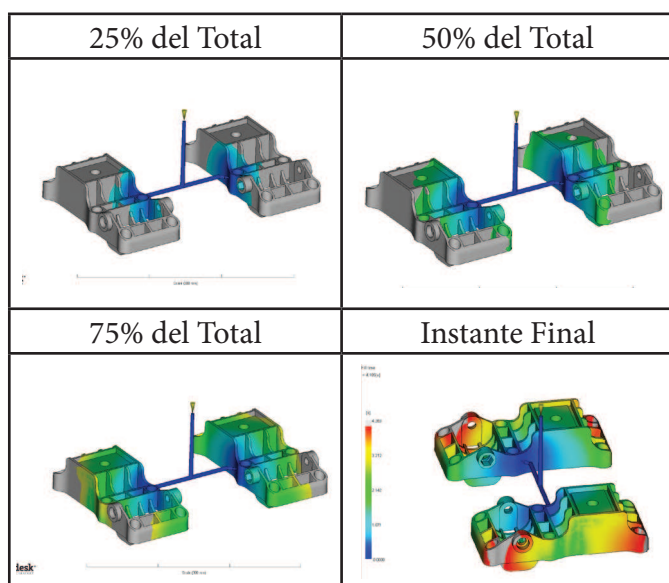
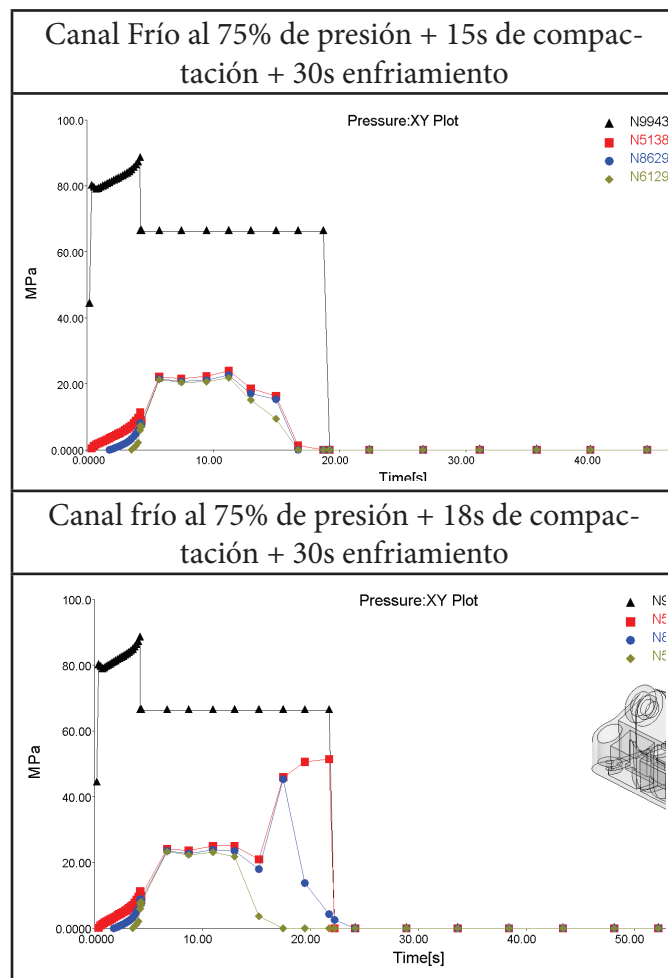


Figura 4.8. Llenados parciales

4.2.2. Presión Compactación

El siguiente punto a analizar es si la compactación es la óptima. Para determinarlo, se va a proceder de igual manera que en el caso de cuatro patines. Se tomarán cuatro puntos en distintos puntos del patín y se evaluarán las gráficas.

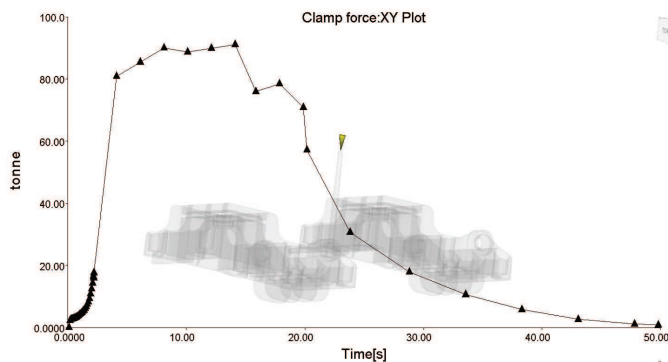


Gráficas comparativas presión

El punto negro se corresponde con el punto de inyección, el rojo es uno perteneciente a la pieza cercano a la entrada de material. El azul está en mitad y el verdoso al final de la pieza.

Como se aprecia en las gráficas, se ha simulado un caso con los mismos parámetros que habían optimizado el molde de cuatro cavidades, es decir 75% de Presión en Compactación durante 15 segundos. Sin embargo, la compactación no es óptima, ya que las líneas caen a la vez y demasiado pronto, además no llegan a alcanzar una presión considerable. Esto es un síntoma de que falta tiempo de compactación. En el segundo caso, se le ha dado tres segundos más y tal y como se observa, las líneas se encuentran mucho mejor repartidas, por lo que la compactación está optimizada.

Muy ligado al concepto de la Presión de inyección y en los distintos puntos de la pieza está la Fuerza de cierre.



Gráfica Fuerza de Cierre

Desde que termina la fase de llenado en el segundo 4, se produce un incremento drástico de la fuerza de cierre que se corresponde con la fase de compactación. A partir del segundo 20, termina la fase de compactación y la Fuerza de Cierre cae tenuamente hasta llegar a casi 0. La Fuerza de cierre máxima se sitúa en 90 Tn. Es una Fuerza relativamente baja que hará que inyectar con estas características sea más barato.

4.2.3. Temperatura del flujo

El siguiente aspecto a tratar es la temperatura en el frente de flujo. Este diagrama muestra la temperatura que tiene la colada a su paso por las cavidades del molde. Es interesante estudiar este dato, ya que una diferencia pequeña entre el valor máximo y el mínimo va a propiciar que todas las partes de la pieza enfríen simultáneamente y por lo tanto no se produzcan defectos tales como partes de la pieza quemadas por fricción o contracciones volumétricas.

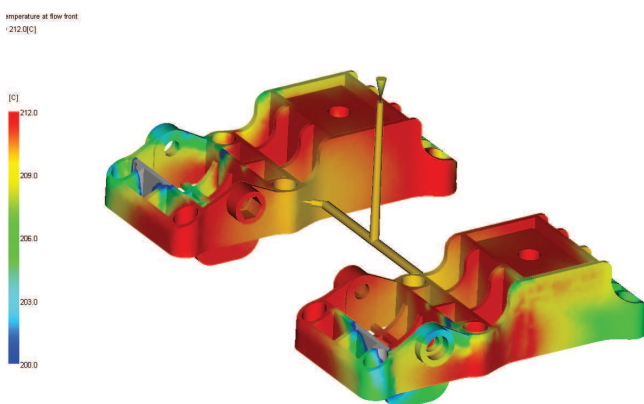


Figura 4.9. Temperatura del Frente de Flujo

La diferencia entre temperaturas máxima y mínima del frente de flujo, depende en gran medida del tiempo de llenado del molde. A medida que se aumenta el tiempo de llenado, la temperatura mínima sufre un decremento mientras que la máxima tiende a aproximarse a la temperatura de inyección. Así pues, a más tiempo de llenado, mayor es la diferencia entre estos dos valores y más defectos se pueden esperar en la pieza.

En este caso, con 3.5 segundos de tiempo de inyección, se puede observar que la diferencia de temperaturas no es demasiado grande, tan sólo de uno 10° entre la máxima (rojos) y la mínima (azules). Esto es un indicativo de que los parámetros de inyección están bien configurados.

4.2.4. Tiempo de expulsión

El tiempo en alcanzar la temperatura de expulsión también es un dato interesante para estudiar. La temperatura de expulsión, la determina el proveedor del material.

Este dato, evidentemente depende en gran parte de la temperatura a la que se inyecte el plástico. En este caso, tal y como se observa en la Figura, el tiempo en alcanzar dicha temperatura es de poco más de 30 segundos. Como se puede observar, el punto que más tarda en alcanzar la temperatura es el cercano al punto de inyección, porque es el último sitio en el que entra material caliente, y porque justo en esa misma zona hay acumulación de material. Así pues, si los expulsores se sitúan en otros puntos de la pieza que ya están enfriados con antelación, se podría acortar ligeramente el tiempo de expulsión.

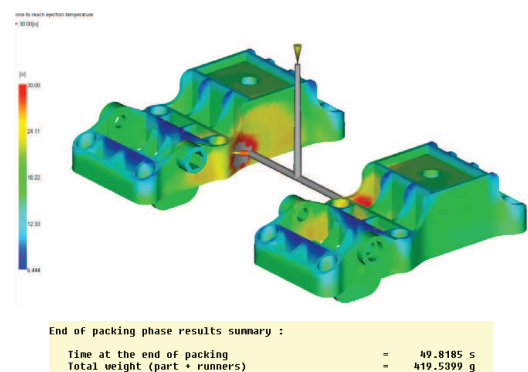


Figura 4.10. Temperatura del Frente de Flujo

Como se puede leer más arriba, el tiempo que dura el ciclo completo es de 49.8 segundos-

4.2.5. Defectos esperados

En el proceso de inyección, es ardua tarea diseñar una pieza que no tenga defectos de ningún tipo. En este capítulo, se van a enunciar los problemas que podría presentar nuestro patín al ser inyectado desde un lateral del mismo por el método de canal frío.

El atrapamiento de aire sucede cuando frentes de flujos convergentes atrapan burbujas de aire. El aire atrapado puede causar llenado y compactación incompleta, y a menudo manchas en la superficie de la pieza. El aire atrapado en bolsas se puede comprimir, arder y causar marcas de quemaduras.

En el siguiente diagrama, se pueden observar áreas delimitadas por líneas moradas que representan los atrapamientos de aire.

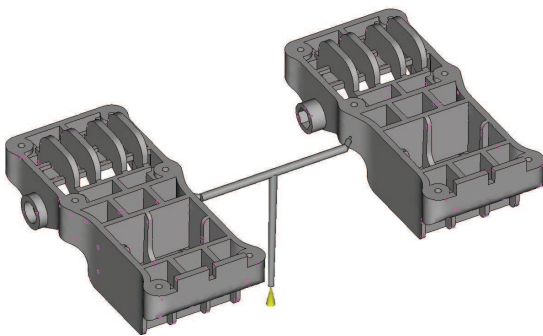


Figura 4.11. Atrapamientos de Aire

Las líneas de unión son otro de los defectos esperados que puede sufrir el patín como consecuencia del tipo de inyección. Se producen cuando dos o más frentes de flujo se encuentran durante la fase de llenado del molde. Si los diferentes frentes de flujo se enfrían antes de encontrarse entonces no se fusionan bien y se crea una zona débil en la pieza. Puede aparecer una línea, una muesca y/o un cambio de color. A menudo se produce en la zona más alejada de la puerta de inyección.

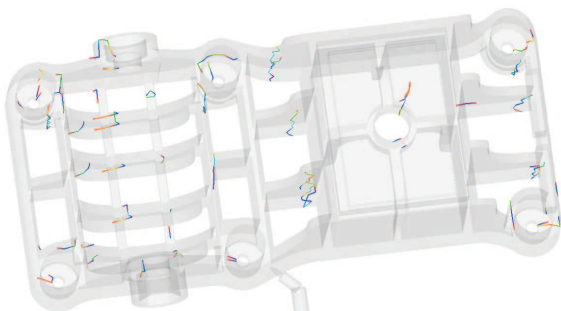


Figura 4.12. Líneas de Unión

Estas líneas de unión o de soldadura, no tienen excesiva relevancia en este proyecto, ya que se trata de una pieza que no va a tener una gran relevancia estética y que va a ser inyectada en un color oscuro. Sin embargo, estas líneas cobran importancia si se producen en zonas críticas del patín ya que pueden mermar la resistencia de las piezas.

La deformación de la pieza por contracciones volumétricas también es un factor importante a estudiar. Si la pieza necesita de un gran ajuste habrá que controlar el proceso, sobre todo la compactación y la temperatura para que al enfriar lo haga de forma lenta y uniforme. Su nombre en inglés es "Warpage" y denomina la deformación exagerada de la pieza que aparece en el momento de su expulsión del molde.

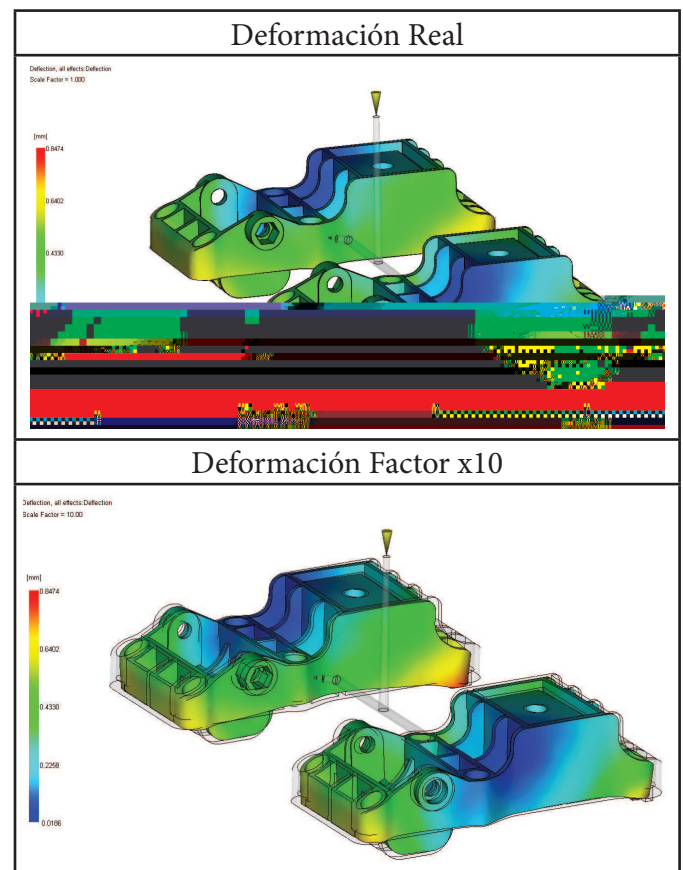


Figura 4.13. Deformación

En nuestro caso, los parámetros han sido optimizados correctamente y como se puede observar en el diagrama de deformación real, apenas se observan diferencias geométricas. Se ha ampliado x10 la deformación en la segunda imagen para que se pueda apreciar en qué zonas se sufren pequeñas deformaciones.

4.3. Presupuesto:

A continuación se va a hacer una valoración económica del patín para conocer cuánto costaría fabricarlo. En primer lugar, hay que diferenciar entre el patín y el subconjunto patín. Para conocer el precio del Subconjunto patín, primero se va a determinar el precio del patín propiamente dicho y después se calculará el precio de los otros componentes y de la mano de obra.

Para determinar el dinero que va a costar a la empresa fabricar cada patín como pieza, hay que estudiarla desde tres ámbitos.

- El material
- La maquinaria
- El molde

En primer lugar, cabe hacer una estimación del número de patines que van a ser necesarios fabricar. Como se ha dicho en la introducción de este proyecto en la justificación del proceso de inyección, se estima que se van a vender entre 2500 y 4000 contenedores por año. Como ya es sabido, cada contenedor monta cuatro patines, por lo que se fabricarán entre 10.000 y 16.000 patines. Esta estimaciones, no incluyen posibles patines que rompan en los contenedores actuales y que se puedan sustituir por estos patines, por lo que la cifra podría ser incluso mayor. Claro que esto es una estimación.

Dado que la pieza no se fabrica con fines comerciales y por tanto no se va a vender a ninguna empresa ni particular, no se va a obtener beneficio propiamente dicho de la fabricación. Abaratar la fabricación significa minimizar los costes del producto.

4.3.1. El material

Se inyectará en PEHD, que es un plástico del grupo de los "Comodities", por especificaciones de la empresa. Mirando en la tabla de valores del material (Kazmer 2006), el material en cuestión, tiene un precio de 1,7 \$/Kg, lo que supone aproximadamente 1,25 €/Kg.

€ pieza = €/kg de materia prima x kg de la pieza

Patín: 1,25 €/kg x 0,2 kg = **0,25 € cuesta el material de cada patín aproximadamente.**

4.3.2. La Maquinaria

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, el precio/hora de la misma y el número de cavidades del molde. Como todos estos parámetros ya son conocidos, sólo queda elegir la inyectora que cumpla los requisitos.

El tiempo de ciclo de cada de las piezas se obtiene a partir de la simulación, donde se debe tener en cuenta el tiempo de llenado, tiempo de compactación y tiempo de refrigeración.

Con respecto a la fuerza de cierre, también se obtiene a partir de la simulación. Teniendo como referencia esta fuerza de cierre se elegirá la máquina inyectora adecuada. Una vez elegida la máquina se deberá comprobar que el molde de la pieza a inyectar cabe entre las columnas de la máquina seleccionada y en caso contrario se deberá de seleccionar una máquina superior, capaz de albergar el molde. Para seleccionar las máquinas de inyección se ha utilizado el catálogo de Mateu & Solé.

Recordando la máxima fuerza de cierre necesaria para inyectar las dos piezas estudiadas, y de acuerdo con el catálogo mencionado, se concretan la máquina necesaria:

Fuerza de cierre necesaria 96,42 Tn. Dado que la máquina de 100 Tn resultaría demasiado ajustada, se tomará la máquina de 125 Tn. Se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

El ciclo de inyección es de 48 segundos, y el molde tiene dos cavidades por lo que tarda 24 s/ pieza
Se fabricarán unas 150 piezas por hora.

La máquina de 125 Tn utilizada para fabricar esta pieza tienen una tasa horaria de aproximadamente 12 €, ya que a pesar de ser una fuerza de cierre muy baja, el hecho de ser tan baja hace que haya pocas máquinas disponibles para llevar a cabo el trabajo, lo que hace que el precio se incremente.

El precio por pieza queda en 0,078 € en lo que a coste de Maquinaria se refiere.

4.3.3. El Molde

El coste del molde es el único factor que no se ha cuantificado anteriormente. Para simplificar el proceso de presupuestar, se divide el coste del utillaje en tres subapartados.

- Coste de Placas Figura
- Coste de estructura Molde
- Factor Complejidad

Para los dos primeros, se considerará el peso de material metálico como elemento principal, si bien se corregirá en las placas de figura por un factor de complejidad de pieza.

Coste de las placas de figura

Coste = 18€/kg (mecanizado) x Factor de complejidad

Las placas de figura tienen unas dimensiones aproximadas de 500 x 350 x 100 mm cada una. Lo que hace un volumen total de 0,0175 m³. Sumando las dos placas 0,035 m³. Puesto que la densidad del Acero es de 7.850 kg/m³, el peso de ambas placas será de 275 Kg. Cada Kg de acero cuesta 18 €. Por lo tanto las Placas de figura tendrán un coste aproximado de 5000 €.

Factor de complejidad = Vol real / A. proyectada x esp

El Volumen de la pieza es 235 cm³.

El área proyectada es la resultante de multiplicar las cotas de gálibo del patín (215,5 x 108,7 mm)

Factor de complejidad = 235/(21,55*10,87)*0,4= 2,5

TOTAL: 5000 * 2,5 = 12.500 €

Coste de la Estructura del Molde

Coste placas de portamolde= 6€/kg (menor calidad)

Se estima que placas de amarre, expulsión, separadores, sufrideras y demás componentes que forman parte de la estructura del molde, puede llegar a pesar del orden de 150 Kg.

Cada Kg de este acero cuesta 6 €, por lo que la estructura del molde podría venir a costar 900 €

Factor Complejidad

- Con contrasalidas externas: +0.3 (30%)

TOTAL:

Coste utillaje = (coste placas figura + coste estructura molde) x factor complejidad

Coste utillaje = (12500 + 900) * 1.3

Coste utillaje = 17.500 € vendría a costar el Molde según esta estimación.

NOTA: Se ha realizado un modelo del molde con las dimensiones y cavidades aproximadas. Se puede ver en el apartado correspondiente de los anexos.

4.3.4. Coste Patín

Como se ha dicho antes, la demanda estimada de contenedores está en torno a 2500 y 4000 contenedores por año. Como cada contenedor lleva cuatro patines, estaríamos moviéndonos dentro del rango de los 10.000 a los 16.000 patines por año. El contenedor actual lleva en el mercado desde 2002, por lo que ha tenido una vida de 10 años. Se estima que el contenedor actual va a tener una vida comercial similar.

Se va a tomar un valor pesimista para hacer la estimación. Si se fabrican 10.000 patines en un año, en 10 años, serán 100.000.

- Precio del Material por patín: 0,25€

- Precio de la maquinaria por patín: 0,078 €

Como se ha dicho, Se espera que el producto esté fabricándose durante unos 10 años, por lo que el precio del molde, deberá dividirse entre los patines fabricados en ese tiempo. Si estimamos que las piezas que se van a fabricar a lo largo de 10 años son 100.000 patines y como se ha dicho, el molde costará 17.500 €, el precio por patín sería de 0,168 €/patín.

Con todo esto, fabricar un patín supondrá a Contener 0.5 €. A lo que habrá que sumarle el coste de los componentes que conforman el patín y que se han descrito anteriormente.

4.3.5. Subconjunto Patín

Como se ha dicho anteriormente, hay que diferenciar el precio del patín como pieza y como subconjunto. Para calcular el precio del subconjunto, habrá que hacer un desglose de las piezas con su precio correspondiente, sumarle el coste de ensamblaje, de transporte e incluso pluses como el Beneficio Industrial.

En primer lugar se va a estimar el coste de los componentes del subconjunto.

Subconjunto Patín:

- Rodillo: 0,2 €/pieza
- Goma: 0,12 €/pieza
- Tornillo (x4): 0.04 €/pieza
- Eje + Tuerca: 0,15 €/pieza

En total, el precio del Subconjunto patín asciende a 1.15 €/patín

En cuanto a los demás gastos se va a hacer una estimación a grandes rasgos. Se entiende que para ensamblar el patín va a hacer falta un operario entero y otro que ayude, ya que son varias piezas a ensamblar. Se estima un sueldo de 18 €/h de uno y 9 €/h del otro. En total en operarios serán 27 €/h. Se fabrican 150 piezas/h por lo que el cada pieza en lo referente a operarios aumentará en 0,18 €.

De transporte se estima un 0,02 €/pieza, ya que es un trayecto corto y en un viaje se pueden enviar del orden de 1000 patines.

Con todo esto tenemos que el Subconjunto patín cuesta: $1,15 + 0,18 + 0,02 = 1.35$ €/Subconjunto

A este precio habrá que sumarle el Overhead (25%) y el Beneficio Industrial (15%)

Finalmente, el precio del patín para Contener es de aproximadamente 2 €.

NOTA: El despiece del patín con su lista de elementos y sus cotas representativas se pueden consultar en los planos que se encuentran en los anexos.

4.4. Presentación del Producto



Figura 4.14. Perfil

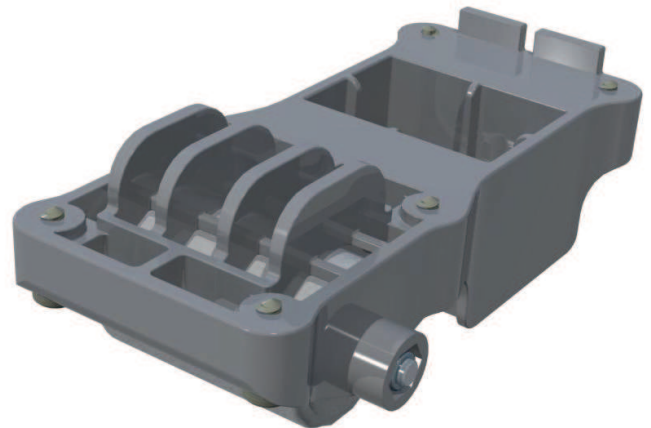


Figura 4.15 Frontal arriba

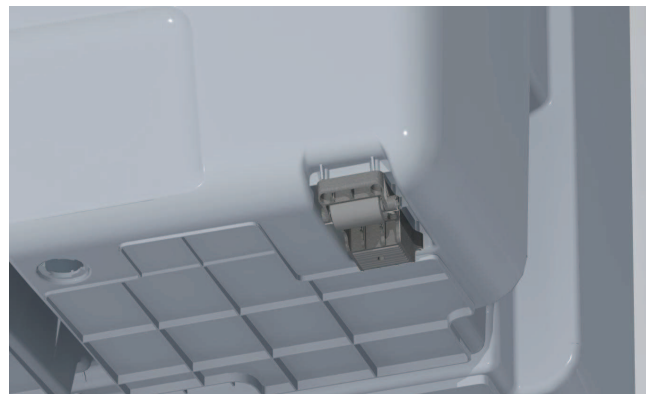


Figura 4.16. Montado

5. Conclusiones

En este capítulo se van a enumerar las conclusiones obtenidas de este Trabajo Fin de Grado, en el que se ha trabajado en el Subconjunto patín, englobado en un gran proyecto de diseño de un nuevo contenedor de carga lateral.

Como conclusión general, se puede decir que se han logrado alcanzar los objetivos presentados en el capítulo 1, que pretendían llegar a un diseño del patín que redujera el número de componentes y de material sin mermar la resistencia. Ahora el patín queda totalmente escondido debajo del contenedor sin condicionar su estética. Se ha conseguido también que el patín apile con otros para optimizar los envíos.

Todo esto, se ha llevado a cabo cumpliendo una normativa y bajo los condicionantes que la empresa había impuesto, como un material y un proceso de fabricación determinados, el hecho de que el nuevo diseño monte los mismos componentes que el patín actual, la posibilidad de que el nuevo patín monte en el contenedor actual, o que encaje en los mismos alojamientos que las ruedas de contenedores de carga trasera.

El último modelo que se muestra en este documento, es el que ha aprobado CONTENUR como definitivo. Como se puede observar a lo largo del desarrollo formal y funcional, se han tenido que incluir nuevas modificaciones tal y como surgían por petición de la empresa.

En cuanto a la parte de fabricación, se ha tomado la determinación de fabricar el molde con dos cavidades por una serie de razones argumentadas. Esto, no es concluyente, ya que depende totalmente de la valoración que se haya asignado a cada apartado. Por tanto, si la empresa desde la experiencia y con datos que nosotros no poseemos, creen conveniente diseñar el molde con otra configuración, sin lugar a dudas, lo harán.

Para facilitar la labor y hacerla más precisa, se han utilizado las herramientas informáticas ProEngineer (Diseño 3D) y Moldflow (simulación de inyección).

Se ha elaborado también un presupuesto para la empresa. Como ya se ha dicho, es orientativo, apuntando el orden de magnitud esperable para este conjunto. No obstante, se ha procurado hacer una aproximación lo más real posible.

Finalmente, indicar que el autor de este trabajo ha colaborado en el desarrollo de otros componentes de los nuevos conjuntos de carga lateral durante casi un año, participando de un proyecto industrial e integrado en un grupo de trabajo en contacto continuo con la empresa, lo que le ha supuesto un bagaje adicional de habilidades y conocimientos para su desempeño profesional futuro.

6. Bibliografía

- [1] Jorge Aísa, Carlos Javierre, José Antonio De La Serna Diseño. Industrialización y ensayo de grandes contenedores de residuos sólidos urbanos. 2004.
- [2] www.contenur.com
- [3] www.rosroca.com
- [4] www.formatoverde.es
- [5] www.plasticomnium-medioambiente.com/
- [6] www.jcoplastic.com/
- [7] www.mmm-sanimobel.com/
- [8] www.spsigma.com/
- [9] www.alquienvas.com/
- [10] www.otto-es.com/
- [11] M. Menges, How to Make Injection Molds, 2nd ed., Hanser Publishers, Munich, 1993.
- [12] David O. Kazme., Injection mold design engineering, Hanser Publishers, Munich, 2007.
- [13] Charles L. Tucker, Computer modelling for polymer processing, Hanser Gardner Publications, Munich, 1989.
- [14] P. Kennedy, Flow analysis of injection molds, Hanser Publishers, Munich, 1995.
- [17] Angel Fernández Cuello, J. Aísa, Javier Castany Valeri. Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros, ISSN 0034-8708, Nº. 581, 2004, págs. 463-471.