

IBÉRICA

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



Autor: Diego Escriche Villarroya

Tutor: Julio Serrano Mira

Julio 2017

Agradecimientos.

La elaboración de este proyecto no habría sido posible sin la colaboración de otras personas. El agradecimiento de este proyecto va dirigido a estas personas, que me han aportado información, apoyo y conocimientos para el desarrollo del mismo.

En primer lugar gracias a mis padres, pues ellos me han permitido cursar el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos y me han aportado un apoyo constante durante todo momento.

Gracias a D. Julio Serrano Mira, por su labor como tutor y guía para el desarrollo del proyecto, sus conocimientos, información y consejos han sido de gran ayuda.

También agradecer la accesibilidad y compromiso de los diferentes miembros del personal docente de la Universidad Jaume I, que imparten en el Grado en Diseño Industrial, cuya colaboración en ámbito de guía en determinados campos ha sido crucial y eficaz. Gracias:

- D. Salvador Mondragó.
- D. José Iserte.
- D. Vicente Chulvi.
- Dña. Marta Royo.

Por último agradecer al personal de Ronal Ibérica SAU que ha colaborado en el proyecto. En primer lugar a D. José Enrique Pérez, que ha actuado como instructor durante mi periodo de iniciación en la P.E. realizadas en la empresa. Su implicación e información han sido de gran importancia. También a otros empleados:

- D. David Losua.
- D. Manuel Montero.
- D. José Catalán.
- D. Carlos Caverro.
- D. Andrés Gorriz.
- D. David Redón.

Diego Escriche Villarroya.

Índice Proyecto.

• Memoria.....	7
• Planificación.....	63
• Anexos.....	73
• Planos.....	127
• Pliego de condiciones.....	155
• Estado de mediciones.....	173
• Presupuestos.....	187
• Bibliografía.....	207

Memoria

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Memoria.

1.	Objeto.....	11
2.	Alcance.....	12
3.	Antecedentes.....	13
	3.1. Análisis y estudio de mercado.....	13
	3.2. Tendencias en el mercado.....	21
	3.3. DAFO.....	27
4.	Normas y referencias.....	28
	4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	28
	4.2. Bibliografía.....	29
	4.3. Programas de cálculo.....	29
	4.4. Plan de gestión de la calidad.....	30
5.	Definiciones y abreviaturas.....	30
	5.1. Abreviaturas.....	30
	5.2. Definiciones.....	30
	5.3. Nomenclaturas.....	31
6.	Requisitos de diseño.....	32
7.	Estudio de soluciones.....	34
	7.1. Radios insertables.....	34
	7.2. Apliques o insertos en los radios.....	34
	7.3. Radios con estética intercalada.....	35
	7.4. Radios con varias opciones de refrentado.....	36
	7.5. Tapones para los pernos de sujeción.....	36
	7.6. Evaluación y conclusión.....	37
8.	Resultados finales.....	39
	8.1. Descripción general del producto.....	39
	8.2. Elección del material.....	41
	8.3. Proceso de fabricación del producto.....	43
	8.4. Proceso de personalización.....	45
	8.5. Cálculos para el dimensionado del producto.....	49
	8.6. Grabados, leyendas y numeraciones.....	55
	8.7. Ambientaciones.....	56

1. Objeto.

El objeto del presente proyecto es el del desarrollo de una llanta para ruedas en automóviles, de aleación de aluminio, con la intención o destino de definir diferentes versiones del mismo producto, personalización masiva.

Este producto se plantea como una alternativa a la actual tendencia en el diseño de llantas. La personalización masiva no es algo novedoso en el mundo del automóvil (dotando, incluso, la opción de personalizar el vehículo), ni siquiera en el de las llantas, pero es menos común y aplicado solamente por las fabricantes de llantas para abarcar un mayor número de clientes.

Las fabricantes de automóviles, también tienden a diseñar sus llantas, de modo que sean acordes al estilo de sus vehículos. Suelen hacer un modelo con una o dos variantes (estéticas), mayoritariamente, por automóvil. Otra opción es comprar modelos que diseñan marcas externas, normalmente fabricantes.

En esos modelos es donde entra el término “personalización masiva” dentro del mercado actual. Estos productos se diseñan con la intención de abarcar al mayor número de clientes posibles, dando versatilidad a las dimensiones de la llanta. Sin embargo la diversidad en el diseño del mismo modelo es menor, y ahí es donde también se pretende trabajar.

Actualmente la demanda en la personalización en el sector automovilístico sigue creciendo, cada vez son más las empresas fabricantes que sacan vehículos con esta opción. Y dentro de esta opción la cantidad de elementos que se pueden personalizar también va aumentando, desde el color, hasta los retrovisores, las consolas internas, acabados interiores, etc.

La razón de este proyecto, es por tanto, el desarrollar un producto de cuyo bruto podamos obtener múltiples soluciones, destinadas desde a la capacidad de ser válido para cualquier marca o modelo de automóvil, hasta ofrecer la opción de elegir el estilo y diseño de la llanta.

El proyecto se plantea desde la perspectiva de un diseñador externo que es contratado por una fabricante del producto con intención de que desarrolle un nuevo modelo.

2. Alcance.

El presente proyecto alcanza todas las fases para la realización del mismo, partiendo desde la concepción de las ideas hasta los procesos de producción y embalaje.

A continuación se describirán cada una de las fases del proyecto y el motivo de solución. Las fases que cubre el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Estudio y análisis del mercado. Se evaluarán el estado del mercado que compite, las alternativas existentes del producto desarrollado y la viabilidad de este.
- Diseño conceptual. Mediante metodologías para el diseño, se desarrollarán conceptos o soluciones dando lugar a diseños preliminares. De esta fase saldrá el diseño final.
- Diseño de detalle. Desarrollo completo del producto final. cuidando todos los detalles de este así como todo lo referente a los métodos de obtención del producto (materiales, fabricación, cálculos, etc.).
- Planos. Se desarrollará la planimetría del producto final, donde se definan todas las dimensiones necesarias para la comprensión del mismo. Albergará planos generales y de detalle.
- Diseño 3D. Se realizarán modelos en tres dimensiones de el producto y sus componentes.
- Estudio de mediciones. Se medirá y analizará todo lo necesario para la obtención o fabricación del producto, es decir, materias primas, maquinaria, utillaje, etc.
- Presupuestos. Se desarrollará un capítulo que contenga el estudio del coste de ejecución del proyecto, que contenga el coste de fabricación del producto y la viabilidad económica del proyecto; y el coste de redacción y diseño del proyecto de cara al autor.
- Pliego de condiciones. Se definirán las condiciones respectivas al proyecto desarrollado.

3. Antecedentes.

Para llegar a la etapa de desarrollo conceptual y de detalle del producto, previamente es necesario el estudio y evaluación de las diferentes alternativas del producto presentes en el mercado. Se analizarán las opciones de las que dispone el usuario mediante un análisis y estudio del mercado y de las tendencias actuales.

3.1. Análisis y estudio del mercado.

En el presente entendemos como llanta a la pieza, normalmente metálica, sobre la que se asienta un neumático y que forma parte de la rueda.

La rueda, hoy en día y sea en el vehículo que sea (automóvil, motocicleta, bicicleta, etc.), se compone de la llanta, el neumático y el disco. La llanta de un vehículo está unida o sujeta al disco; la función de la llanta es sostener el neumático y la función del disco es conectar la rueda al vehículo.



Figura 3.1.1: Despiece de una rueda actual.

Antes de analizar el mercado que envuelve y rodea el producto, es preciso conocer bien el producto. Para más información, en Anexos: 1.1.1. BREVE HISTORIA DEL PRODUCTO.

En la actualidad, se distinguen 3 tipos de llantas de uso comercial: llantas de aleación de acero, llantas de aleación de aluminio y llantas de fibra de carbono.

- Las **llantas de aleación de acero** son las comúnmente conocidas como “llantas de chapa”, ampliamente utilizadas en vehículos de gama baja y gama media. Este tipo de llanta posee como ventajas sus buenas cualidades mecánicas, producto indeformable y un bajo coste. Por el contrario, tiene como principal inconveniente un elevado peso debido a que deben ser muy macizas, ya que la resistencia del material no permite un diseño con radios; esto a su vez permite una peor evacuación del calor disipado en el sistema de frenos.

Por tanto, **a favor**: son económicas y muy resistentes (por ejemplo a la sal que se esparce en invierno en caso de nieve). Su principal ventaja es su robustez. Son menos sensibles a la suciedad y presentan mayor facilidad de limpieza. En la actualidad suelen montarlas en vehículos comerciales (furgonetas, camiones, etc.) y en coches pequeños, por motivos meramente económicos.

En contra: poseen una estética poco agraciada (de ahí el uso de tapacubos). Su diseño cerrado provoca que los frenos se refrigeren peor por la mala circulación del aire. Son pesadas. Su otro gran problema es que suelen mostrar con frecuencia, alabeo lateral y vertical, lo cual puede llegar a provocar vibraciones.



Figura 3.1.2: Llanta de aleación de acero.

- Las **llantas de aleación de aluminio** cada vez han ido siendo más frecuentes en los vehículos, sobretodo en vehículos de características deportivas, hasta que prácticamente, hoy en día, solo se usan estas en el mercado. Son elaboradas a partir de lingotes de aluminio de primera fusión con un contenido de hierro que debe mantenerse por debajo del 0,18 % por ser una impureza perjudicial para las propiedades requeridas por la llanta. Generalmente, para su elaboración se emplean aleaciones Al-Si^(5.1), añadiendo Magnesio que mejora sus propiedades mecánicas.

A favor: poseen una estética mucho más atractiva y da facilidad a la variabilidad en sus diseños, aportando gran atractivo al vehículo y logrando una gran adaptación a la línea de este. Su mayor beneficio es la ligereza, pues de este modo el coche lleva mucha menor masa suspendida, lo que redunda en un mejor comportamiento del auto. Las mejores llantas de aleación de Al llegan a ahorrar hasta 10Kg con respecto a las de acero. También disipan mejor el calor de los frenos, algo clave para lograr una conducción dinámica.

En contra: Tienden a la corrosión galvánica, por lo tanto requiere de medidas para evitarla (limpieza frecuente). Esta corrosión puede provocar fugas de aire en los neumáticos, algo que puede llegar a ser peligroso. Son delicadas frente a los golpes y no son sencillas de reparar. Son más caras. Por último, añadir que como ya se ha mencionado el aluminio es más blando que el acero, por lo que para lograr la misma dureza que en una rueda de este, hay que usar más cantidad de material y por tanto no se consigue tanto ahorro de peso como el mencionado anteriormente (se enfatiza en “*las mejores llantas de Al*” refiriéndose a un caso extremo).



Figura 3.1.3: Llantas de aleación de aluminio.

- Las **llantas de fibra de carbono** han aparecido en los últimos años gracias a fabricantes de vehículos deportivos, que han trabajado para innovar y desarrollar un producto que posiblemente pueda ser un componente habitual en el futuro coche (como en su día ocurrió con las llantas de aleación de aluminio). Se han conseguido desarrollar métodos de producción de productos de fibra de carbono de forma masiva, y ello ha llevado a poder introducirse en algunos modelos exclusivos como el Ford GT^(5.1) de 2016, el Shelby Mustang GT350R de 2015, el BMW M4 GTS entre otros.

A favor: las propiedades de la fibra de carbono son únicas, ligera, ofrece una alta resistencia y posee una gran rigidez, proporcionando una notable mejora del rendimiento. Este material mejora el rendimiento del vehículo en la aceleración, la frenada, el confort en marcha, la dinámica del vehículo y la reducción de peso. Menos peso significa menos trabajo de frenos y mecánica, reduciendo la inercia de rotación; su ligereza se contrarresta con su rigidez que soporta muy bien las vibraciones dando mayor confort; son mejores para el sistema de suspensión.

En contra: Al igual que las llantas de aluminio fueron un gran avance y mejora, la fibra de carbono sigue los mismos pasos, sin embargo tiene dos grandes factores como desventaja, los cuales, mientras no se superen, no podrán verse llantas de carbono en el mercado. Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad solamente podemos observar como ejemplos de uso de este producto, coches de gama muy alta, y esto es debido a su elevado precio. Este precio viene de la complejidad de la fabricación del producto, por mucho que se haya conseguido lograr una producción masiva, no es ni tan masiva como con los otros dos materiales. En el caso del BMW, que podría considerarse un vehículo de gama menos alta que el resto la llanta es parte de fibra de carbono como de fibra de polímero y aluminio.



Figura 3.1.4: Llanta de fibra de carbono

Como se ha desarrollado anteriormente el mercado actual atiende a tres tipos de llantas, hablando en términos de los materiales utilizados y de estas, uno, la fibra de carbono, actualmente se encuentra en fase de desarrollo, empleando mayores cantidades de dinero y tiempo para su fabricación, lo que conlleva a que solamente sea factible en el mercado de los vehículos de gama alta (coches de lujo, súper deportivos, etc.). Esto no quiere decir que todos los vehículos de alta gama lleven llantas de fibra de carbono, por ejemplo en la Formula 1 se usan llantas de aleación de magnesio, más caras que las de aluminio y con mejores prestaciones. Las aleaciones de aluminio también aparecen en los vehículos de alta gama, de hecho se llevan usando durante muchos años. El mercado de la fibra de carbono, es por tanto, un mercado complejo y en el que no vamos a movernos.

Así pues, pasamos a estudiar el mercado más tradicional de la rueda de automóvil, es decir, el que compite a lo que se viene utilizando estas últimas 30 décadas. Este está claramente enlazado al del vehículo. Otro aspecto serán las tendencias, en lo que se refiere a los diseños de las llantas, tema que se tratará más adelante. En este apartado vamos a desarrollar el mercado general de las llantas, tratando temas como qué material se usa más, si el mercado del vehículo crece o decrece y con ello el de las llantas, o si hay mercado para las llantas comerciales, es decir aquellas no destinadas a los modelos originales de vehículos.

Actualmente, todas las llantas pertenecientes a vehículos del mercado, exceptuando algunos casos de vehículos de gama alta (entre un 3% y un 5%), se fabrican o con aleación de acero o con aleación de aluminio.

El material más usado es el aluminio. Desde hace un tiempo se comenzó a implantar en los vehículos comunes y se ha llegado a un punto en el que prácticamente todos los coches que se producen llevan llantas de aleación de aluminio. El pequeño porcentaje de productos fabricados en aleación de acero, cada vez menor, corresponde a vehículos especiales (furgonetas, camiones, etc.) y algún auto de pequeño tamaño.



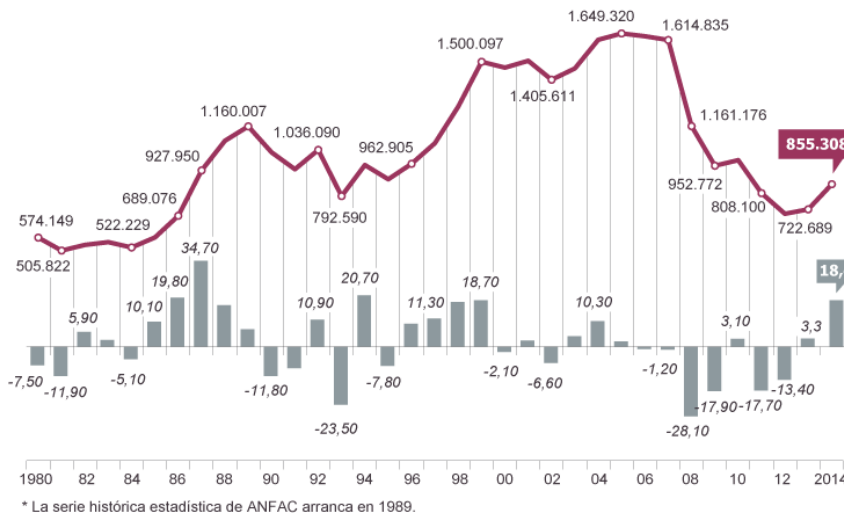
Figura 3.1.5: Tipos de llantas actuales de vehículo

En lo que respecta al mercado del sector de la automoción, los datos son buenos. Tras pasar por una fuerte crisis económica que comenzó en el 2009 y que afectó a nivel mundial, lo cual provocó una recesión en las ventas de vehículos y de sus componentes, poco a poco se ha ido recuperando y aumentando. Actualmente a nivel global sigue en alza, zonas con mayor desarrollo y poder como China, Estados Unidos y Europa en general, sí que presentan un crecimiento continuo. Para más información consultar Anexos: 1.1.2. MERCADO DEL AUTOMOVIL.

Cabe mencionar que durante los momentos de crisis en el mercado y para combatir la amenaza del sector de la segunda mano, los fabricantes de automóviles tienden a equipar más los vehículos con el fin de atraer la atención del cliente. Este anexo de información se desarrolla para enfatizar en que durante este periodo de recesión, las marcas productoras han invertido en desarrollar los considerados “extras” que puede poseer un coche, entre ellos, las llantas. Enfatizando en su diseño sobretodo.

EL MERCADO DEL AUTOMÓVIL EN 2014

— Coches vendidos (unidades) ■ Variación anual (%)



Top diez de marcas y modelos

Matriculaciones en 2014 (enero a dic.)

• Marcas

1	VOLKSWAGEN	76.958
2	SEAT	67.894
3	OPEL	66.700
4	RENAULT	65.043
5	PEUGEOT	62.570
6	FORD	58.818
7	CITROËN	54.614
8	TOYOTA	41.242
9	NISSAN	39.858
10	AUDI	37.656

• Modelos

1	Mégane	29.020
2	C4	28.193
3	León	27.704
4	Ibiza	27.562
5	Polo	23.803
6	Corsa	23.371
7	Golf	23.259
8	Sandero	20.936
9	Clio	20.698
10	Qashqai	17.597

EL PAÍS

Figura 3.1.6: Estadística de matriculaciones registradas por ANFAC (España) hasta el 2014.

Fuente: http://economia.elpais.com/economia/2015/01/02/actualidad/1420195369_722298.html

Se estima, que el mercado mundial del automóvil superará los 100 millones de matriculaciones en 2020.

En lo que toca a España, mercado más cercano, según desarrolla un estudio hecho en septiembre de 2016 (adjuntado en Anexos 1.1.2. MERCADO DE LA AUTOMOCIÓN) Italia y España siguen recuperando terreno con una subida de las ventas de un 10%, aunque aún por debajo de los niveles previos a la crisis. Europa durante 2014,2015 y 2016 ha ido creciendo a más y aumentando el comercio.

Para 2017 se prevé que el crecimiento en Europa continuará, pero se recomienda prudencia frente a un posible estancamiento en los mercados británico debido al Brexit y español por el fin del plan de ayudas del estado en el sector.

Las fabricas productoras de vehículos automóviles, normalmente no fabrican sus llantas, si no que establecen relaciones con empresas dedicadas a la producción exclusiva de estas, de modo que la productora de vehículos puede diseñar los modelos que desea y posteriormente entregárselos a estas empresas para que los conviertan en el producto deseado, o pueden

comprar un modelo ya diseñado por estas empresas (ruedas comerciales) e implantarlo en el coche que deseen.

Algunas de estas empresas son Borbet, C.M.S., Ronal, B.B.S. Para más información consultar el Anexo 1.1.3. *EMPRESAS FABRICANTES DE LLANTAS*.

El mercado de las llantas comerciales (modelos pertenecientes o diseñados por las mismas fabricantes de estos) es muy pequeño. Esto se debe a que el mayor y más potencial cliente que puede tener esta empresa es un fabricante de vehículos.

Como ya se ha mencionado, el productor de coches puede solicitar la fabricación de una rueda propia o comprar un modelo para uno de sus automóviles. Si el caso es ese, que se adquiere un modelo, lógicamente, este pasa a ser un modelo exclusivo y no uno comercial.

Por este motivo el mercado de las llantas comerciales es pequeño, sobre todo en España, ya que el porcentaje de usuarios que compren llantas comerciales para colocarlas en sus coches es bajo. La gran mayoría de los clientes de llantas comerciales son aficionados a la customización o personalización de sus vehículos y que buscan un diseño más acorde con este. Para Ronal Ibérica SAU (Teruel) la venta de llantas comerciales comprende entre un 10 y un 15% del volumen total de llantas vendidas.

Sin embargo, como contrapunto, en otras zonas de Europa, si que está regido por ley la obligación de poseer rines para diferentes situaciones. Esto se debe a las diferentes situaciones ambientales que se dan a lo largo del año (países del norte de Europa). Por tanto el mercado de la llanta comercial, en estas zonas es algo más alto.

Otra de la ayuda que actúa a favor del mercado de ruedas comerciales es la de los distribuidores. Estos se encargan de establecer relaciones con los fabricantes y diseñadores de llantas y crean catálogos grandes. Facilitan la distribución y llegan a un mayor número de usuarios.

El beneficio que aportan las comerciales dependerá del mercado en el que se mueva el fabricante, si decide centrarse solamente en diseñar llantas y venderlas al mayor número de clientes posibles, o dedicar una pequeña sección a este mercado y sacar el mayor capital de relaciones con productoras de automóviles.

En lo que respecta a las llantas personalizables, ya sean comerciales o diseños pertenecientes a un modelo de automóvil, el mercado está en alza.

Este tipo de concepto de llanta empieza a florecer dentro del ámbito del rin comercial, desarrollándose un diseño lo más dinámico posible para que además de poder adaptarse a cualquier auto, de un mismo bruto se ofrezcan un par de opciones de más, con la intención de abarcar mayor terreno en el mercado.

La llegada de los automóviles personalizables, como el Mini (uno de los primeros), será la que empiece a incentivar la idea de poder customizar a el vehículo a gusto del consumidor.

La llanta personalizable como sí, ha llegado no hace mucho al mercado, alrededor de entre 5 y 7 años, más o menos y ha sido en su mayoría de la mano de los automóviles con capacidad similar. Las llantas comerciales siguen siendo productos con varias opciones de acabado pero de una estética muy tradicional.



Figura 3.1.7: Llanta comercial.



Figura 3.1.8: Llanta personalizable.

Como se observa, la mayor diferencia está en que en la comercial te ofrecen 3 versiones y 2 colores y en la personalizable puedes elegir el color. Las personalizables existen, pero están poco desarrolladas o explotadas, se están abriendo camino poco a poco junto con los vehículos que les acompañan. De ahí que se considere un producto con futuro y proyección. La aparición de autos personalizables cada año es mayor, desde el Mini percusor de este sector han aparecido otros como el Opel Adam, el Fiat 500, El Citroën DS y muy próxima está la salida del nuevo Audi A1 que ya se definirá como auto personalizable.



Figura 3.1.9: Ejemplos de llantas personalizables pertenecientes a modelos existentes.

Estos modelos entran dentro de la familia de los coches urbanos los cuales están aumentando en ventas desde el 2012 tras la recesión de la crisis, como podemos observar en las graficas que presentan en la página www.coches.com y cuyas imágenes adjuntamos a continuación. Observando que por ejemplo en 2014 el urbano más vendido era el Fiat 500 el cual es personalizable.

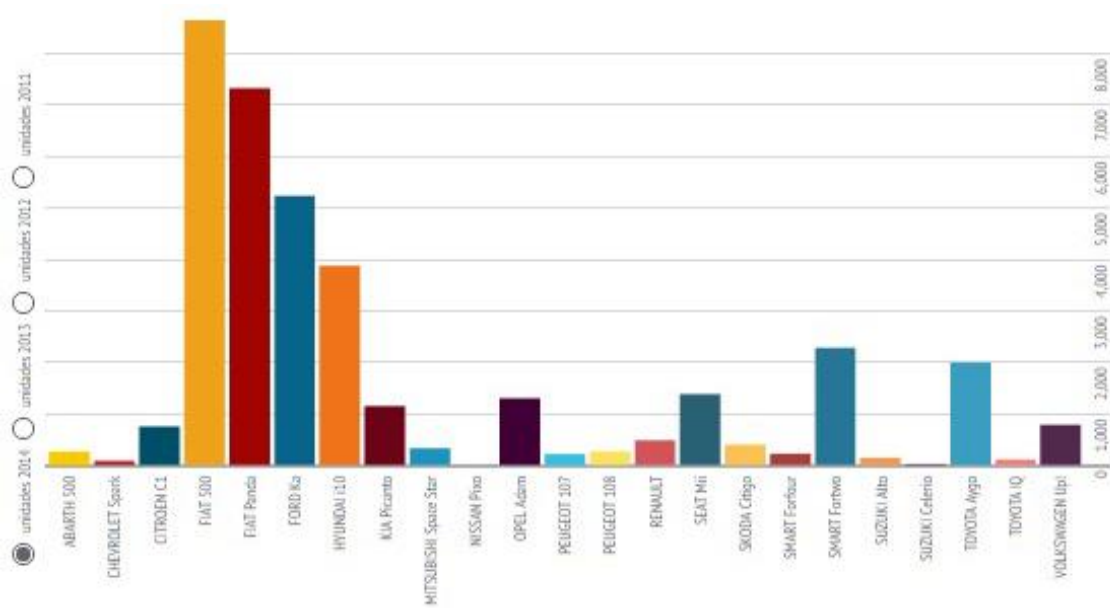


Figura 3.1.10: Unidades más vendidas en 2014.

Ventas de coches urbanos en España (2006-2014)



Figura 3.1.11: Volumen de ventas en España de automóviles urbanos.

Fuente: <http://noticias.coches.com/informes/quia-de-compra-microurbano/118430>

Con el auge de este sector, las empresas fabricantes de rines no tardaran en sacar productos comerciales con capacidad de personalización, ya sea para venta directa a alguna productora de vehículos que busque un diseño de rueda para uno de sus autos, o para introducirla en el mercado de las ruedas comerciales.

Concluyendo, es un mercado con mucho potencial, poco explotado y en crecimiento, lo que nos lleva a preguntarnos ¿qué se puede personalizar hoy en día en una llanta?

3.2. Análisis de tendencias actuales.

El diseño de las llantas ha ido evolucionando con los años, pasando de formas más robustas a líneas más estilizadas, limpias e incluso más complejas. Además de la estética también el concepto del producto e incluso los materiales que lo componen.



Figura 3.2.1: Evolución del diseño de la llanta. Estéticas que han aparecido en la historia.

El mercado del automóvil es un sector muy complicado, constantemente cambiante, debido sobre todo al avance de las tecnologías, que provocan el deseo del cliente de productos más eficientes y estéticos. Siempre se ha mencionado que un vehículo muchas veces se compra por su apariencia más que por sus prestaciones.

La personalización de los vehículos durante un tiempo quedó destinada a la gama alta y a los clientes con poder económico. Pero poco a poco, y con el avance de la tecnología de fabricación, fue abarcando un mayor mercado.

El primer automóvil que llegó a un mayor mercado y que se definía como un vehículo de personalización masiva fue el MINI. Esta marca, poco a poco fue dejando mayor cantidad de componentes destinados a la elección del cliente (techos, retrovisores, consolas, etc.).

Otras marcas vieron la potencialidad de la idea y la aplicaron. Algunas como Fiat, Opel, Citroën o Ford han sacado modelos más económicos atrayendo a un mayor mercado y dando esa sensación de lujo y de capacidad de elección a clientes que antes soñaban con ella.

El sector de la personalización crece, y cada vez vemos más vehículos de este tipo. Además son muy populares entre el público joven. Los Mini y Fiat 500 se encuentran entre los compactos de tipo A (los más pequeños) más vendidos de los últimos 5 años.



Figura 3.2.2: Ejemplo de vehículo personalizable y algunas de sus versiones. Opel Adam.

Actualmente la llanta, se considera, además de un componente muy importante y esencial del vehículo, otro elemento estético que ayuda a dar la imagen deseada del auto.

Se pueden observar multitud de diseños, desde los más innovadores, hasta en los que se intenta recrear una imagen más clásica. Todos ellos aceptados como tendencia, siempre que vaya acorde con el coche.

Anteriormente, en el apartado 3.1. *Estudio y análisis de mercado* se ha realizado la pregunta, ¿qué es lo que hasta ahora hemos visto que se puede dejar a personalizar en una llanta?, o lo más común.

El acabado es el aspecto que se deja a la personalización, es decir, partimos de un bruto, al cual se le puede proporcionar prácticamente cualquier diseño, pero que siempre es el mismo y luego se deja al cliente que elija entre una serie de opciones que permite este bruto. Estas opciones suelen ser de refrentado y pintura, pudiendo elegir si X zona la quieres de una forma u otra.



Figura 3.2.3: Llanta personalizable. Modificaciones en un modelo.

A continuación se desarrollarán las diferentes tendencias actuales en el mercado atendiendo al ámbito formal y a los acabados que estas pueden tener:

Antes conviene explicar que, en la actualidad, realmente no hay un patrón exacto de llanta que se pueda asociar a un modelo concreto de vehículo, hay múltiples opciones. Por lo que las

asociaciones llanta-coche que se van a describir son las más comunes, no quiere decir por tanto que siempre sea así.

- Aspecto formal:

- **Llantas de 5 radios.**

Serán las más básicas y comunes, con un diseño más simple y que se verán en multitud de vehículos. Normalmente se colocan en coches con una estética más clásica. Podemos verlas en turismos (sedán, automóviles pequeños o hatchbacks, familiares, etc.) monovolúmenes, todoterrenos, furgonetas y camionetas. Para más información consultar Anexos: 1.2.1. TIPOS DE AUTOMOVIL.



- **Llantas de 10 radios.**

Suele ser un diseño variante del anterior (5 radios) que añade un aire más deportivo. Los radios se agrupan de dos en dos, al fin y al cabo es una llanta de cinco radios, pero dobles. Se suelen ver en modelos con un aire más deportivo como las versiones cupé o descapotable del sedán, hatchbacks y todoterrenos.



- **Llantas multirradiales.**

Son aquellos diseños que presentan un gran número de radios distribuidos regularmente a lo largo del perímetro de la llanta. Pueden ser muy diferentes y transmitir una estética muy diferente. Normalmente se distinguen 2 estéticas con mayor resalte: una más clásica, que se lleva utilizando desde prácticamente cuando se inventó el automóvil y que ha ido evolucionando hasta adaptarse a el metal (como puede verse en la primera imagen de los ejemplos); y la otra con un diseño más agresivo, que se suele utilizar en vehículos deportivos o con facciones deportivas (imágenes 2ª y 3ª de los ejemplos).



- **Llantas con diseño especial.**

Hablamos de modelos con un diseño diferente a los radios convencionales, que se mueven más en formas más diversas y llamativas. No llevan mucho tiempo en el mercado, y actualmente, muchos de ellos son factibles gracias a la evolución del proceso de fabricación del proceso. Sin embargo algunas que se encuentran en este grupo son diseños clásicos (*llantas retro multirradiales*).



Todos estos diseños que se han agrupado pueden presentar una estructura recta, cóncava o convexa.

Se observa la gran variedad de diseños que actualmente se pueden conseguir mediante el mismo proceso. Prácticamente a cualquiera de estas llantas se les podría modificar ciertos aspectos y conseguir versiones diferentes, es decir, transformar en personalizable.

- **Tamaños del diámetro:**

- **Llantas pequeñas:** de 15" (pulgadas) y 16". Antiguamente eran los tamaños estándar. Actualmente se suelen utilizar en vehículos de pequeño tamaño o en vehículos especiales.
- **Llantas medianas:** de 17" y 18". Son el tamaño estándar de rueda hoy en día. Las podemos ver en prácticamente todos los modelos de automóvil de transporte más común (turismos sedán, hatchback, familiar, algunos todoterreno y gamas cupé).
- **Llantas grandes:** de 19" y 20". Se suelen colocar en coches de gama más alta, todoterreno de gran tamaño y deportivos. Su desempeño, exceptuando quizás en los vehículos de gran tamaño, es más estética que funcional.
- **Llantas muy grandes:** de 21" y 22". Muy poco usadas, normalmente en vehículos de gran tamaño.

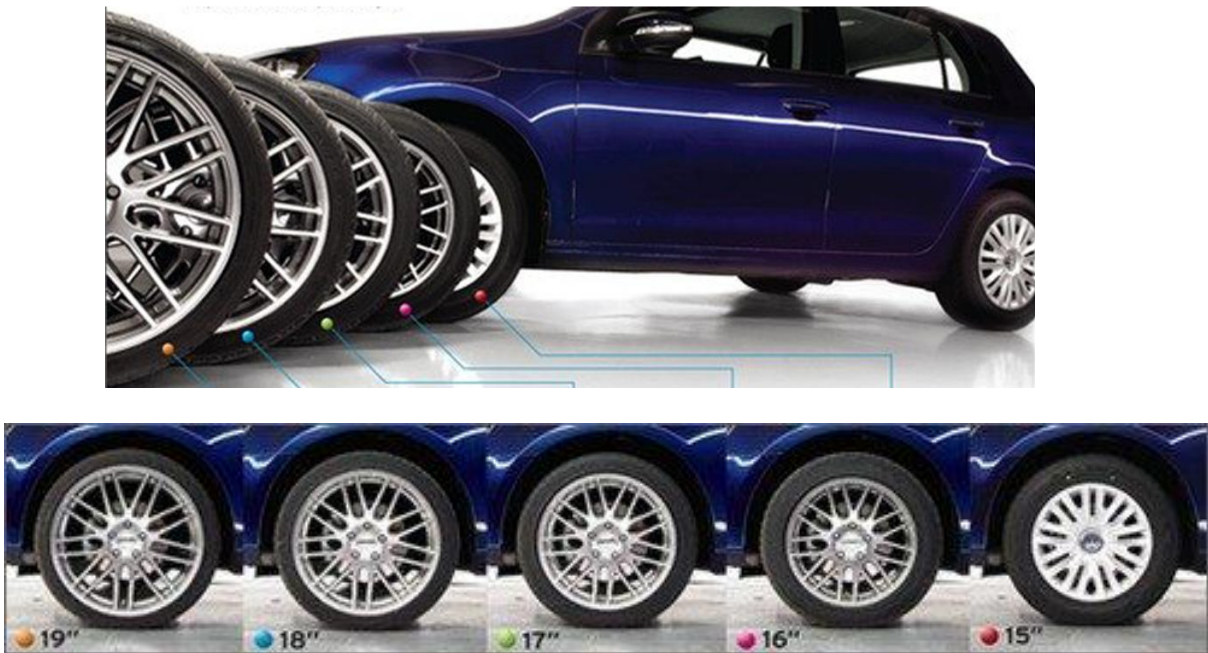


Figura 3.2.4: Ejemplos tamaño de llantas.

Los diferentes tamaños presentan una serie de características, buenas y malas atendiendo a los diferentes factores a tener en cuenta.

En primer lugar, es comúnmente conocido que a menor tamaño del diámetro de la llanta mejores prestaciones. Esto es cierto, pero hay que tener en cuenta ciertos matices que vamos a desarrollar a continuación.

El mayor diámetro causa que el motor tenga que hacer un mayor esfuerzo en mover el coche, la explicación física de debe al momento de inercia (I)^(5.1). Esto conlleva a mayor consumo del coche por el esfuerzo del motor, el aumento del peso de la rueda y por la mayor superficie de contacto con el suelo.

Sin embargo hay que añadir que a mayor tamaño menos vueltas tiene que dar la rueda para alcanzar la velocidad deseada, por lo que esta es la razón por la que se utilizan en los vehículos destinados a ir a altas velocidades, ya que el consumo pasa a un plano menos importante. Además a mayor tamaño del diámetro se gana aplomo y direccionalidad.

Otros aspectos de la rueda a tener en cuenta son el ancho de esta y el perfil del neumático.

- El ancho de rueda presenta unas propiedades similares al tamaño del diámetro, a mayor ancho de rueda más superficie de contacto por lo que actuará mejor en las curvas o en el frenado del vehículo, pero generará un mayor consumo. Por eso cuantas mayores velocidades vaya a alcanzar el coche mayor será esta medida.
- El perfil del neumático. Un perfil menor requiere un neumático más estrecho, el cual se va a deformar menos, de tal modo que la banda de rodadura contacta mejor con el asfalto y se consigue mejor paso por curva. Por este motivo suelen ir en la mayoría de deportivos. Por otro lado, al haber menos neumático se notan más las imperfecciones de la carretera y es mayor el riesgo de reventón (aumento de la incomodidad en la conducción).

- Acabados:

- Llantas pintadas.

Todas las llantas de aleación de aluminio llevan un recubrimiento de pintura, aunque las opciones son enormes.



- Llantas refrentadas.

Esta tendencia es reciente, no lleva mucho tiempo en el mercado pero ha entrado con mucha fuerza. Se trata de realizar un último mecanizado en la cara de la llanta para dejar detalles de metal pulido que contrastará con la pintura que recubre el producto.



- Llantas cromadas.

Es un recubrimiento que se viene usando desde hace tiempo, normalmente en el ámbito de la personalización de coches o en modelos más clásicos, y que transfiere al producto un acabado metálico y muy pulido.



- Tapacubos.
No se trata de un recubrimiento que se adhiere a la llanta, si no de una pieza, generalmente de plástico, que se ajusta en la cara de esta y que actúa de máscara para embellecer el aspecto de la llanta. Se usaba hace un tiempo, con las llantas de acero, debido a que su estética no era muy atractiva.



Actualmente, prácticamente inexistentes. Aunque conviene mencionarlos por conocimiento y porque el tapacubos actual se coloca en el hueco central que normalmente contiene la insignia. Sigue siendo con función estética.

3.3. DAFO.

En este apartado se procede a realizar un análisis DAFO del mercado previamente estudiado. Con este obtendremos un mayor entendimiento del entorno que nos rodea y nos ayudará de cara a la elección del diseño final del producto.

El análisis DAFO se utiliza para el conocimiento de las características internas (Debilidades y Fortalezas) y de las externas (Amenazas y Oportunidades). Por tanto a continuación se procede a ello.

Características internas:

- **Debilidades:** Estas vienen de la cuestión innata de todo proyecto naciente, si este, al intentar ser innovador, funcionará en el mercado. El hecho de que el proyecto no esté contratado por un fabricante de vehículos que arriesgue con el diseño, es la mayor de las debilidades, de modo que se tendrá que buscar su atención para conseguir la rentabilidad.
- **Fortalezas:** El conocimiento del autor del sector es la mayor fortaleza. Sabe lo que necesita para lograr la rentabilidad, conoce el proceso de fabricación, los requisitos de cliente y los medios para lograr el producto. Un diseño original y adaptable es, también, una gran fortaleza en el producto.

Características externas:

- **Amenazas:** Que el producto no cuaje en el mercado, es decir, que no se encuentre un comprador que de rentabilidad en la producción. La competencia, siempre presente y que puede adelantarse o, posteriormente, seguir el mismo camino y superar el proyecto desarrollado.

- **Oportunidades:** Sin duda, la mayor oportunidad es el sector de la personalización ya existente, llamar la atención de los fabricantes de vehículos de este ámbito y que deseen el producto diseñado. En caso negativo, la idea de que se pueda adaptar a cualquier vehículo puede dar más margen de beneficio y otorgar a la llanta mayor fama.

4. Normas y referencias.

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

Para llevar a cabo la realización del Proyecto se han consultado una variedad de normas referentes a los distintos ámbitos de este. Las normas han sido extraídas de AENOR^(5.1), Asociación Española de Normalización y Certificación y de la organización europea ETR-TO^(5.1), European Tyre and Rim Technical Organization. Otras normas relacionadas con los temas de dimensiones específicas, cálculos del producto, o requerimientos de calidad no han podido ser obtenidas por motivos de confidencialidad de clientes.

Referente a el diseño y fabricación de llantas.

- *UNE-EN 69018: 2002. Neumáticos, llantas y válvulas. Llantas, generalidades.* “Esta norma especifica las características generales relativas a las llantas y sus componentes”.
- *UNE-EN 69026: 2007. Neumáticos, llantas y válvula. Llantas de base honda para vehículos de turismo y sus remolques.* “Esta norma determina las dimensiones de los perfiles básicos así como las especificaciones de los agujeros de válvula de las llantas de base honda para vehículos de turismo, sus remolques y para vehículos industriales ligeros”.
- *UNE-EN 69012: 2004. Neumáticos, llantas y válvulas. Válvulas para neumáticos de vehículos. Designación y especificaciones generales.* “Esta norma establece el criterio de designación y las características generales de las válvulas y accesorios para neumáticos”.
- *UNE-EN 69031: 2004. Neumáticos, llantas y válvulas. Válvulas para neumáticos de vehículos de turismo. Características generales.* “Esta norma establece las características de fabricación y de utilización de las válvulas para neumáticos de los tipos con y sin cámara, utilizados en los vehículos de turismo, así como de sus accesorios normalizados”.
- *UNE-EN 26291-1: 1980. Ruedas y llantas. Terminología, designación, marcado y unidades de medida.*
- *UNE-EN 26291-2: 1980. Ruedas y llantas para vehículos. Terminología y definiciones. Equivalencia de términos en español, francés, inglés y alemán.*
- *UNE-EN 26255: 1979. Ruedas para turismos. Métodos de ensayo.*

Referente con el producto del proyecto.

- *UNE-EN ISO 9000: 2015. Sistemas de gestión de calidad. Fundamentos y vocabulario.*
- *ISO 9001: 2008. Sistemas de gestión de calidad. Requisitos.*
- *UNE-EN 66916: 2003. Sistemas de gestión de calidad. Directrices para la gestión de los proyectos.*
- *UNE-ISO 16949: 2009. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos particulares para la aplicación de la Norma ISO 9001: 2008 para la producción en serie de piezas de recambio en la industria del automóvil.* “Esta especificación técnica, junto con la Norma ISO 9001:2008, define los requisitos del sistema de gestión de la calidad para el

diseño y desarrollo, la producción y la instalación y servicio postventa de los productos del sector del automóvil”.

Referente con la elaboración del proyecto.

- *UNE-EN 157001: 2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.* “Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos formales de carácter general con que deben redactarse los proyectos de productos, obras, edificios, instalaciones y servicios. Los aspectos específicos se recogen en las diferentes normas desarrolladas bajo el marco de esta norma”.

Referente con los planos.

- *UNE-EN 1032: 1982. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.* “La presente normal internacional se destina a todo tipo de dibujos técnicos (mecánico, eléctrico, ingeniería civil, arquitectura, etc.). Sin embargo, para determinados campos técnicos, se reconoce que las reglas y convenios generales no pueden cubrir adecuadamente todas las necesidades y, como consecuencia, son necesarias reglas suplementarias, que pueden ser objeto de otras normas”.
- *UNE-EN 1027: 1995. Plegado de planos.*
- *UNE-EN 1039: 1994. Acotación. Principios generales, definiciones métodos de ejecución e indicaciones especiales.*
- *UNE-EN ISO 1029: 2012. Documentación técnica de producto. Vocabulario. Términos relacionados con los dibujos técnicos, la definición de productos y documentación relacionada.*

4.2. Bibliografía.

En este apartado se disponen las fuentes consultadas para el desarrollo de este capítulo del proyecto, el resto de la información bibliográfica tiene su propio capítulo en el proyecto:

AENOR:

<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>

ETR-TO Org:

<http://www.etrto.org/page.asp?id=1594&lanque=EN>

4.3. Programas de cálculo.

Los programas utilizados para la realización de este proyecto son:

- SolidWorks (versión de 2016).
- Photoshop cc2017.
- Illustrator cc2017.
- Rhinoceros 5-SR5.
- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.

4.4. Plan de gestión de calidad.

Durante la realización del presente proyecto se ha llevado a cabo un estudio del cliente/consumidor, basado en encuestas y entrevistas a potenciales usuarios para obtener su voz y sus necesidades.

Se han tenido en cuenta todas las normas, ya estipuladas por las organizaciones (nacionales e internacionales) pertinentes, cuyo fin es la normalización del diseño de una llanta. Estas se han consultado en AENOR, en ETR-TO y en el Departamento de Calidad de la empresa Ronal Ibérica SAU, en la cual, se han realizado las prácticas.

También se han mantenido reuniones con integrantes y compañeros de Ronal Ibérica SAU, profesionales en el sector de la fabricación y venta del producto que se desarrolla en el presente proyecto, con el fin de resolver ciertas dudas y conocer su opinión de cara a diversos puntos y fases del mismo.

Por último se ha llevado a cabo una planificación general del proyecto.

5. Definiciones y abreviaturas.

En este apartado se muestran las definiciones de palabras y abreviaturas que aparecen a lo largo del proyecto. También se definirán ciertos términos referentes al producto que se consideran necesarios para un completo entendimiento. Se definirán todas aquellas palabras referenciadas con un subíndice ⁽⁵⁾.

Se añade que se obviarán las nomenclaturas pertenecientes al Sistema Internacional de Medida (S.I.).

5.1. Abreviaturas.

- AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ETR-TO: European Tyre and Rim Technical Organization / Organización Europea Técnica de Llantas y Neumáticos.
- Al: Aluminio.
- Si: Silicio.
- Mg: Magnesio.
- ABS: Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno.
- GT: Gran Turismo (automóviles de calle, versión deportiva).
- I: Momento de Inercia.
- LPDC (Low Pressure Die Casting): Inyección por Baja Presión.
- CNC: Control Numérico Computerizado o Control Numérico por Computadora.

5.2. Definiciones.

- Los diferentes nombres usados para definir a los tipos de vehículos vienen explicados en el apartado de anexos 3.2.1. *TIPOS DE AUTOMOVIL*.
- Bruto: Cantidad integra del producto. Sin carencias.
- Solubilización: Capacidad de disolver o desleír.

- Temple: Punto de dureza o elasticidad que se da a un material mediante la elevación de su temperatura a cifras muy altas para después enfriarlo bruscamente.
- Cilindrado: Mecanizado por torneado en la que la herramienta se desplaza en dirección paralela al eje de giro de la pieza.
- Mandrinado: Operaciones de torneado internas. Es decir, aquellas en las que se mecaniza el interior de la pieza.
- Refrentado: Mecanizado por torneado en la que la herramienta se desplaza en dirección perpendicular al eje de giro de la pieza.
- Avellanado: Proceso de taladrado, se trata de un llamado o taladrar sobre un agujero previo, pero en este caso con forma cónica.
- Desengrase alcalino: Proceso de limpieza electrolítica catódica de piezas que se cargan negativamente en un medio conductor y se produce la electrolisis del agua. El hidrógeno producido en la reacción arrastra los contaminantes.
- Decapado químico: Tratamiento superficial con ácidos fuertes que remueven las impurezas superficiales.
- Baño pasivado: La pasivación es la formación de una película relativamente inerte sobre la superficie de un material con el fin de aislarlo del exterior. Esta capa está formada por la asociación del metal con el oxígeno.
- Baño fosfatado: Es un tipo de pasivación, se usan para prevenir la corrosión, o como base para pinturas posteriores. Está basado en la solución de ácido fosfórico y sales de fosfato que reaccionan químicamente con el metal para formar una capa cristalina de fosfato no soluble.

5.3. Nomenclaturas.

- Toda llanta lleva un marcado o leyendas en su parte posterior que indica toda la información necesaria, por ejemplo:
 - LEMERS / MADE IN USA / 06 / 99 / DOT 7 ½ / J / 17 / H2 / 5 / ET 36 / 078532:
 - LEMERS es el fabricante del producto.
 - MADE IN USA es el país en el que se haya fabricado el producto, en este caso Estados Unidos.
 - 06 es el mes en el que se ha fabricado, 06 = Junio.
 - 99 es el año de fabricación, 1999.
 - 7 1/2 (= 750) es el ancho, la distancia entre los ganchos de la llanta donde va a ir encajado el neumático.
 - J, tipo de gancho para sujetar el *seat* ('asiento o talón') del neumático
 - 17 es el diámetro del disco, es decir, las pulgadas que tiene el diámetro de las llantas.
 - H2 significa que tiene dos enganches en la llanta para sujetar el *seat* (esto determina el modo y número de presillas para que no se introduzca el talón en el fondo de garganta de la rueda cuando va rodando;
 - ET 36 es la distancia que hay desde la mitad de la llanta, hasta el encajado con el buje (en este caso, el disco es exterior; en los BMW viene como IS 36 [*inset*] porque el disco es interior).
- A356.0: Nomenclatura normativa americana de la aleación de aluminio seleccionada.
- AISi7Mg^(5.1): Nomenclatura normativa europea de la aleación de aluminio seleccionada.

6. Requisitos de diseño.

En primer lugar se definirán los requisitos de diseño, algunos relacionados con el dimensionado y las propiedades de la llanta y otros definidos por el autor, que se consideran esenciales y que el producto en cuestión debe cumplir. Estos requisitos se pueden considerar como rígidos (*R*), es decir, que deben de cumplirse bajo cualquier concepto, o como flexibles (*F*) los cuales pueden variar con respecto a los resultados reales. A su vez, un requisito rígido puede dividirse en “*sub-requisitos*” que sí pueden ser flexibles.

- Que cumpla la normativa vigente (mencionada en 4. *Normas y referencias*). (*R*)
- Que sea ligera. (*F*)
- Que sea tenaz. (*R*)
- Que sea perfectamente circular. (*R*)
- Que no se deforme. (*F*)
- Que sea fácilmente fabricable. (*F*)
- Que evacúe fácilmente el calor. (*R*)
- Que posea una elevada resistencia mecánica. (*R*)
- Que aguante bien el ataque medioambiental. (*R*)
- Que tenga el mejor aspecto superficial posible, por lo que debe permitir trabajar con pequeñas tolerancias para lograr una rugosidad superficial baja. (*R*)
- Que sea segura durante la circulación del vehículo. (*R*)
- Que sea aplicable a la mayor cantidad de vehículos posibles, independientemente de la marca o fabricante. (*F*)
- Que sea lo más rápida y fácil de montar, dentro de lo posible. (*F*)
- Que sea económica, es decir, que tenga un precio asequible. (*R*)
- Que sea segura frente a posibles robos. (*R*)
- Que la calidad estética sea óptima. (*R*)
- Debe cumplir los requisitos de la encuesta. (*F*)

En cuanto a los flexibles (*F*), se definen de esta forma debido a que por ejemplo la ligereza de la rueda variará dependiendo de la aleación de aluminio, lo que importa es que sea lo más ligera posible; o que no se deforme como para impedir el correcto funcionamiento, pero si buscamos un producto tan duro como para evitar la deformación lo que se logrará es la rotura, por eso hay un rango de deformación mínima que se tolerará; o que sea lo más fácilmente fabricable dentro de la complejidad que presentan los diferentes procesos existentes para el objetivo deseado; que se adapte a la mayor cantidad de vehículos, pero hay que tener en cuenta las diferencias entre estos incluso dentro de el mismo mercado; en lo que respecta a la encuesta se debe de cumplir lo más posible, pero siempre atendiendo al factor de viabilidad y rentabilidad.

En lo que respecta a los requisitos rígidos (*R*), se pasa a ver si se pueden subdividir:

- Que cumpla la normativa vigente.
 - Hay diferentes normas que se pueden usar o escoger dependiendo de lo buscado, por lo que, mientras estas sean válidas, hay una pequeña flexibilidad en cuanto a la elección.
- Que aguante bien el ataque medioambiental.
 - Resistencia a la corrosión. (*R*) *evitar la corrosión galvánica, ayuda la pintura.*
 - Resistencia a la oxidación superficial. (*F*) *el aluminio no tiene tanto problema frente a ella.*

- Que tenga el mejor aspecto superficial posible.
 - Calidad superficial en la cara externa de la llanta. (R)
 - Calidad superficial en la zona interna de la llanta. (F)
 - Calidad superficial en la garganta exterior. (F)

La cara de la llanta es la visible y por tanto la de mayor requerimiento de calidad, en el resto se presenta mayor flexibilidad, por lo que si el molde se divide en partes para formar el producto sólo será necesaria la gran calidad en la que genere la cara.

Una vez definidos estos requisitos, pasamos a aquellos que tendrán que valorar el futuro cliente y que tienen una mayor relación con el campo de la estética del producto que se va a desarrollar. Pero antes, debemos comprender el entorno socio-económico y el socio-cultural.

Como se marca en el apartado 3.1. *Análisis y estudio de mercado*, el sector del automóvil va creciendo poco a poco y superando la recesión que ha tenido debido a la fuerte crisis financiera que comenzó en el 2008/9. Por tanto, nunca es un mal momento de intentar crear un producto nuevo, interesante y versátil que pueda llamar la atención en el sector.

En lo que respecta al entorno socio-cultural se ha de tener en cuenta el público al que va a ir destinado el producto y su situación económica. Como se ha mencionado en los apartados 3.2 y 3.3, definiremos dos clientes: los fabricantes de vehículos y más concretamente intentaremos centrarnos en los que fabriquen vehículos personalizables; y usuarios que deseen cambiar las ruedas de su vehículo y por tanto que tengan un gusto por la personalización, carácter ya presente en el primer cliente.

Con esto, se intenta explicar que si conseguimos tener como cliente directo a el primero, el fabricante de automóviles, de forma muy segura tendremos directamente al segundo, el usuario medio.

Gracias al estudio de cliente realizado, el cual podemos consultar en el apartado de Anexos: 6.1. *Formulario de cliente*, se han obtenido las directrices a seguir para obtener un diseño de producto gustoso y atractivo. De este modo, se generan los requisitos estéticos de la rueda, que junto al los desarrollados anteriormente, damos lugar a los requisitos de diseño.

- Debe permanecer, en igual medida que el factor funcional, el factor estético. (F)
- La llanta debe poseer una estética común a la del vehículo. Por lo que, en este caso, debe ser lo más adaptativa posible. (F)
- La estética más atractiva es la deportiva-elegante. (F)
- El tamaño ideal establecido por el cliente es uno medio, de 17" a 18". (F)
- Las llantas de 10 y 5 radios son las más atractivas. (F)
- El acabado más atractivo es el refrentado. (F)
- Los colores que más gustan son el plata y el gris. (F)
- El acabado estético (incluidos los recubrimientos) deben ser lo más duraderos posibles. (F)

7. Estudio de soluciones.

En este apartado se pasa a desarrollar diferentes ideas con respecto al producto, una llanta. Se obviará por ahora los materiales a utilizar, las dimensiones y las propiedades técnicas, en esta sección desarrollaremos la facción más creativa con el fin de obtener la mayor cantidad de soluciones posibles.

Mediante un *Brainstorming* (adjunto en el apartado Anexos: 7.1. *Brainstorming*) se definen diferentes puntos o ideas que inspiran a una serie de soluciones.

7.1. Radios insertables.

Radios que se puedan insertar o eliminar del diseño original, que permitan la posibilidad de insertar diferentes diseños para modificar el diseño del producto.

La idea juega con una opción actualmente inexistente en el mercado, la posibilidad de modificar el estilo de una llanta es imposible ya que son brutos de material y si se quiere cambiar, hay que colocar una nueva llanta.

Esa es su ventaja, aunque sin embargo, quizás estéticamente, al colocar apliques de otro material (más barato para asegurar costes) pierda ese atractivo de producto entera y puramente metálico.

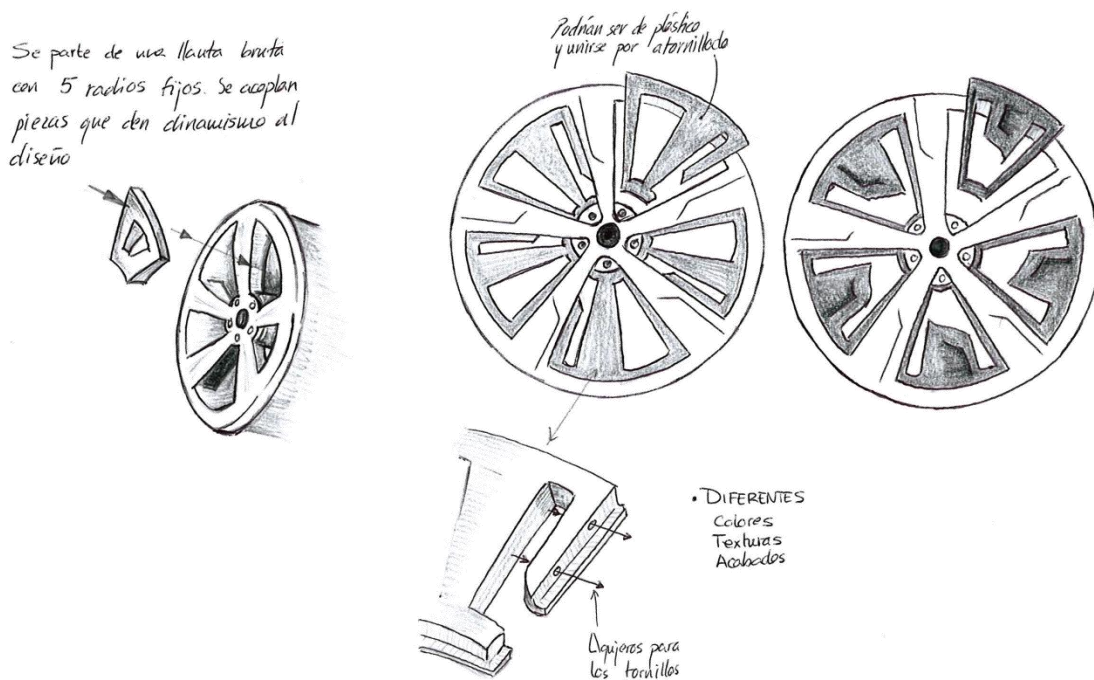


Figura 7.1: Bocetos sobre el desarrollo de la solución 1 del autor.

7.2. Apliques o insertos en los radios.

Más o menos está directamente relacionada con la primera solución, solo que en este caso, se trataría de unos insertos en los bordes perimetrales de los radios que aportarían un contraste estético únicamente. Sería un diseño menos versátil pero quizás más limpio.

Aquí los apliques solo actúan como objeto decorativo de detalle, es una forma de conseguir detalles formales y quizás recubrimientos que no se podrían en el bruto original y son opcionales a la vez que intercambiables.

Mantiene la pureza del producto y la estética, dejando a la personalización solo una pequeña parte. El mayor inconveniente sea el hecho de que se pierde la versatilidad en el diseño de la primera opción.

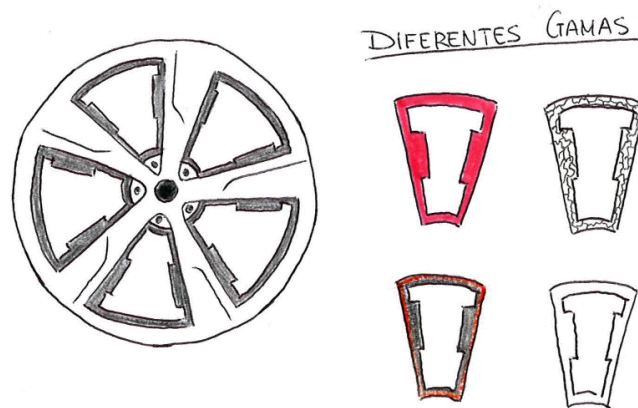


Figura 7.2: Bocetos sobre el desarrollo de la solución 2 del autor.

7.3. Radios con estética intercalada.

De un bruto con radios iguales, mediante los procesos de acabado como refrentado, recubrimientos de color o incluso apliques (soluciones 1 y 2), jugar con radios diferentes de forma intercalada, ampliando la posibilidad de variabilidad del producto.

La solución presenta un producto único, más económico y con una estética menos recargada. El diseño debe ser atractivo y poco provocador, para que guste al mayor número de clientes y de modo sea rentable, dando solo la opción a definir que acabados desean en la rueda.

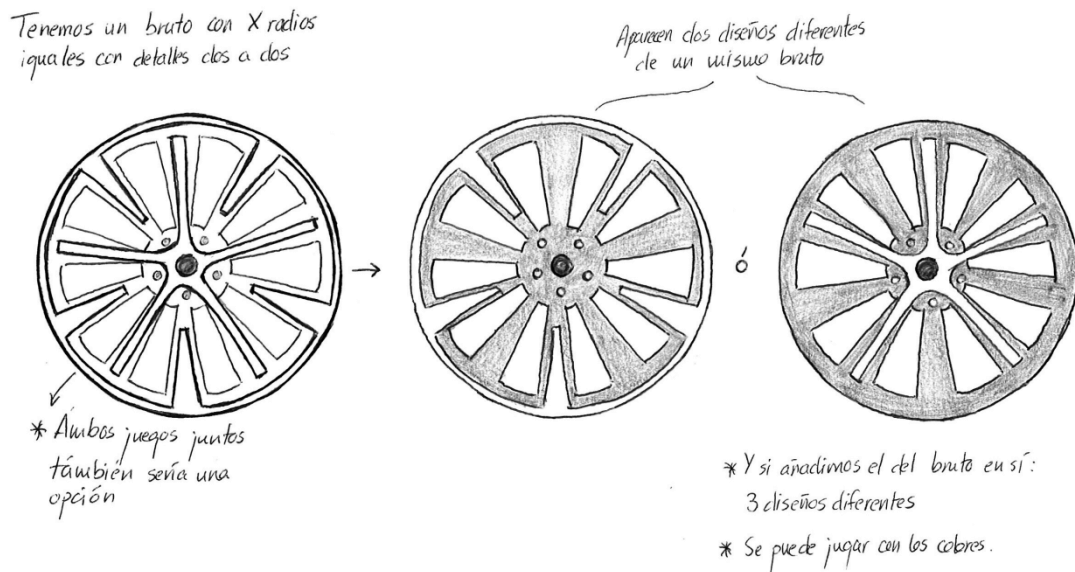


Figura 7.3: Bocetos sobre el desarrollo de la solución 3 del autor.

7.4. Radios con varias opciones de refrentado.

En este caso, la idea es dotar a cada radio con diversas opciones de jugar con la superficie a refrentar o pintar (diferente). Siendo que el bruto sea el mismo pero las soluciones más diversas. Nos ahorraría el hecho de tener que producir los apliques o insertos.

Nace de la idea de la anterior solución. Y al igual que esta presenta un producto único, más económico y con una estética menos recargada. El diseño debe ser atractivo y poco provocador, para que guste al mayor número de clientes y de modo sea rentable, dando solo la opción a definir que acabados desean en la rueda.

La diferente con la idea anterior es que aquí pueden elegir tanto esa opción como alguna más, tienen diferentes opciones de escoger las formas de los detalles de la rueda, limitadas, pero con mayor juego.

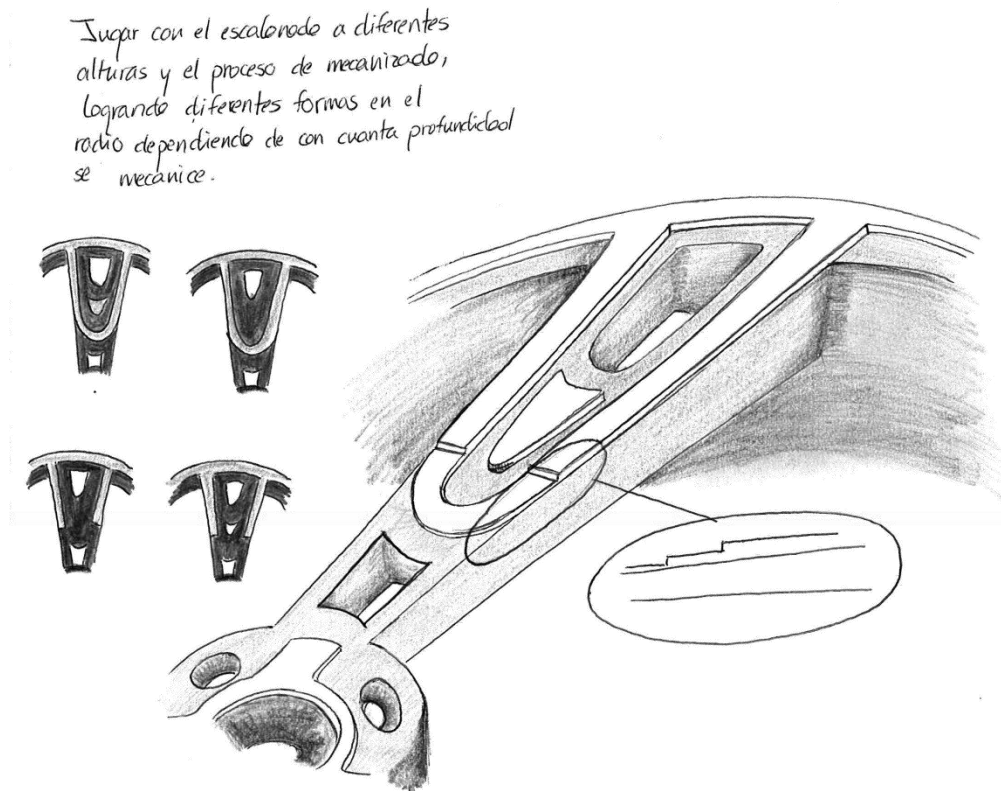


Figura 7.4: Bocetos sobre el desarrollo de la solución 4 del autor.

7.5. Suplementos.

Toda llanta se sujeta al eje del vehículo por el buje central y por los pernos concéntricos al eje. Tanto el eje central como los pernos se suelen tapar con un tapón, normalmente de plástico, como método de protección.

La idea se basa en fabricar, o comprar unos tapones que puedan ser personalizables, es decir, que vayan a juego con el diseño del producto. Como suelen ser de plástico, no presentarán gran problemática en lo que respecta a las gamas de personalización. La tapa para el buje central, o tapacubos, deberá tener una relación con la imagen corporativa.

7.6. Evaluación y conclusión.

Atendiendo a las ventajas y desventajas que presenta cada una de las soluciones propuestas y teniendo en cuenta la opinión del usuario, gracias al cuestionario realizado, se pretende alcanzar la opción más óptima.

En el apartado de Anexos 3.1. *Formulario de cliente*, podemos ver los resultados obtenidos de las diferentes respuestas de los encuestados. De ahí podemos sacar una serie de restricciones o requisitos (ya desarrollados en el último tramo del apartado anterior, 6. *Requisitos de diseño*) que debemos tener en cuenta en el diseño final.

Además se ha realizado una valoración de los requisitos flexibles definidos con anterioridad y que nos ayudarán a obtener nuestra idea final. La tabla se puede observar en el apartado 3.2. *Evaluación de los requisitos flexibles* de los Anexos.

Teniendo en cuenta todo esto, llegamos a la conclusión de que el modelo a desarrollar es la **solución 4**.

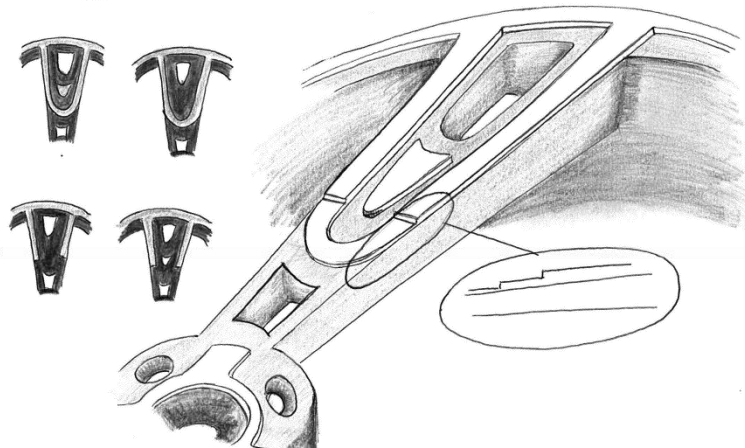


Figura 7.6: Solución 4.

La idea de las piezas de plástico insertables (soluciones 1 y 2) se considera de gran interés, sin embargo, se llega a la conclusión de que el usuario medio suele sentirse atraído por un modelo más neutro, por lo que se cree arriesgado lanzar un producto de tales características sin tener una previa relación con el mercado.

La decisión es la de desarrollar una llanta cuyo bruto de partida, es decir, el bruto que salga del proceso de fabricación, sea siempre el mismo, de esta forma nos será más rentable fabricar siempre el mismo objeto, siguiendo el mismo proceso y utilizando el mismo material. A continuación, en los procesos de transformación y acabado será donde modifiquemos ciertas características de dicho bruto y obtengamos diferentes diseños.

La solución 3 no se considera tan óptima porque, aunque de la sensación de poder sacar hasta 3 modelos diferentes dentro de un mismo bruto, cabría la posibilidad de que alguno no convida tanto en el mercado, además de que para crear un diseño que integre este tipo de combinación y lo haga con de forma atractiva es más complicado.

Por tanto, la solución 4 permite dar la libertad de diseñar cualquier morfología en la llanta, y conferir cualquier estética, generando un bruto siempre igual pero que con posteriores retoques en el proceso de acabado genere diferentes versiones. Ciertamente, son versiones,

pero se considera que siguiendo las pautas estéticas que el cliente ha dictado en el cuestionario el producto, resultará atractivo y por tanto el público lo deseará y además podrá personalizarlo a su gusto.

De este modo, se estima una elección que conlleva menor riesgo para entrar en un mercado joven y en crecimiento, que de por sí mismo, ya es un riesgo. Se considera también la opción con mayor probabilidad de resultar atractiva a fabricantes de vehículos que busquen un nuevo modelo de llanta.

Esta solución no es restrictiva, es decir, si funciona, en un futuro se podrían integrar otras como la solución 2, la cual no necesita ni variación en el diseño, o desarrollar un diseño similar que integre la solución 3.

En lo que respecta a la quinta idea, los tapones, se establece que se puede asumir la compra de estos ya fabricados por otra empresa.

Por ahora, se introducirá un modelo estándar de tapón para perno y si la rueda tiene una buena respuesta, como futura mejora cabría la opción de poder asumir la fabricación de los insertos radiales y unos tapones personalizados y que se integren totalmente con el diseño. La tapa para el buje se mandará fabricar a otra empresa. Sin embargo si se definirá el diseño y dimensiones de esta.

8. Diseño de detalle. Resultados finales.

Este apartado es el encargado de definir el producto al que se ha llegado después de las etapas de búsqueda de información y diseño conceptual.

En la descripción de la solución final se indicarán sus características definitorias y, cuando sea necesario, se hará referencia a los planos, anexos y otros documentos que ayuden a su correcta definición.

De modo que, a continuación, se pasa a mostrar los resultados finales del proyecto “Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva”.

8.1. Descripción general del producto.

Finalmente, el producto se resuelve como una llanta con capacidad de modificación en sus versiones de acabados con el fin de ofrecer diferentes posibilidades estéticas al cliente y de esta forma crear en él la sensación de que acopla a su vehículo parte de su personalidad.

Características:

- Peso: 13.87 Kg
- Tamaño: 17”.
- Anchura: 7”.
- ET: de 20mm a 55mm.
- Material: aleación ISO AlSi7Mg.
- Densidad: 2700 Kg/ m³.
- Nomenclatura: 8F 1993 IEW / 7.0J x 17H2.



Figura 8.1.1: Llanta Ibérica en bruto.

Se trata pues, debido a las características descritas anteriormente, de un producto apto para vehículos de índole urbana, tipo hatchback.

Presenta la posibilidad de elegir entre 5 opciones o versiones del modelo con diferentes tipos de refrentado, además de la diversidad de colores a aplicar en cualquiera de las opciones definidas.

Cada una de las variantes de refrentado también se puede recubrir de pintura, de forma que el contraste en vez de metal pulido-fondo, sería el color deseado-fondo.



Figura 8.1.2: Versión de llanta con opción de refrentado (a) y con opción a color (b).

Está pensado para ofrecer la mayor cantidad de posibilidades al cliente, de forma que no se sienta restringido en cuanto a la elección de su modelo.

Para tener un mayor control de los pedidos y los diferentes modelos, se atribuyen una serie de nombres a cada una de las versiones dentro del mismo modelo de producto (Llanta Ibérica).



Ibérica QiQ



Ibérica FINNE



Ibérica ALPHA



Ibérica FORTUN



Ibérica MUD.

Los tapones para los pernos de sujeción serán iguales y se buscará un modelo que se pueda integrar lo más posible. El tapón para el buje se especificará en la planimetría. Para el encaje con la llanta se define una dimensión y un método de ajuste siempre igual. El resto de la dimensión del agujero central será que varíe dependiendo el destino.

El resto de información sobre los tapones, los pernos y la válvula viene en los Anexos 4.4. *Elementos comprados.*

El paquete final en el que se distribuirá el producto contendrá:

- La llanta Ibérica en cualquiera de la versión que se haya fabricado.
- El tapacubos central para el hueco del buje.
- Los pernos de sujeción oficiales de la casa del vehículo.
- Los tapones para proteger los pernos.
- La válvula de hinchado del neumático.

8.2. Elección del material.

El aluminio, o mejor dicho, la aleación de aluminio. La decisión no es complicada. Incluso antes de llegar a la etapa de diseño conceptual, durante la búsqueda de información ya se menciona que este material iba a ser el más óptimo para el producto a desarrollar (apartado 3.1. *Análisis y estudio de mercado*).

Las razones, entre otras es que es el material más adecuado. Como otras soluciones, tenemos el acero y la fibra de carbono. A continuación se procede a exponer cuales son las diferencias del aluminio con estos dos materiales y por tanto por qué hemos llegado a esta conclusión.

De los tres, el material con mejores propiedades, siendo las más valoradas la resistencia mecánica, la evacuación del calor y la ligereza del producto, es la fibra de carbono. El inconveniente reside en su elevado coste y tiempo de fabricación. En este caso, lo que se busca es conseguir un producto que tenga cabida dentro del mercado convencional del automóvil, con las propiedades necesarias para su correcta funcionalidad y con un precio competente. Para más información sobre la fibra de carbono, consultar el apartado Anexos 4.2.2. *LA FIBRA DE CARBONO*.

El acero presenta unas muy buenas propiedades mecánicas y además es barato, sin embargo su peso es mayor que el del aluminio y que el de la fibra de carbono. Para la aplicación buscada, sería un material más óptimo que la fibra de carbono, gracias a su bajo coste. Por tanto, de los tres sería la segunda opción a elegir después de la aleación de aluminio. De hecho este material se ha usado durante mucho tiempo para la aplicación definida. Para más información consultar el apartado Anexos 3.2.3. *EL ACERO*.

Hoy día, en la industria de la automoción la principal demanda es la de realizar diseños de forma inteligente, que sean capaces de mantener las prestaciones de seguridad, lujo y confort, con una disminución notable del peso. De esta forma, la investigación de nuevos materiales es la que ha dado lugar a la posibilidad cada vez más extendida de sustituir piezas antes fabricadas en aleaciones pesadas como las de acero o hierro, por otras mucho más ligeras como aluminio y magnesio.

Esta disminución del peso en el vehículo repercute directamente en el consumo. Por tanto, tenemos, además una mejora en los requerimientos medioambientales.

Está claro pues que la aplicación de aleaciones ligeras, hoy en día, es de vital importancia en un mercado tan competitivo. Las ventajas frente al acero:

- Es menos denso, con lo que su peso será menor.
- Tiene mayor conductividad térmica, con lo que el enfriamiento será más rápido y los tiempos de ciclo serán menores.
- Tiene un calor específico más bajo (incluso que el magnesio), con lo que se requerirá menos energía para llevar la aleación a la temperatura deseada.

En cuanto a las propiedades mecánicas resaltan su gran ductilidad y maleabilidad. Puede ser forjado y fundido. En su resistencia a la tracción también puede competir con ventaja. Aún así, en sí son peores en comparación con el acero y la fibra de carbono, pero como aleación cambia.

Las aleaciones de aluminio usan otros compuestos o aleantes para mejorar ciertas propiedades que escasean en el aluminio. Por ejemplo, pequeñas cantidades de hierro y silicio aumentan la

dureza del aluminio, que, por consiguiente, es tanto menos duro cuanto mayor sea su pureza, y también menos resistente a la tracción, acrecentando, en cambio el alargamiento.

Las aleaciones de aluminio como material para fundición tienen las siguientes ventajas:

- Buena fluidez para rellenar secciones delgadas.
- Bajo punto de fusión comparado con el de otras aleaciones.
- Rápida transferencia de calor del metal fundido al molde, lo que se traduce en ciclos de producción más cortos.
- El Hidrógeno es el único gas con solubilidad apreciable en Aluminio y sus aleaciones, y esa solubilidad puede ser controlada con el método de procesado.
- Muchas aleaciones de Aluminio no presentan tendencia al agrietamiento en caliente
- Estabilidad química.
- Buen acabado superficial de la pieza fundida con superficie lustrosa y pocos defectos e incluso ninguno.

En Ronal Ibérica se trabaja con aleaciones de Al-Si (Aluminio-Silicio): *se utilizan cuando se requiere alta moldeabilidad y buena resistencia a la corrosión*. Concretamente se trabaja con dos aleaciones de Al-Si, *AlSi7* y *AlSi11*.

Entre estas dos, la mayor diferencia está en la calidad y por ello el precio, la temperatura de fusión, teniéndola más baja la aleación *AlSi11* y en el posterior tratamiento térmico al que se va a someter la rueda.

Por motivos relacionados con el tamaño y diseño de la rueda se elige el *AlSi7* como aleación de la rueda. El *AlSi11* es de una calidad algo inferior, tampoco de gran diferencia y por tanto es más barato, pero se suele usar en ruedas de menor tamaño para asegurar que cumpla perfectamente los requisitos funcionales. Por tanto, el *AlSi7* nos asegurará que nuestro producto, con el tamaño y diseño dispuesto sea fiable.

La aleación seleccionada está normalizada. En Estados Unidos se define como *A356.0*^(5.3) y en Europa como *ISO AlSi7Mg*^(5.3).

Para más información consultar el apartado de Anexos *4.2.1. EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES*.

En cuanto al material para los tapones, se decide que el más apto será un plástico, fácil de fabricar y de coste asequible. Como se ha decidido que se van a comprar a otra empresa, estas suelen realizarlos de polipropileno o de *ABS*^(5.1), ya que son 2 de los plásticos más resistentes y duros.

La diferencia entre ellos es el precio y las cuestiones estéticas ya que el tapón de *ABS* se puede cromar y el polipropileno no. Por tanto, por cuestiones estéticas, todas estas piezas serán del mismo material.

8.3. Proceso de fabricación del producto.

En este apartado pasamos a definir el proceso seleccionado para la fabricación de nuestra llanta de aleación de aluminio.

El producto se llevará a cabo mediante un proceso de fundición. Para ampliar información acerca de la fundición consultar *Anexos 8.3.1. LA FUNDICIÓN*.

Dentro de la fundición se engloban muchos procesos de fabricación, en nuestro caso el más apto es el moldeo, de esta forma, se invierte en un molde sobre el que colamos el metal fundido y cuando este enfríe obtendremos el producto de una sola pieza, lo cual es ideal para nuestra llanta.

Hay muchos tipos de moldeo (en arena, en concha, por gravedad, por presión, etc.), y cada uno da una serie de cualidades a la pieza que genera. En nuestro caso necesitamos conseguir:

- Un producto estanco, sin porosidad o imperfecciones internas.
- Un producto con buen acabado superficial, con baja rugosidad.
- Un proceso que asegure el correcto llenado, ya que la intención es de fabricación en serie y debemos asegurar la fiabilidad en la fabricación.
- Que nos permita trabajar con espesores de pared relativamente bajos, para mejorar la versatilidad en la fabricación del diseño.

De esta forma se procede a seleccionar un proceso:

	Moldeo en arena	Moldeo en concha	Moldeo por gravedad	Moldeo por baja presión	Moldeo por alta presión
Peso del caldo (Kg)	0.1 - 500	0.1 - 15	0.01 - 50	1 - 70	0.01 - 30
Costes de mecanizado	Relativamente bajo	Relativamente bajo/moderado	Moderado	Moderado	Alto
Costes de los cambios	Bajo	Relativamente bajo/moderado	Moderado	Moderado	Alto
Flexibilidad de diseño	Muy alta	Alta	Alta	Relativamente alta	Relativamente alta
Espesor mínimo de pared (mm)	4 - 6	2 - 4	3 - 4	3 - 4	0.8 - 1.5
Rugosidad superficial (Ra)	> 6.3 - 12.3	> 6.3	≥ 3.2 (2.5)	≥ 3.2	≥ 1.6 (0.8)
Aleaciones	AlSi10Mg AlSi7Mg AlSi9Cu2 AlSi7Cu2	AlSi10Mg AlSi7Mg AlSi12 AlMg3	AlSi12 AlSi10Mg AlSi7Mg	AlSi12 AlSi10Mg AlSi7Mg	AlSi9Cu3Fe AlSi12 AlSi10Mg AlSi11Cu2(Fe)

Tabla 1: Comparación procesos de fundición.

El proceso de **inyección por baja presión**, conocido como LPDC^(5.1) (Low Pressure Die casting), se caracteriza porque el metal se introduce en la cavidad de la pieza por la parte inferior del molde, mediante la presión proporcionada por una bomba o un horno dosificador, que toma el caldo de un depósito aislado térmicamente en el que se encuentra el metal fundido.

Se trata pues de una técnica de fundición destinada para la conversión de demandas de alta calidad.

Consiste en llenar el molde con bajas velocidades que provoquen un llenado lo más laminar posible, evitando turbulencias, y por tanto los poros en el interior de las piezas. Mientras se alimenta el molde la presión es constante, es decir, se sigue inyectando material para evitar de esta forma fallos en el llenado.

Se requiere de maquinaria compleja, es repetitivo y puede ser automatizado. Posee buenas tasas de producción, aunque no tan buenas como en la inyección por alta presión. Permite espesores mínimos de pared entre 2 y 3 milímetros.

Es un proceso de alto rendimiento, en torno al 90%. Esto es debido a que se excluye la presencia de un sistema de alimentación complejo, además reduciendo el revestimiento refractario y por lo tanto los costes.

Se obtienen piezas con menor porosidad. El tamaño de estas estará limitado por el tamaño de la máquina.

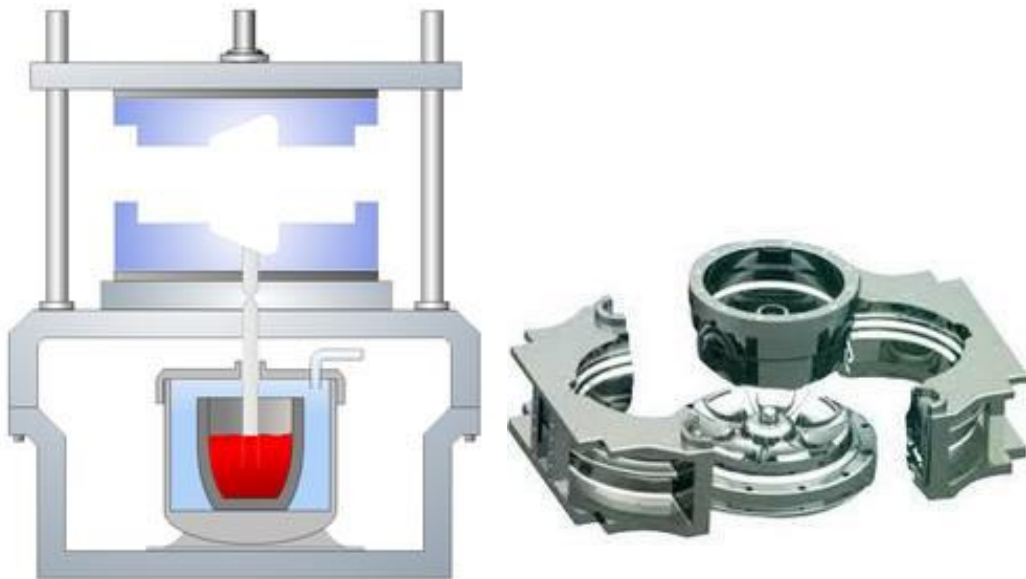


Figura 8.3.1: Máquina de inyección y molde de una llanta.

Otro método usado para la fabricación de llantas es la forja. Este proceso se describe por el golpeo continuo de un martillo o prensa al metal que se encuentra dentro de un molde y que poco a poco, la acción del martillo va deformando el bruto^(5.2) de aleación metálica y esta va confiriendo la forma del molde, que es la deseada.

Posteriormente el proceso es similar al de una llanta inyectada, pasando por tratamientos térmicos, mecanizados, ensayos de calidad, y procesos de acabado (pintura, refrentado).

La mayor diferencia con las ruedas de inyección está en la calidad microestructural del producto, ya que la forja genera acritud en la deformación y se va endureciendo y afinando el grano. Las propiedades mecánicas obtenidas son algo mejores en las llantas forjadas.

Sin embargo, como contrapunto, se usa más material y es menos productivo por lo que las ruedas tienden a ser más caras. Por lo que estas suelen estar destinadas como productos de nivel medio-alto.

En el caso en que se desarrolla nuestro producto, por mucho que se quiera alcanzar la mejor calidad, también debemos tener en cuenta a que mercado queremos acercarnos y por tanto la relación calidad-precio es importante. La inyección por baja presión sigue siendo un proceso fiable y más productivo, dando lugar a una mayor cantidad de llantas, de gran calidad y a un precio más competitivo.

8.4. Proceso de personalización.

Hasta ahora, la fabricación del bruto es siempre la misma. Será pues, a partir de este momento, en el que dependiendo del resultado final del producto se llevarán a cabo determinados procesos con una finalidad o con otra. En el capítulo de Estado de Mediciones se muestra la maquinaria necesaria para las siguientes operaciones.

Es decir, se fabrica un producto bruto en cuyas dimensiones entran todas las posibilidades de acabado.

A continuación, se irán definiendo las diferentes estaciones por las que pasará el producto, y si en estas podrá sufrir diferentes modificaciones.

RAYOS X.

A continuación de la inyección de las ruedas (recordar que es una cadena de fabricación), estas pasan por una máquina de rayos X para que se pueda verificar que el producto no posee imperfecciones internas tales como elevada porosidad, burbujas de aire, etc.

TALADROS.

Se taladra el orificio central de la llanta a un diámetro inferior a cualquiera que pueda poseer un cliente. Y después en la estación de mecanizado se terminará de acabar este para su correcto encaje en el buje. Se mecanizará un diámetro de 35-38mm.

TRATAMIENTO TÉRMICO.

Para mejorar las propiedades mecánicas del material y facilitar el posterior mecanizado de este.

De manera resumida, se basa en un calentamiento hasta casi la temperatura de fusión (solubilización^(5.2)), con la que se consigue disolver parte de los elementos dentro de la matriz y lograr un material más resistente; después se realiza un enfriamiento rápido o temple^(5.2) para mantener las propiedades logradas y por último se realiza un envejecimiento o recalentamiento durante un periodo de tiempo algo más largo para aumentar la ductilidad del material.

MECANIZADO.

En este punto de la cadena las ruedas se introducen en tornos CNC^(5.1) programados para trabajar con respecto a la morfología de cada rueda.

Con esta operación, mediante cilindrados^(5.2), mandrinados^(5.2) y refrentado^(5.2) interno (para el ET), logramos finalizar el acabado superficial de la rueda, así como dejar sus medidas dentro de las tolerancias establecidas.

Se mecanizará la garganta, tanto su cara interna como la externa (dejando el perfil que se estipule en el diseño, el cual sigue la normativa seleccionada) y la cara interior del cubo. La cara exterior del cubo y los radios externos e internos no se tocan por los siguientes motivos:

- Cara exterior: toda la cara exterior no se debe tocar, por eso se exige alta calidad en el proceso de fundición, puesto que es el único paso para esta zona de la rueda en la fabricación.
- Radios internos: tampoco deben mecanizarse porque en ellos se encuentran grabadas a relieve externo las leyendas o numeraciones que dan la información del producto.

En la *Figura 8.4.1* se muestran marcadas y coloreadas las zonas que se mecanizarán de la llanta.

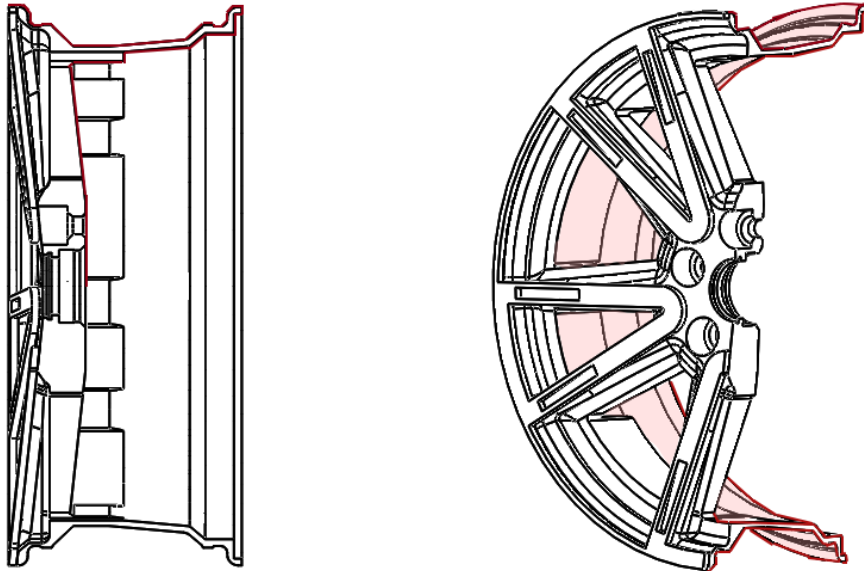


Figura 8.4.1: Zonas a mecanizar en llanta.

En el mecanizado del cubo interior se consigue la longitud deseada para el ET. De esta forma, mediante las máquinas CNC podemos establecer cuál es esa medida en dependencia del cliente al que vaya asignado nuestro producto, ya que cada cliente (Ford, Renault, Opel, Audi, etc.) tiene su propia medida.

Lo último que se mecaniza en esta fase son los agujeros con sus avellanados^(5.2) y diferentes diámetros para los pernos de agarre entre la llanta y el eje; el orificio de la válvula y el mandrinado del buje.

Cada automóvil tiene unas medidas diferentes de estos, tanto en el número de pernos a utilizar, o a cuánta distancia se sitúan del eje central, como del diámetro y forma de estos orificios para la entrada de los pernos. Así como los tamaños de la válvula y el sistema de engranaje con el buje. Lo único que se definirá universal es el engranaje del buje con respecto al tapacubos central que se diseña también. Las medidas vendrán especificadas en la planimetría.

Por tanto se fabricará el bruto sin la presencia de ningún orificio que después de realizarán al llegar a este punto de la cadena y al taladrado del buje a un diámetro inferior y se harán conociendo ya cual va a ser su versión final y para qué modelo de vehículo va a ir destinado.

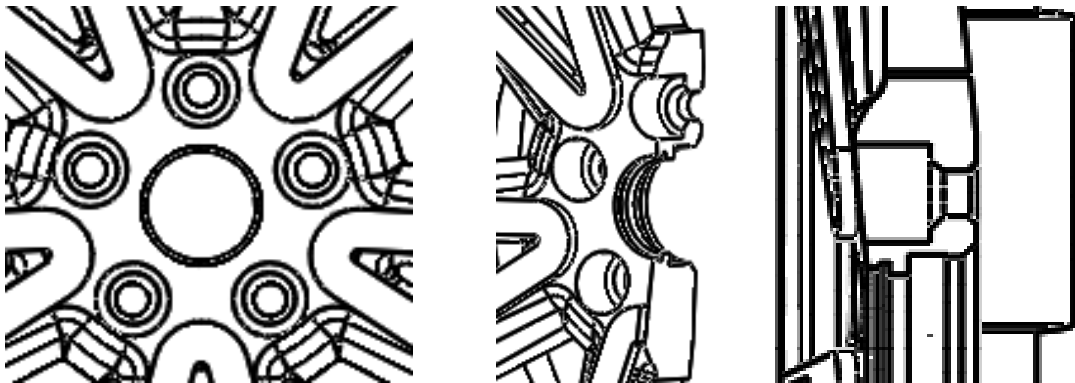


Figura 8.4.2: Ejemplo de orificios para los pernos mecanizados.

CEPILLADO-DESBARBADO.

EL proceso de mecanizado suele dejar rebabas, por lo que una vez se ha completado la siguiente fase es la de desbarbado en una máquina CNC con cepillos, en la que se eliminarán todas estas rebabas y se comprobará que la rueda no presenta imperfecciones superficiales, puesto que el próximo paso ya es la fase de pintura.

ESTANQUEIDAD.

Se trata de una prueba o proceso de control de calidad, y en ella comprobamos la correcta estanqueidad de la llanta haciendo pasar un gas a través de ella ya que la aleación de aluminio es imposible que no presente porosidad, no se puede asegurar de modo que todas las ruedas deberán pasar por este control para verificar que aún con escasa porosidad sí logramos la estanqueidad.

Necesitamos que sea estanca ya que en su interior, cuando sea un producto funcional llevará aire entre la goma o neumático y esta y queremos evitar escapes de aire y por tanto vender un mal producto.

PINTURA.

La pintura como aplicación de recubrimiento superficial en un producto tiene dos funciones claras, una protectora frente al entorno que lo va a rodear y otra decorativa.

En el caso del producto que se está llevando a cabo, se ven ambas claramente. Actuará como barrera protectora frente a el ataque del medio (el sol, la lluvia, aire, polvo, etc.) y también va a desempeñar un fuerte papel en lo decorativo, ya que será una de las características modificables por el cliente.

Previo al proceso de pintura, primero hay que limpiar la pieza con la finalidad de eliminar óxidos, humedad, polvo o cualquier elemento que pueda afectar a la calidad del recubrimiento y facilitar la adherencia de este. Este proceso de limpieza se efectúa mediante un ataque químico. Este se divide en:

- Desengrases alcalinos^(5.2) y posterior enjuague con agua.
- Decapados químicos^(5.2) y posterior enjuague con agua.
- Baño pasivado^(5.2) y posterior enjuague con agua.
- Baño fosfatado^(5.2) y posterior enjuague con agua.

- Secado del producto en un horno.

A continuación se le aplica una capa de imprimación, que es un paso intermedio entre el pintado y la limpieza ya que ayuda a mantener limpia la pieza, a tener mayor efecto contra la corrosión y a mejorar la adherencia del recubrimiento. Se aplica como cualquier pintura, proyectándola sobre la pieza, la imprimación es de epoxi poliéster y posteriormente se seca en un horno.

Una vez la pieza secada, vuelve a introducirse en la cadena de pintura y ya se le aplica el color deseado, mediante la proyección de pintura electrostática en polvo, en base disolvente y el posterior barniz (acrílico) que sella y mejora el aspecto del recubrimiento.

Se escoge este tipo de pintura ya que es eficiente en el proceso de aplicación, no son inflamables y presentan una resistencia físico-química óptima frente a impactos, rayones y agentes químicos.

Posterior al pintado las llantas se introducen en un horno, donde se seca y cura la pintura aplicada.

Una vez hayan pasado el control de calidad de pintura, y cumplan con los requisitos de espesor establecidos por la normativa, hay dos caminos, y dependen de cómo se haya decidido la versión. Uno es el empaquetado y embalaje del producto, listo para ser transportado y vendido al cliente. El otro es el último proceso de acabado. El refrentado.

REFRENTADO.

Este proceso, aunque es un proceso de mecanizado, en este caso se usa como método estético. Esta vertiente en el diseño lleva poco tiempo usándose pero actualmente, la gama de ruedas refrentadas es la más solicitada.

Se trata pues, de mecanizar unas micras (eliminando la pintura), con el torno, por lo que el corte será circular (tener en cuenta a la hora del diseño), ciertas zonas de la cara externa de la llanta (dependiendo del diseño).

De esta forma se logra un contraste entre la zona pintada y la mecanizada, que adquiere la apariencia de metal pulido y brillante. El contraste podrá ser mayor o menor dependiendo de la oscuridad o tono de la pintura.

Posterior al proceso de refrentado hay que volver a realizar el pretratamiento químico descrito en el proceso de pintura para limpiar la zona metálica y después estas ruedas vuelven a la cadena de pintura para recibir una capa de barniz acrílico en polvo y su posterior secado.

Otra opción es la de pintar la zona refrentada, por ionizado de la zona refrentada y baño en una pintura especial que se adhiere solo a esta zona.

En el diseño que se presenta en el proyecto, este, será un proceso obligado, ya que gracias a él sacaremos la gran mayoría de las diferentes versiones desarrolladas. .

Una vez, la llanta haya pasado toda la cadena descrita, estará lista para ser vendida y funcionar. Se ha de tener en cuenta que es un producto personalizable, y por tanto, en ciertos puntos de la cadena, cada una sufrirá modificaciones que pueden ser, o no, diferentes.

Lo que se intenta aclarar es que cada versión debe ser planificada con anterioridad. Al ser un producto personalizable no se puede fabricar masivamente y sin previa demanda.

Para dar lugar a las diferentes versiones ciertos procesos se tendrán que repetir.

- IBÉRICA QiQ. Será la primera versión lograda, se pintará y se refrentará el dibujo frontal correspondiente. Posteriormente se podrá pintar por ionizado el dibujo.
- IBÉRICA FINNE. Será la segunda versión lograda, se pintará y se refrentará más material hasta llegar al dibujo frontal correspondiente. Posteriormente se podrá pintar por ionizado el dibujo.
- IBÉRICA ALPHA. Será la tercera versión lograda, se pintará, se refrentará hasta eliminar los dibujos de las 2 versiones anteriores y posteriormente se pintará de nuevo. Esta versión no se puede refrentar estéticamente.
- IBÉRICA FORTUN. Será la cuarta versión lograda, se pintará se refrentará eliminando el hueco que aparece en la *ALPHA* y se podrá elegir si pintar por ionizado o dejarlo refrentado.
- IBÉRICA MUD. Será la quinta versión lograda, los pasos son los mismos que con la *FORTUN*. Posterior se pinta de nuevo y después se realiza el refrentado salteado. Posteriormente se podrá pintar por ionizado el dibujo.

8.5. Cálculos para el dimensionado del producto.

En este apartado se desarrolla toda la parte técnica del producto. Se trata pues, la elaboración de los cálculos necesarios con el fin de obtener un dimensionado de producto que nos aporte la fiabilidad necesaria para su funcionamiento.

Estos cálculos de la llanta poseen una elevada complejidad y si se le suma la intención de que pueda ser universal, y por tanto aplicable a cualquier vehículo, se complican más aún.

Cada cliente (empresa fabricante de automóviles) envía una serie de requisitos o especificaciones a la productora de llantas para dicho modelo, como la carga que tiene que soportar y los espesores necesarios, la dureza de esta, la resistencia al impacto o a tracción, las normativas que tiene que seguir, etc. Es decir, cada modelo de llanta tiene una serie de requerimientos de cliente.

En el caso de las comerciales, tienen que tener un ratio mucho mayor, ya que deben estar pensadas para cumplir todas estas especificaciones.

Para la elaboración de este proyecto, no se disponen de todas las especificaciones de cliente, dado que no se tiene un cliente específico definido y además, muchas son de ámbito confidencial, otro factor es que se decide desarrollar una rueda con un diámetro concreto y no todos los vehículos admiten una llanta de estas dimensiones.

Como se ha mencionado durante todo el desarrollo del proyecto la intención es realizar un rin personalizable, de modo que entre con mayor presencia en el sector. Así pues, se sabe que la gran mayoría de los vehículos personalizables son urbanos, de tamaños no muy grandes y admiten ruedas del tamaño a desarrollar, por lo que tendremos en cuenta sus propiedades para el dimensionado de nuestro producto.

Para tener un mayor conocimiento de ciertos datos, se realiza un estudio dentro de un ratio de posibles clientes. Este viene especificado en el apartado de Anexos 4.5. *Cálculos para el dimensionado del producto.*

Nuestro producto tendrá que soportar un peso máximo de unos 2100 Kg de masa y deberá comprender una dimensión de ET desde los 20 a los 55 mm.

A continuación se procede a realizar un análisis de los esfuerzos a los que se ve sometida la llanta en las diferentes situaciones en las que se puede encontrar y de ahí se podrá evaluar cuales son las situaciones más críticas y en qué zonas aparecen.

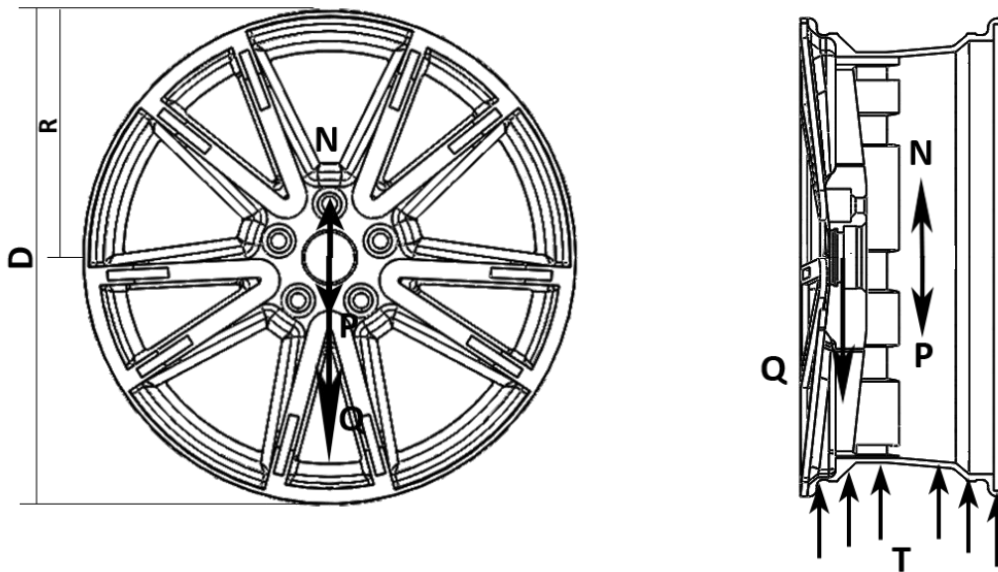


Figura 8.5.1: Análisis de llanta en reposo.

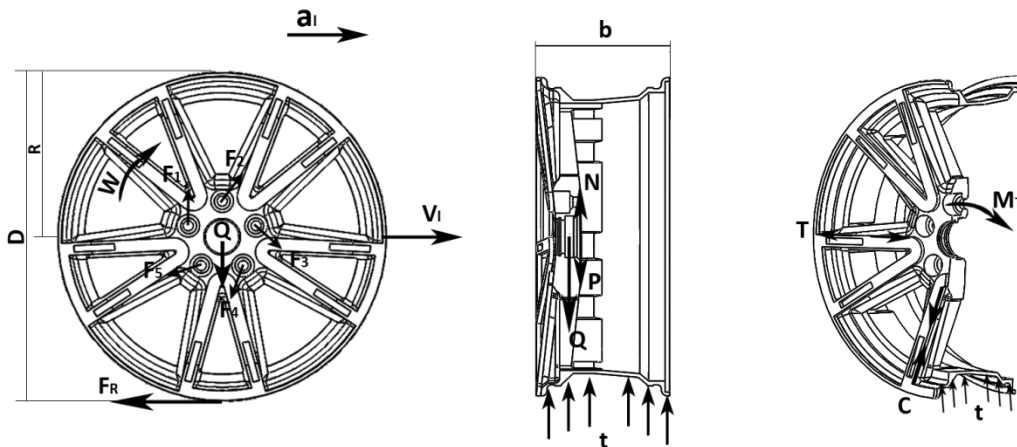


Figura 8.5.2: Análisis de llanta en movimiento recto.

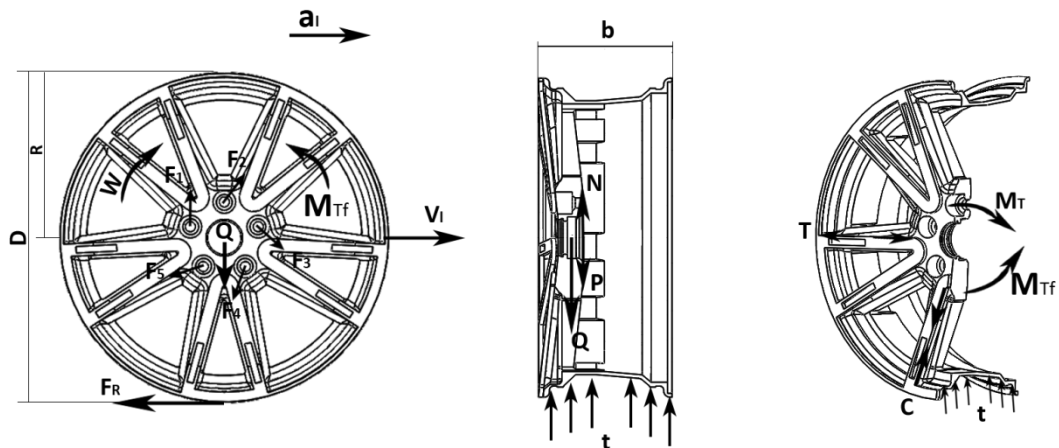


Figura 8.5.3: Análisis de llanta en frenada.

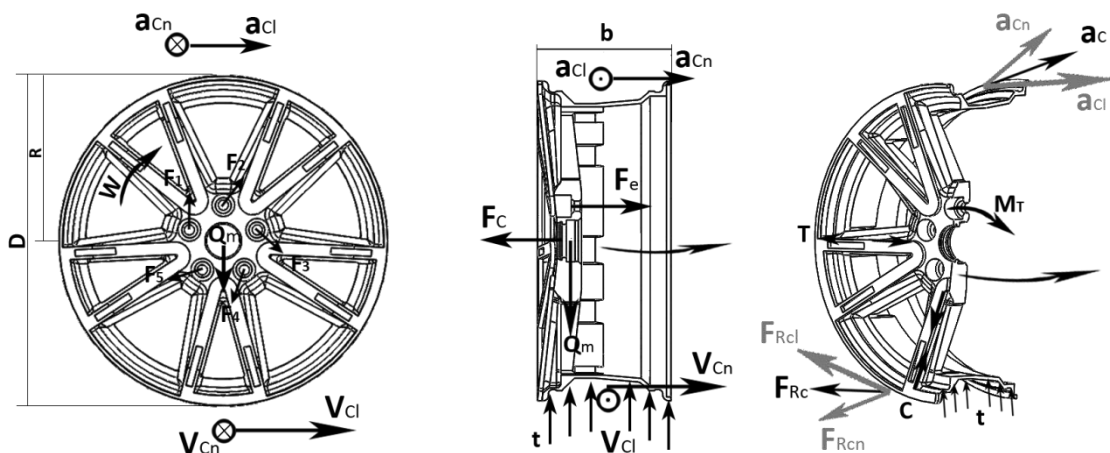


Figura 8.5.4: Análisis de llanta en un giro de curva.

Todo el desarrollo y explicación de los esfuerzos y el comportamiento de la rueda viene definido en el punto de Anexos 4.5.2 *DESARROLLO DE LOS ESFUERZOS QUE APARECEN EN UNA LLANTA*, del apartado 8.5. *Cálculos para el dimensionado del producto*.

Una vez solicitado el producto pasamos al dimensionado. Para dimensionar la llanta, debemos tener en cuenta sus elementos, o las diferentes zonas que la componen. Una llanta se divide en:

- **Garganta:** De espesor uniforme y el perfil es igual por toda la cara. El diseño de estas viene establecido dependiendo el tipo de normativa elegida.
- **Cubo:** es el centro de la cara de la llanta y por tanto la zona con mayor material y espesor del producto. En él se encuentra el buje central, y los agujeros por los que se introducen los pernos de sujeción.
- **Radios:** Sirven de elemento enlace entre la garganta y el cubo.
- **Corona:** En ella intersectan los radios y la garganta.
- **Orificio de la válvula:** se realiza para la posterior colocación de la válvula cuya función es que entre el aire para inflar el neumático. Se encuentra en la corona.

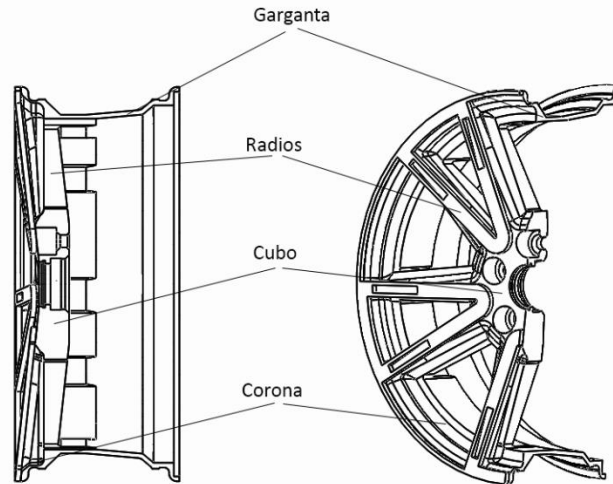


Figura 8.5.6: Zonas de una llanta.

Cada una de las partes en las que se divide la rueda suele ir acompañada de una o más normas referentes al diseño, dimensionado y construcción, aparte de las generales (definidas en el apartado 4 de la memoria). Como no se ha conseguido el acceso a estas normas (confidencialidad), se dimensionará en base a lo obtenido durante la búsqueda de información y los conocimientos del autor.

GARGANTA.

Como ya se ha mencionado, es la pared perpendicular a la cara de la llanta y es la que está en contacto con el neumático. En ella aparecen fuerzas cortantes y puede verse afectada por golpes en sus partes externas además de colaborar, junto con el neumático, en el equilibrado de la rueda, de ahí que posea un perfil y un espesor normalizado. No todas las llantas tienen el mismo espesor ni el mismo perfil. Estas dimensiones y diseño varían dependiendo del tamaño de la rueda y o el neumático dependerá del perfil que se defina.

En lo que respecta al perfil, están normalizados. La organización europea *ETR-TO (European Tyre and Rim Technical Organization)* define los tipos de perfiles que puede tener una llanta. Dependiendo del que se escoja se ajustará un tipo de neumático al rin. Estos perfiles ya vienen indicando sus medidas y sobre todo, en lo que respecta a los Humps.

El Hump es el montículo del perfil que ajusta con el neumático, es decir, actúa como tope para que este no se salga. Por tanto, en el perfil tendremos dos Humps, uno a cada lado.



Figura 8.5.6: Hump del perfil de la llanta.

Las diferentes normas *ETR-TO* y la *UNE-EN 69026* nos informan de cómo van a ser estos Humps (altura, radios de curvatura, ancho, etc.) y de cuanta distancia debe haber entre ellos, así como el tipo de perfil.

El ancho (7"=178mm) y el alto (17"= 436,6mm) de la llanta se establecen desde la intersección de las zonas que van a contactar con el neumático.



Se define un espesor del perfil de garganta, el cual se sobredimensiona en comparación con otros de productos similares, para asegurar su funcionamiento. Se define tanto un espesor de bruto y otro de producto final, mecanizado, que se estima, cumpla sin problemas.

CUBO.

Es el centro de la llanta. Es la parte que mayor concentración de material presenta y en él aparecen ciertos elementos importantes en lo que respecta al dimensionado del producto.

- El agujero central, por el que se ajustará el eje del coche con la rueda. Cada vehículo tiene su propio diámetro y engranaje de entrada de buge y por tanto no se puede universalizar, si no que una vez se haya fabricado el producto se tendrá que mecanizar el buge ya con un destinatario fijado. La longitud del buge viene marcada por el ET. Para el bruto se le dará un diámetro de agujero de 40mm ya que todos suelen ser mayores y se tendrá en cuenta el método de ajuste del tapacubos.
- Los agujeros para los pernos de sujeción. La unión eje-llanta no queda definida y asegurada por el buge, también se realiza mediante una serie de pernos o tornillos que se roscan siguiendo una circunferencia concéntrica al eje. Estos tampoco son universales, ni siquiera el número de tornillos, aunque hoy en día la mayoría de autos usan 5. Por tanto, al igual que con el buge se mecanizarán los orificios conociendo el cliente de antemano. Por tanto, en el bruto, salido de fundición, los orificios no estarán realizados.
- El ET. Definirá el espesor del cubo. El ET es la distancia desde el centro de la llanta hasta la cara trasera del cubo, por tanto a mayor ET menor será este espesor. Para el bruto de salida ideado, el ET deberá de comprender las medidas para abarcar todas las opciones posibles (de 20 a 55 mm).

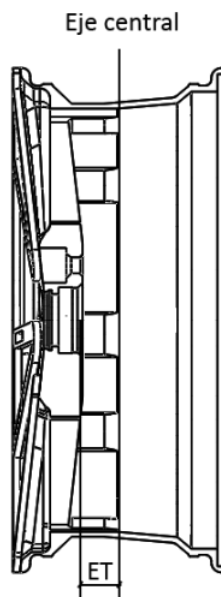


Figura 8.5.7: Especificación de distancia ET en la llanta.

La forma del cubo variará dependiendo del diseño de la llanta. El desarrollado presenta una morfología circular, por tanto como figura volumétrica es un cilindro que se une a la garganta y la corona por los 10 radios.

Se trata de la zona con más componentes y por tanto donde mayores concentraciones de tensiones se producirán, sobre todo en las zonas cercanas a los orificios para los pernos y en las uniones con los radios. Se define con un tamaño y espesor mínimo algo mayor al de un modelo existente y similar.

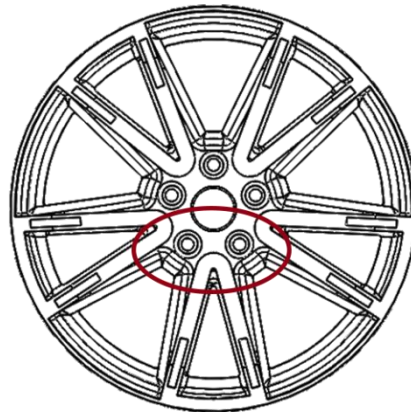


Figura 8.5.8: Zonas críticas (con mayor cúmulo de tensiones) en el cubo de la llanta.

RADIOS.

Cada una de las barras que unen la corona y el cubo. Los radios en la rueda aparecieron como mejora frente al disco que era anteriormente. Esta, se notó sobre todo en el peso, de forma que con menos material se lograba el mismo fin y se mejoraba la ligereza y velocidad del carro.

Para el proceso de fabricación, hay que tener en cuenta en el diseño de las paredes de los radios el ánulo de desmoldeo, y saber que tal y como se fabrique, es como se va a quedar, ya que la cara de la llanta no se mecaniza exceptuando la simple modificación del espesor que provoca el refrentado.

Ayudan a transmitir la tracción motriz del eje central.

En una rueda, una carga en el eje hace que la banda de rodamiento tienda a deformarse ligeramente contra el suelo, quedando los radios inferiores sometidos a fuerzas de compresión (flectando ligeramente), y los perpendiculares a la dirección de la fuerza a esfuerzos de tracción (alargándose y tensándose ligeramente). La compresión en los radios no genera pandeo debido a que poseen secciones grandes y longitudes pequeñas, de forma que estas tensiones de compresión pasan a ser cíclicas y lo que genera es fatiga.

Los radios se disponen siempre de forma que se reduzcan lo máximo posible las deformaciones que pueden aparecer.

Estos, por tanto, en mayor medida, sufrirán a lo largo de toda su longitud esfuerzos de deformación, los cuales son muy complejos para calcular (cálculo por elemento finitos), de forma que se realiza un estudio de nuestra sección más desfavorable (apartado 8.5.Cálculos para el dimensionado del producto de los Anexos), conociendo su rigidez y comparándola con la de productos existentes y funcionales.

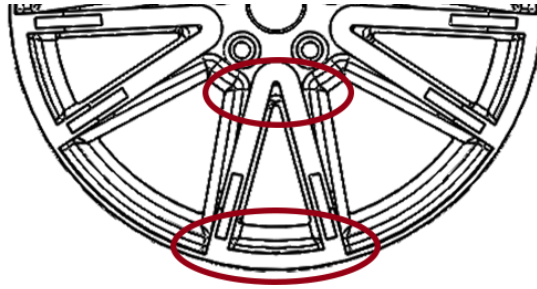


Figura 8.5.9: Zonas críticas en los radios de la llanta.

CORONA.

Es el anillo exterior de la llanta. Por el se une el radio, que le trasmite la tracción motriz, con la garganta a la que se la transmite la corona. Su espesor suele ser acorde al del radio, es decir, mayor al de la garganta aunque acaba reduciéndose para dar lugar a esta última.

Al igual que en los radios, esta zona es importante a tener en cuenta a la hora del moldeo y debe presentar ángulos de desmoldeo aptos.

En la corona se encuentra el orificio de la válvula que viene definido conforme a la normativa vigente en lo que respecta al diseño del perfil (*ETR-TO*) y a las propias (*UNE-EN 69012* y *UNE-EN 69031*) o por las especificaciones del cliente.

El orificio correspondiente a la válvula se realizará en el tramo de mecanizado.

8.6. Grabados, leyendas y numeraciones.

Toda llanta está obligada, por normativa, a poseer una serie de grabados o leyendas identificativas e informativas de cara al cliente.

Estos grabados se suelen realizar en el molde, en negativo, de modo que al conformarse en su interior, el producto los presente fijos y en relieve, evitando realizarlos en procesos posteriores.

En el apartado 5.3. *Nomenclaturas* de la memoria se definen el significado de cada uno de los diferentes grabados que posee una llanta. A continuación se procede a definir los que poseerá el producto que se está desarrollando.

- Nombre técnico del proyecto: 8F 1993 IEW
- Dimensiones: 7.0J x 17H2
- País de fabricación: Made in ****
- Empresa fabricante: MANUFACTURER ****
- Permiso para vender en el extranjero: JU ***
- Aleación usada: AISi7Mg
- Fecha: I I I I **
- Distancia entre el Hump: DOT ****

A continuación se explican ciertas características de las definidas:

- La llanta tiene 7" de ancho y 17" de diámetro.
- Los asteriscos (*) se usan para indicar numeraciones o grabados que todavía no se conocen.

- El grabado MANUFACTURER se sustituirá por el nombre de la empresa que produzca la llanta y los asteriscos que le siguen están para que se grave el código con el que la empresa identifique dicho proyecto.
- La fecha se graba con el siguiente procedimiento. Los palos verticales se usan como separadores y entre cada palo se pueden colocar hasta 3 puntos con orientación vertical también. Cada punto es un mes, de modo que, si una rueda presenta 1 punto pertenece al primer mes, enero; si presenta 6 puntos pertenece al 6º mes, junio. Los asteriscos se sustituirán por la terminación del año de fabricación.

En este caso solamente faltan por definir la dimensión del ET y el símbolo de homologación de la llanta. El ET es variable dependiendo del tipo de producto y como la homologación suele cambiar estos grabados no es conveniente introducirlos en el molde de modo que salgan ya en el producto fabricado.

De ahí que la normativa acepte la colocación de pegatinas posteriormente a la fabricación del producto. De modo que esta información se colocará, después de todo el proceso, en el hueco indicado y con la información que le corresponda. El lugar viene definido en la planimetría.

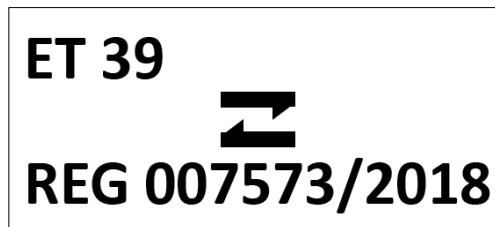


Figura 8.6.1: Ejemplo de pegatina con ET y homologación INMETRO.



Figura 8.6.2: Ejemplo de zona en la que adherir la pegatina.

Además la llanta tiene diferentes versiones y para codificarlos se usará también una pegatina que informe de que versión se trata. Se colocará en el hueco del radio anexo al que identifica el nombre del proyecto y sus dimensiones. Viene definido en la planimetría.

8.7. Ambientaciones.



IBÉRICA







Planificación

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Planificación.

1.	Planificación del proyecto.....	67
	1.1. Tabla de tareas.....	68
	1.2. Diagrama de Gantt.....	70

1. Planificación del proyecto.

En este capítulo del proyecto se podrá observar como el autor ha planificado todas y cada una de las diferentes etapas para el correcto desarrollo del proyecto dentro de un periodo de tiempo limitado.

La finalidad de planificar un proyecto es la de finalizarlo dentro del plazo requerido, con los recursos disponibles. De esta forma se obtendrá una mayor y mejor organización, un mayor control y las ideas más claras durante el desarrollo del trabajo.

Lo primero a hacer es definir los objetivos del proyecto:

- Diseñar una llanta de aluminio para la personalización masiva.
- Se tiene que entregar el viernes 07 de julio en el Rectorado de la Universidad Jaume I.
- Si se comienza en Marzo, se disponen de 4 meses para la realización de este.

Una vez definidos los objetivos generales en cuanto a lo que repercute a la realización del trabajo en un tiempo determinado, es hora de definir las diferentes tareas a ejecutar para completar el proyecto:

- Planificación.
- Definir los antecedentes:
 - Análisis y estudio de mercado.
 - Tendencias del mercado.
 - Análisis DAFO.
- Buscar y desarrollar las normas y referencias.
- Redactar las definiciones y abreviaturas.
- Establecer los requisitos de diseño.
 - Realizar un cuestionario de voz de cliente y que se conteste.
- Desarrollar y analizar las diferentes soluciones.
 - Realizar “brainstorming”.
 - Solución 1.
 - Solución 2.
 - Solución 3.
 - Solución 4.
 - Conclusión.
- Obtención y desarrollo de los resultados finales.
 - Desarrollo del diseño final.
 - Elección del material.
 - Elección y análisis del proceso de fabricación.
 - Análisis del proceso de acabado del producto.
 - Realización de cálculos.
 - Modelado del producto en 3D.
- Realización de los planos del producto.
- Cálculo y desarrollo del estado de mediciones y presupuesto.
- Anexos.
- Pliego de condiciones.
- Maquetación del proyecto y retoques.
- Desarrollo de la presentación.

El método que se ha seleccionado para realizar la planificación del proyecto es mediante un diagrama de Gantt.

1.1. Tabla de tareas.

Lo primero será realizar una tabla en la que indiquemos las diferentes tareas a realizar en el proyecto, la duración de estas y la actividad o actividades con precedencia inmediata a estas.

	ACTIVIDAD	DURACIÓN	A. PRECEDENTES
A	Planificación del proyecto	4 meses (129 días)	-
B	Antecedentes	15 días	A
B.1	Análisis y estudio de mercado	4-5 días	A
B.2	Tendencias del mercado	8-9 días	A/ B.1
B.3	Análisis DAFO	1 día	A/B.1/B.2/
C	Búsqueda y desarrollo de normas y referencias	7 días	A/B
D	Redactar las definiciones y abreviaturas	109 días	A/B
E	Establecer los requisitos de diseño	10 días	A/B/C
E.1	Realizar un cuestionario de voz de cliente y que se conteste	7 días	A/B/C
F	Desarrollar y analizar las diferentes soluciones	20 días	A/B/C/E
F.1	Realizar “brainstorming”	7-8 días	A/B/C/E
F.2	Solución 1	2 días	A/B/C/E/F.1
F.3	Solución 2	2 días	A/B/C/E/F.1
F.4	Solución 3	2 días	A/B/C/E/F.1
F.5	Solución 4	2 días	A/B/C/E/F.1
F.6	Conclusión	2 días	A/B/C/E/F.1/F.2/F.3 /F.4/F.5
G	Obtención y desarrollo de los resultados finales	45 días	A/B/C/E/F
G.1	Desarrollo del diseño final	8 días	A/B/C/E/F
G.2	Elección del material	3 días	A/B/C/E/F

G.3	Elección y análisis del proceso de fabricación	3 días	A/B/C/E/F
G.4	Análisis del proceso de acabado del producto	5 días	A/B/C/E/F
G.5	Realización de cálculos	20-25 días	A/B/C/E/F/G.1/G.2/ G.3/G.4
G.6	Modelado del producto en 3D	3-4 días	A/B/C/E/F/G.1/G.2/ G.3/G.4/G.5
H	Realización de los planos del producto	5-6 días	A/B/C/D/E/F/G
I	Cálculo y desarrollo del estado de mediciones y presupuesto	15 días	A/B/C/D/E/F/G/H
J	Anexos	129 días	A
K	Pliego de condiciones	4-5 días	A/B/C/D/E/F/G/H/I
L	Maquetación del proyecto y retoques	15-20 días	A/B/C/D/E/F/G/H/I /J/K
M	Desarrollo de la presentación	7-10 días	A/B/C/D/E/F/G/H/I /J/K

Tabla 1.1: análisis de las tareas del proyecto.

La planificación del proyecto se comienza el primer día pero poco a poco se va determinando durante y desarrollo del mismo el avance del mismo, de ahí que se estime que dura todo el plazo. De igual manera pasa con las definiciones y abreviaturas o con los anexos.

Como se puede observar cada tarea puede dividirse en subtareas. Estas subtareas tienen una duración específica pero que entra dentro de la duración total de la tarea, es decir, si por ejemplo la tarea *B* se divide en *B.1*, *B.2* y *B.3*, la suma de la duración de estas subtareas será igual a la duración total de la tarea *B*.

Cada tarea tiene una duración estimada, de modo que no se añade el tiempo que se pueda dedicar más adelante en caso de correcciones de la información desarrollada. Sin embargo, si se suman los tiempos se ve que no llegan a los 129 días en los que se puede desarrollar el proyecto. Esos días que sobran, se dejan como prevención frente a esta situación.

1.2. Diagrama de Gantt.

En este apartado se mostrará en forma gráfica, para mejorar su entendimiento, la planificación realizada. Se hará mediante un diagrama de Gantt y la información procederá del apartado anterior.

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva

	MARZO						ABRIL						MAYO						JUNIO						JULIO												
	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-31	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-31	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-31	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-31	01-05	06-10											
A	[Grey bar]																																				
B	[Dark Blue bar]																																				
C				[Brown bar]																																	
D				[Light Green bar]																																	
E				[Orange bar]																																	
F				[Teal bar]																																	
G							[Red bar]																														
H													[Green bar]																								
I																[Dark Blue bar]																					
J	[Yellow bar]																																				
K																								[Red bar]													
L																								[Blue bar]		[Blue bar]		[Blue bar]		[Blue bar]							

<i>PRESENTACIÓN</i>	JULIO
	10-20
M	[Green bar]

Anexos

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Anexos.

1.	Antecedentes.....	77
	1.1. Análisis y estudio de mercado.....	77
	1.1.1. BREBE HISTORIA DEL PRODUCTO.....	77
	1.1.2. MERCADO DE LA AUTOMOCIÓN.....	80
	1.1.3. EMPRESAS FABRICANTES DE LLANTAS.....	82
	1.2. Análisis de tendencias actuales.....	85
	1.2.1. TIPOS DE AUTOMÓVILES Y SUS LLANTAS.....	85
2.	Requisitos de diseño.....	88
	2.1. Formulario de cliente.....	88
3.	Análisis de soluciones.....	92
	3.1. Brainstorming.....	92
	3.2. Evaluación de los requisitos flexibles.....	92
	3.3. Bocetado de soluciones.....	94
4.	Diseño de detalle. Resultados finales.....	97
	4.1. Diseño final de producto.....	97
	4.2. Elección del material.....	98
	4.2.1. EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.....	98
	4.2.2. LA FIBRA DE CARBONO.....	102
	4.2.3. EL ACERO.....	105
	4.3. Proceso de fabricación del producto.....	106
	4.3.1. LA FUNDICIÓN.....	106
	4.4. Elementos comprados.....	107
	4.4.1. PERNOS DE SUJECIÓN CENTRAL.....	107
	4.4.2. VÁLVULA DE HINCHADO DEL NEUMÁTICO.....	107
	4.4.3. TAPONES PARA LOS PERNOS.....	108
	4.4.4. TAPACUBOS CENTRAL.....	109
	4.5. Cálculos para el dimensionado del producto.....	110
	4.5.1. ESTUDIO DE VEHÍCULOS TIPO Y OBTENCIÓN DE DATOS NECESARIOS PARA EL PRODUCTO.....	111
	4.5.2. DESARROLLO DE LOS ESFUERZOS QUE APARECEN EN UNA LLANTA.....	113
	4.5.3. COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO FUNCIONAL DEL PRODUCTO.....	120

1. Antecedentes.

1.1. Análisis y estudio del mercado.

1.1.1. BREBE HISTORIA DEL PRODUCTO.

Sin duda, la rueda es uno de los inventos más revolucionarios e imprescindibles de la historia de la humanidad. No se conoce con exactitud la fecha de invención de la rueda, la más antigua evidencia del uso de esta data del 3500 a.C. En febrero de 2003 se halló una rueda cuya antigüedad data de entre el 3100 a. C.-3350 a. C. Se la halló junto con su eje; mide 72 cm de diámetro y está hecha de madera de fresno, mientras que el eje era de roble, más duro.

Se comenzó a emplear en la construcción de carros tirados por animales.

Las primeras ruedas son simples discos con un agujero en el centro para insertarlas en un eje, hasta que llegó la rueda con radios, reduciendo el material y logrando productos más rápidos y ligeros. Las ruedas de metal datan de unos 2000 años a.C. Hacia 1500 a.C. los egipcios construían ruedas de bronce para sus carros de guerra, muy ligeras, de cuatro radios, parecidas a las de los carros europeos más recientes.

El siguiente gran paso en la evolución de la rueda fue la invención de la rueda metálica para bicicleta, en la década de 1870, en lo que es considerado no solo en un gran aporte en la historia de la rueda, sino en la historia de la bicicleta. El neumático se comenzó a usar a finales de la década de 1880, si bien se había patentado 40 años antes para la rueda de madera.

Por tanto, como resumen, al principio, las ruedas se construyeron en piedra, pero después fueron sustituidas por las de madera, y finalmente, la banda de rodadura fue realizada en metal para conseguir mayor duración y resistencia. La última innovación consistió en revestirlas con una capa de goma que mejoraba el confort y reducía el ruido.

Todas estas ruedas eran pesadas y de capacidad limitada, además de ser demasiado rígidas, pero cumplieron su cometido en los carruajes. Solo cuando llegó el automóvil, y la velocidad se precisaron ruedas con cualidades superiores. Así nació el neumático.

El invento de la rueda neumática, ancestro de la que hoy se conoce, se atribuye a John Boyd Dunlop. Los primeros neumáticos de Dunlop causaron furor. Los ciclos, carentes de suspensión, eran realmente duros y el neumático consiguió mejorar notablemente la comodidad.

Edouard Michelin puso a punto una llanta desmontable en tres partes para bicicletas, realizado a base de tres aros metálicos atornillados.

En EEUU Harvey S. Firestone y Henry Ford se aliaron con un objetivo: conseguir un medio de transporte de masas. Firestone en 1903 fabricó su primer neumático y, en 1904, diseño y desarrollo unas cubiertas con cámara. Henry Ford le compro 2.000 juegos y de esta manera comenzó la historia de Firestone, con el mayor contrato de la época.

La primera gran evolución en la fabricación de neumáticos llegó con el descubrimiento del proceso de vulcanización, que permitió empezar a utilizar el caucho como materia prima. El

siguiente paso fue dotar al neumático de un dibujo geométrico. Los surcos realizados en la banda de rodadura mejoraron el agarre y la estabilidad de los automóviles.

Desde entonces, los neumáticos no han cesado de evolucionar. Las carcasas con alambrería de acero, los neumáticos radiales y sin cámara fueron las siguientes innovaciones. La mejora de la calidad de la goma se ha debido, en buena parte, a la investigación y la experimentación en las carreras, donde se han probado, a lo largo de los años, innumerables compuestos y soluciones técnicas, que, posteriormente, se han aplicado a los neumáticos de producción en serie.

En lo que respecta a la llanta, es decir, el componente estructural de la rueda, actualmente metálico, también ha ido evolucionando.

Una vez ya inventado el automóvil, las llantas que estos llevaban eran de madera, con el aro exterior de metal y al que posteriormente se le unió el caucho. Estas ofrecían una serie de prestaciones muy escasas. Eran más pesadas, más estrechas y por tanto con menor capacidad de adherencia al suelo y con un diámetro mucho mayor por lo que supone que el motor debe generar más potencia para moverla y que alcance X velocidad.

A partir de 1940, con la crisis del petróleo las fabricantes de vehículos buscar reducir el consumo y para ello reducen el tamaño de los automóviles con el fin de disminuir el peso llegando, entre otros avances, a las llantas de acero y neumáticos sin cámara.

Ahora es cuando el sector de la llanta entra en una verdadera revolución ingenieril y comienza a desarrollar todo su potencial. Estas ruedas eran mucho más competentes, pesaban menos, su tamaño les daba mayor versatilidad en la conducción y tenían una mayor adherencia a la calzada, cuya consecuencia directa era el aumento de la seguridad.

Además la nueva morfología o diseño de estas le daba mayor resistencia a la rotura o deformación, frente al concepto antiguo.

De las llantas de aleación de acero, se pasó a las de aleación de aluminio, aunque las de acero sigan estando presentes hoy en día. El aluminio como material en la industria de la llanta se comenzó a implantar en el sector de la competición automovilística y la gama deportiva, ya que se observó algo parecido al periodo de 1940, ya que el requerimiento de mejores comportamientos del producto conllevó a la investigación de nuevos materiales. El aluminio era más ligero y podía ofrecer prestaciones similares a las de la aleación de aluminio y además a un precio similar.

Para cuando se pudo perfeccionar bien el proceso de fabricación de las llantas de aluminio, gracias a la evolución continua y a ritmo vertiginoso de la tecnología y la industria, este pasó a ser el material más usado. Además de obtener ruedas más ligeras y con propiedades mecánicas similares sobresalían una ventaja y era que permitía una mayor difusión del calor, es decir, las ruedas no se calentaban tanto y por tanto sufrían menos durante la conducción.

La importancia en el diseño de la rueda ha ido variando, en algunas zonas y culturas se les dedicaba atención mientras que en otras eran un simple componente funcional del vehículo. Pero donde se comenzaron a presenciar ruedas con atractivo estético fue en los vehículos de gama alta, en los que se invertía en todas las partes del auto y que pretendían que marcaran su época como iconos.

Pero en lo que ha vehículos de gama baja-media se refiere, la evolución estética de la llanta ha sido muy lenta, ya que no se consideraba necesario invertir en eso y el cliente tampoco lo

solicitaba. Sin embargo en los últimos años del siglo XX y hasta la actualidad del siglo XXI la cosa ha cambiado.

A partir de esta época, se reducen los costes de fabricación de llantas y el aluminio empieza a usarse con mucha más frecuencia, lo que le da a la rueda un carácter o sensación más deportiva y como esta gama siempre había cuidado la estética, el cliente comenzó a ser más presumido y exigente, es decir, el cliente comenzó a pensar que podía permitirse tener un buen coche y además bonito. Como consecuencia, las fabricantes comenzaron a cuidar mucho más el diseño de cualquiera de sus vehículos.

Surgió así una cultura de fanatismo por el automóvil, por los antiguos vehículos que habían sido alabados por su estética y los nuevos que trataban de llamar la atención del mayor número de clientes posibles.

Es ahí donde cualquier detalle vale, y lo que nos lleva a principios del siglo XXI (actualidad) en la que los diseños de las ruedas evolucionan a una velocidad asombrosa, cada vez son menos simples, más llamativos e incluso coloridos.

Y ahora, en la actualidad, la fibra de carbono puede convertirse en el nuevo aluminio. Sus prestaciones son óptimas y permite obtención de diseños de alta complejidad también. El problema es su precio, ya que fabricarlas es demasiado costoso en dinero y tiempo.

Fuentes: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wheel>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>
<http://www.elcomercio.com/deportes/carburando/historia-llanta.html>
<http://cochesmiticos.com/los-primeros-neumaticos-historia/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Rueda>
<http://es.slideshare.net/zapoc/la-historia-y-evolucion-de-la-rueda>
<http://es.slideshare.net/iaqoneng/la-rueda-pbl-tecnologa-3470969>
<https://www.timetoast.com/timelines/historia-y-evolucion-de-la-rueda>
<https://historiade.jimdo.com/inventos/historia-de-la-rueda/>
<http://motortown.es/el-gran-desconocido-la-llanta/>

1.1.2. MERCADO DE LA AUTOMOCIÓN.

Desafíos para un mercado mundial a dos velocidades. El mercado automovilístico mundial se mantiene dividido en 2016, por un lado, Europa, China y Estados Unidos registran un fuerte crecimiento del número de matriculaciones. A pesar de los buenos resultados, los fabricantes están atascados entre la ralentización de la producción (+2% en 2016 y +1% en 2017) y las enormes necesidades de inversión para un futuro sin carbono y autónomo.

Las matriculaciones indias (+1%) y turcas (-1%) experimentan un severo frenazo en 2016. A pesar de una población de casi un millardo de habitantes, solo 2 millones de vehículos se venden cada año en la India. Los fabricantes intentan convencer al mercado con una oferta de ultra bajo coste.

Con respecto a Japón, el mercado automovilístico ha sido volátil durante varios años por diversos motivos, desde el precio del yen a los estímulos económicos. Después de una caída de -14% en 2015, seguida de un aumento del IVA, las matriculaciones japonesas deberían estabilizarse en 2016. El crecimiento de las ventas podría estar a la vista desde 2017.

Europa acelera la marcha, 2016 será el tercer año consecutivo de crecimiento de ventas para el mercado automovilístico europeo con una previsión de crecimiento de +5,5%. El conjunto de los países europeos contribuirá al buen desarrollo de la región. **Italia y España siguen recuperando terreno con una subida de las ventas de +10%, aunque aún por debajo de sus niveles previos a la crisis.** Francia (+6%) y Alemania (+5%) van mejor y deberían recuperar por fin su nivel anterior a la crisis. Por último, en Reino Unido, las matriculaciones alcanzarán un pico de cerca de 2,6 millones de unidades. **En todo caso, se recomienda prudencia, puesto que 2017 podría ser el año del estancamiento, particularmente en los mercados británico y español, que podrían registrar una caída de las ventas de alrededor de -10%, debido al Brexit y al final de los incentivos al desguace en España.**

Año récord para Estados Unidos:, con 18 millones de unidades vendidas, el mercado americano alcanzó en 2016 un pico histórico.

China, primer mercado automovilístico mundial, acusó una aguda caída de las ventas en 2015. La intervención inmediata del Gobierno, vía bajada del IVA sobre los vehículos pequeños y medianos, volvió a dar vida al mercado, que recuperó así el crecimiento en 2016 (+8%). Una estrategia que debería renovarse en 2017, sosteniendo de nuevo las matriculaciones (+5%).

En 2016 y 2017, los fabricantes de automóviles deberían registrar buenos resultados, fruto de los esfuerzos sobre los costes pero sobre todo por la recuperación de la demanda. En Estados Unidos, por ejemplo, se espera un aumento de los ingresos de +3% y los márgenes operativos se mantendrán en torno a 4,7%. En Europa, los fabricantes alemanes registran rentabilidades operativas cercanas al 7% y las de los franceses se acercan al 4,5%. En cuanto a cifra de negocio, se espera un crecimiento de +6% en Alemania y de +5% en Francia en 2016 (+4% y +3% respectivamente en 2017).

Sin embargo, el crecimiento de la producción mundial se ha ralentizado a en torno a +2% en 2015 y 2016, y se espera que caiga a +1% en 2017. «Esta bajada de ritmo impone a los fabricantes continuar explorando nuevos mercados, a menudo más arriesgados, adaptar herramientas y productos, y continuar localizando sus instalaciones de producción allá donde los costes son menores, sobre todo para los vehículos de entrada de gama. Todo esto sin olvidar invertir, sobre todo en servicios y tecnología.

En Europa, por ejemplo, las ganancias de competitividad en algunos países han acelerado las transferencias de producción hacia los países de bajo coste (principalmente al este y al sur). Francia e Italia, debido al fuerte posicionamiento de los fabricantes en modelos pequeños, también han experimentado importantes bajadas de producción (-35% y -21%, respectivamente).

Fuente: http://www.efe.com/efe/america/comunicados/sector-del-automovil-desafios-para-un-mercado-mundial-a-dos-velocidades/20004010-TEXTOE_22378864

1.1.3. EMPRESAS FABRICANTES DE LLANTAS.

En este apartado definimos a los fabricantes de llantas con más presencia en el mercado.

- **Ronal AG.**

Ronal AG es un fabricante de llantas para turismos y vehículos comerciales con sede en Härkingen, Suiza.

Fabrica tanto llantas de fundición como llantas forjadas. La empresa es uno de los principales líderes no solo en el mercado del equipamiento original si no también en el de los accesorios para turismos y vehículos comerciales.

Dispone de once fábricas de llantas, dos para fabricación de herramientas y está presente en diez países con centros de comercialización propios. Produce unos 19 millones de llantas para la industria del automóvil y las marcas propias *Ronal*, *Speedline* *Corsey* *Speedline* *Truckal* año.

Su única sede en España se localiza en Teruel (Aragón). Creada en 1981 y fundada en 1983 Ronal Ibérica SAU se dedica exclusivamente a la fabricación de llantas de aluminio por técnicas de fundición y la posterior venta al cliente.

Es aquí, en Ronal Ibérica donde el autor ha realizado las practicas externas (PE), continua trabajando y ha adquirido muchos de los conocimientos necesarios para el desarrollo del proyecto

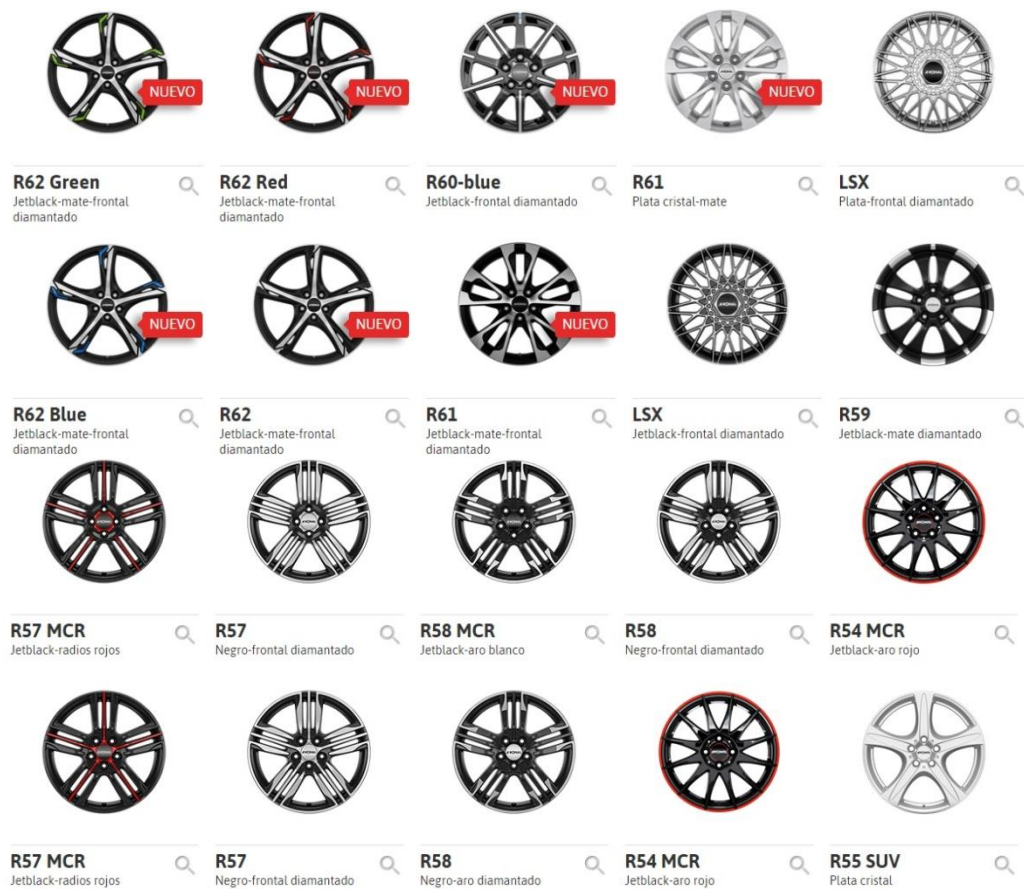


Figura 1.1.1: Catálogo Modelos Ronal.

Fuente: <http://www.ronal-wheels.com/es/inicio.html>

- **Borbet.**

Fundada en 1962, la empresa con sede en la región alemana de Hochsauerland. Está distribuida por 6 localidades dentro de Alemania y también tiene plantas en el extranjero como en Sudáfrica, Estados Unidos y Austria.



Figura 1.1.2: Catálogo modelos Borbet.

Fuentes: <http://www.borbet.de/en/Wheels/c-RAEDERPROGRAMM>
<http://www.borbet.de/en/About-us/p-BB>AboutUs>

- **BBS.**

Compañía alemana fundada en 1970. En 2007 la empresa fue adquirida por Punch International NV.

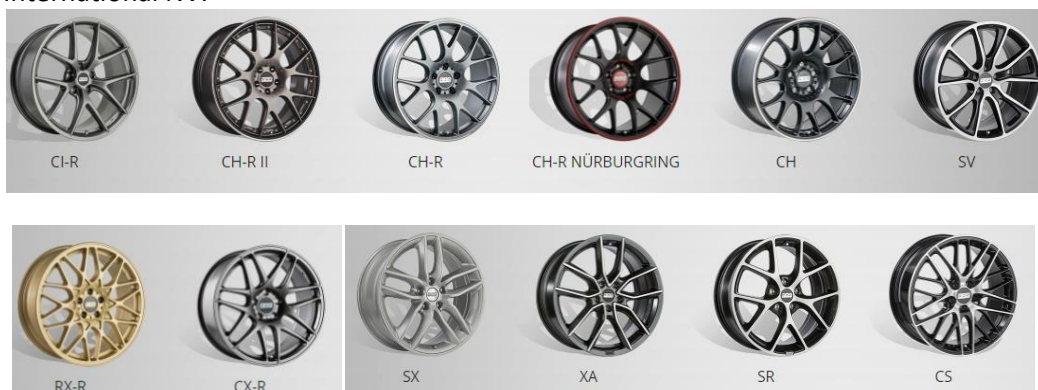


Figura 1.1.3: Catálogo modelos BBS.

Fuentes: <http://bbs.com/de/index.php> / <http://bbs.com/de/unternehmen/historie.php>

- **CMS.**

CMS es la productora de llantas más grande de Turquía. Se fundó en 1955.

Se dedica, como las otras empresas descritas, tanto a la producción de ruedas para otros clientes, es decir, proyectos diseñados por el cliente y que luego CMS fabrica o otros comerciales y propios.

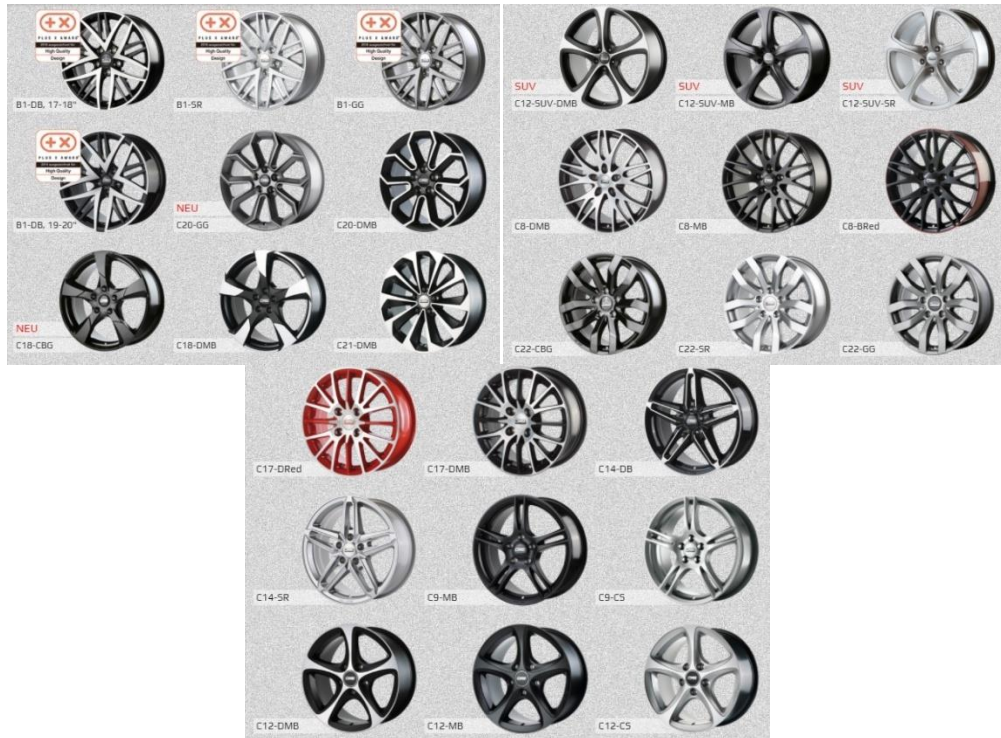


Figura 1.1.4: Catálogo modelos CMS.

Fuentes: <http://www.cms-wheels.de/>

1.2. Análisis de tendencias actuales.

1.2.1. TIPOS DE AUTOMÓVILES Y SUS LLANTAS.

En la actualidad existe una gran diversidad de diseños de automóviles. En este apartado vamos a realizar un pequeño estudio de los grandes grupos que componen la familia del automóvil.

Hay una gran variedad de subgrupos dentro de los grupos que vamos a definir, ya que con los años se han ido desarrollando diferencias funcionales o estéticas para los modelos dentro de los grupos que han generado nuevos subgrupos. Sin embargo aquí, en este estudio, lo único que nos interesa es la estética general del vehículo para que nos de la información necesaria de cara al proyecto que se está desarrollando.

Por tanto, distinguimos 10 grupos:

- Turismo Hatchback. Es un tipo de automóvil que consiste en una cabina con un espacio de carga (maletero) integrado. Suelen llevar llantas modernas y con aire deportivo con 5-10 radios.



- Turismo Sedán. Sedán o berlina es un tipo de carrocería típica de un automóvil de turismo. Es tres volúmenes en el que la tapa del maletero no incluye el vidrio trasero, por lo que el maletero está separado de la cabina. Puede 2 o 4 puertas laterales. Sus llantas suelen ser similares a las del hatchback aunque también pueden llevar multirradiales.



- Turismo Familiar. Es una carrocería de dos volúmenes simples en la que el acceso al maletero es una puerta o portón con vidrio trasero, siendo "cinco puertas" como norma general. También existen variantes "tres puertas". Las llantas que suelen llevar son de estilo más simple, con 5 radios y estética más neutra.



- Turismo cabrio/descapotable. Un descapotable (también llamado convertible o cabriolé) es un tipo de carrocería de automóvil sin techo o cuyo techo puede o bien quitarse o bien plegarse y guardarse en el maletero. Presenta modelos de llanta deportivo, muy modernas, con presencia, en ocasiones, de detalles en color. Suelen ser de 10 radios o multirradiales con diseños más desarrollados.



- Turismo Cupé. Es un tipo de carrocería de automóvil de dos o tres volúmenes y dos puertas laterales. Los cupés, junto con los descapotables, pueden formar parte del grupo de los automóviles deportivos. El término cupé tiene un uso amplio, algunos modelos con carrocería sedán de dos puertas o hatchback de tres puertas se publicitan como cupé. Algunas veces es difícil distinguir entre un cupé y un sedán de dos puertas. Normalmente las marcas tienden a identificar como cupé a los modelos con aire deportivo. Suelen ser modelos de turismo con modificaciones de índole deportiva. Las llantas de estos son una mezcla entre el hatchback o el descapotable. Esta gama permite diferentes versiones pero todas con un aire deportivo y moderno (5-10 radios o multirradial).



- Automóvil Deportivo. está diseñado para circular a altas velocidades. Suele tener un motor de gran potencia, así como mejor aceleración, velocidad máxima, adherencia y frenada que otros tipos de automóviles. Existen varias variantes de deportivos, entre ellas Roadster, Muscle Car, Gran Turismo y Superdeportivo. Las llantas suelen ser de gran tamaño, con materiales ligeros, diseños simples y de aire deportivo y en colores neutros (negro, plata o fibra de carbono).



- Monovolumen. Un monovolumen o Minivan es un automóvil relativamente alto en el que el compartimiento del motor, la cabina y el maletero están integrados en uno. Esta configuración de diseño pretende aumentar el espacio del habitáculo y el maletero para una longitud exterior dada. En algunos casos, los asientos pueden desplazarse e incluso desmontarse, para configurar el interior del automóvil de acuerdo con las necesidades del usuario en cada momento. Las llantas suelen ser de estética simple con 5 radios o multirradial.



- Automóvil Todoterreno. Un automóvil todoterreno está específicamente diseñado para conducción en cualquier terreno, es decir, en superficies de tierra, arena, piedras y agua y en pendientes pronunciadas. Disponen de mecanismos necesarios para este tipo de conducción, como la tracción en las cuatro ruedas y la reductora de marchas. Dentro de este grupo entrarían también los conocidos como SUV (Vehículo Deportivo Utilitario). Sus llantas son de gran tamaño y diseños robustos aunque con estética moderna e incluso algo deportiva. Suelen llevar muchos radios o 5 gruesos.



- Furgoneta. Una furgoneta es un vehículo para transporte de objetos o grupos de personas, con un gran volumen de carga. Se asemejan a los monovolúmenes. Sus llantas son las menos desarrolladas hasta la actualidad. Muchas llevan las de acero. Los más modernos son de 5 radios o multirradial con carácter simple.



- Camioneta. La camioneta, o *pickup*, es un automóvil de carga que tiene en su parte trasera una plataforma descubierta, en que se pueden colocar objetos grandes. Sus ruedas son del mismo estilo que las del todoterreno.



Fuentes: https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_autom%C3%B3viles
<http://www.todocoche.com/tipo/>
<http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/%C2%BFque-tipo-de-coche-necesitas>

2. Requisitos de diseño.

2.1. Formulario de cliente.

Para un mayor y mejor entendimiento del posible cliente se ha realizado un formulario con una serie de preguntas con el fin de familiarizar al usuario con el producto y de establecer una relación autor-cliente, más cercana.

Se decide desarrollar un cuestionario corto y fácil de responder de forma que sea más atractivo para el encuestado. Se trata de sintetizar toda la información necesaria en preguntas sencillas, por ejemplo en imágenes, que muestren detalles de producto (acabados, formas, tamaños, etc.) que ayuden mucho para lograr un buen desarrollo, pero facilitando la respuesta y atendiendo al subconsciente del usuario.

El formulario se compone de tres secciones:

- La primera, destinada a establecer una relación informativa recíproca entre el producto y el encuestado, es decir, dar a conocer el producto al cliente y que este lo valore con su opinión.
- La segunda, se basa en definir los gustos del usuario. Saber que estética, tamaño, colores, diseños son los más atractivos.
- La tercera se basa en una serie de imágenes de diferentes diseños de producto existentes en el mercado y una escala de valoración de estos mismos. La idea es que el usuario valore de mayor a menor gusto cada producto atendiendo directamente a su gusto subconsciente. Así sabremos más acerca de los detalles que pueden resultar más atractivos.

El enlace al cuestionario es:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfwctrCeF6qvqxRK3V5nLDThjJPkyzhHGG-2xOqvhs1TzjTeA/viewform?usp=sf_link

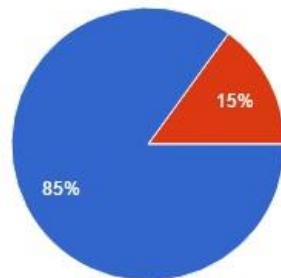
Una vez realizado el cuestionario, distribuido y contestado por un número suficiente de personas disponemos a analizar los diferentes resultados obtenidos. De los cuales podremos sacar una serie de requisitos que nos serán de ayuda de cara a la fase de diseño conceptual, preliminar y de detalle o final.

A continuación se adjuntan imágenes con los resultados a las diferentes preguntas del cuestionario:

PRIMERA PARTE:

¿Consideras los automóviles como un producto meramente funcional o también consideras que su atractivo es importante?

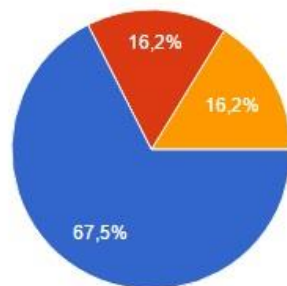
(80 respuestas)



- El coche además de funcional es un producto con un gran atractivo, el cuál se debe desarrollar lo máximo posible
- El coche debe cumplir únicamente con su función que es la de transporte. No me interesa su estética.

¿Consideras la llanta como un elemento estético en el vehículo además de como elemento funcional e imprescindible?

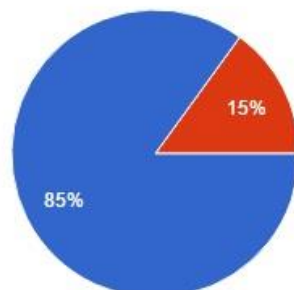
(80 respuestas)



- Sí, por supuesto, la llanta siempre ha podido ser y en muchos casos ha sido un elemento estético muy atractivo en el automovil.
- No, creo que su desempeño ha de ser meramente funcional. Lo otro es un gasto económico innecesario.
- No me importa. Me fijo solamente en el diseño del vehículo.

¿Crees que la llanta debe tener una estética paralela con el vehículo?

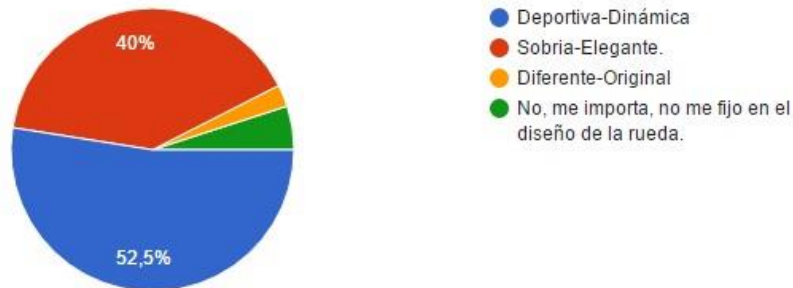
(80 respuestas)



- Sí. De esta forma el coche es mucho más atractivo y transmite una sensación (deportivo, elegante, funcional, resistente, etc.) acorde con la finalidad del vehículo.
- No me importa mucho si es acorde con el coche o no, solo me fijo si es bonita.

¿Cuál, de las siguientes, es la estética automovilística que te resulta más atractiva?

(80 respuestas)



SEGUNDA PARTE:

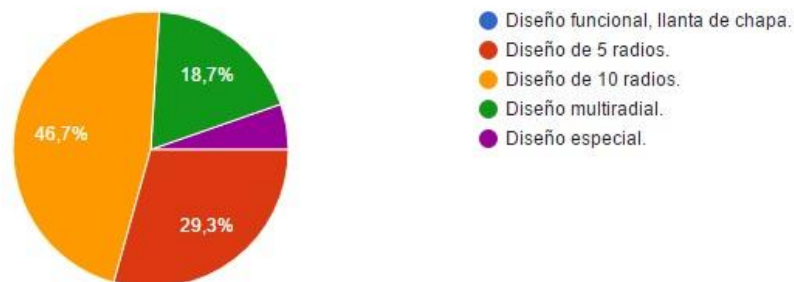
Sabiendo que en un automóvil común (definido en la imagen) a medida que le aumentemos el tamaño de la rueda, las prestaciones de conducción son peores, ¿cuál de los siguientes tamaños elegirías para tu llanta?

(79 respuestas)



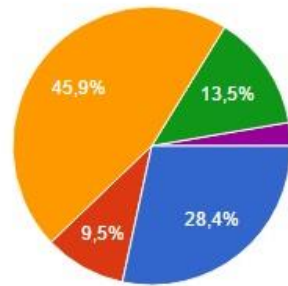
De los siguientes, ¿cuál es el diseño de llanta que más atractivo te resulta?

(75 respuestas)



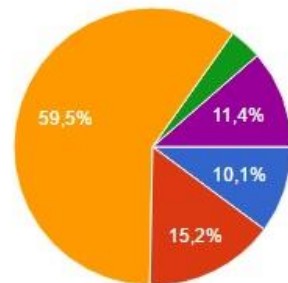
De los siguientes, ¿cuál es el acabado de llanta que más atractivo te resulta?

(74 respuestas)



- Solamente pintadas, con colores poco llamativos, que no resalten mucho.
- Pintadas de una forma llamativa, que resalten.
- Refrentadas (llevan un acabado por pulido del metal que contrasta con la pintura).
- Cromadas.
- Ocultas con un tapacubos.

Para un vehículo común, ¿qué color te gusta más para una llanta? (79 respuestas)



- Negro
- Gris
- Plata
- Colores llamativos (rojo, naranja, verde, etc.)
- Fibra de carbono

Con estos valores numéricos o porcentajes en cada respuesta, ya podemos hacernos una idea de los requisitos que el cliente establece en lo que respecta al atractivo estético del producto.

De forma que, con el análisis de estos datos definiremos una serie de requisitos de diseño (menos restrictivos) con respecto al producto:

- Debe permanecer, en igual medida que el factor funcional, el factor estético.
- La llanta debe poseer una estética común a la del vehículo. Por lo que, en este caso, debe ser lo más adaptativa posible.
- La estética más atractiva es la deportiva-elegante.
- El tamaño ideal establecido por el cliente es uno medio, de 17" a 18".
- Las llantas de 10 y 5 radios son las más atractivas.
- El acabado más atractivo es el refrentado.
- Los colores que más gustan son el plata y el gris.

Estos datos nos serán de ayuda de cara a desarrollar el diseño del producto, tanto a nivel conceptual como de detalle, y es por eso, que se definen como requisitos de diseño ya que su finalidad es la de aportar la información que nos lleve a un diseño beneficioso.

3. Análisis de soluciones.

3.1. Brainstorming.

Para expresar al máximo la creatividad para desarrollar la llanta, se realiza una metodología de diseño denominada "Brainstorming" o "Lluvia de ideas". Consiste en lanzar durante un periodo de tiempo todas las soluciones que se te puedan ocurrir para resolver el problema expuesto. En este caso:

- ¿De qué manera podríamos diseñar una llanta adaptable y personalizable?
 - Radios insertables
 - Radios combinables
 - Diferentes pinturas en los modelos
 - Diferentes formas
 - Estética modificable
 - Acabados gráficos (dibujos, únicos y diferentes)
 - Juego de radios intercalados.
 - Radios dos a dos.

Durante el periodo en el que se realiza la lluvia de ideas, van surgiendo a la vez ideas de posibles formas o estéticas a la vez que de acabados, pensando en usar texturas (que hasta ahora son casi inexistentes) o recubrimientos famosos en el mundo del diseño que pueden dar una imagen original y diferente, como por ejemplo un recubrimiento que simule el trencadis.

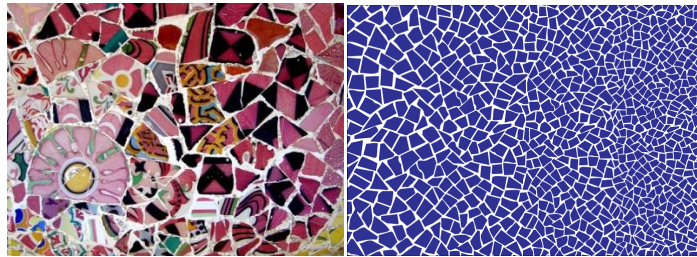


Figura 7.1: Ejemplo de trencadis.

Las mejores y más factibles de las ideas que surgen en el proceso se van formando las diferentes soluciones que, finalmente, se desarrollan en el apartado 7 de la memoria.

3.2. Evaluación de los requisitos flexibles.

En este apartado se procede a evaluar numéricamente los distintos requisitos definidos como flexibles (F) en el apartado 6. *Requisitos de diseño* de la memoria del proyecto.

En cuanto a los requisitos rígidos (*R*), no se les otorga valor numérico porque se consideran ya de gran importancia y que deben estar presentes sí o sí.

Esta evaluación nos ayudará a conseguir llegar a la opción más óptima dentro de las diferentes soluciones que se han desarrollado en el apartado 7. *Estudio de soluciones* de la memoria.

Se considerará como máximo valor 5 y como mínimo 1. De modo que aquel requisito que posea una valoración de 5 será casi tan importante como uno rígido.

REQUISITOS	VALOR
Que sea lo más ligera que el material elegido permita.	4.5
Que no se deforme	5
Que sea fácilmente fabricable	4
Que se aplique a la mayor cantidad de vehículos posibles	3
Que sea lo más rápida y fácil de montar, dentro de lo posible	2
Resistencia a la oxidación superficial	4.5
Calidad superficial en la zona interna de la llanta	3.5
Calidad superficial en la garganta exterior	3.5
Debe permanecer, en igual medida que el factor funcional, el factor estético	3
La llanta debe poseer una estética común a la del vehículo	2
La estética debe ser deportiva-elegante	2
El tamaño ideal establecido por el cliente es uno medio, de 17" a 18"	4
Las llantas de 10 y 5 radios son las más atractivas	2
El acabado más atractivo es el refrentado	3
Los colores que más gustan son el plata y el gris	3.5
El acabado estético (incluidos los recubrimientos) deben ser lo más duraderos posibles	4

Tabla 3.2.1: Valoración de los requisitos flexibles (F)

3.3. Bocetado de soluciones.

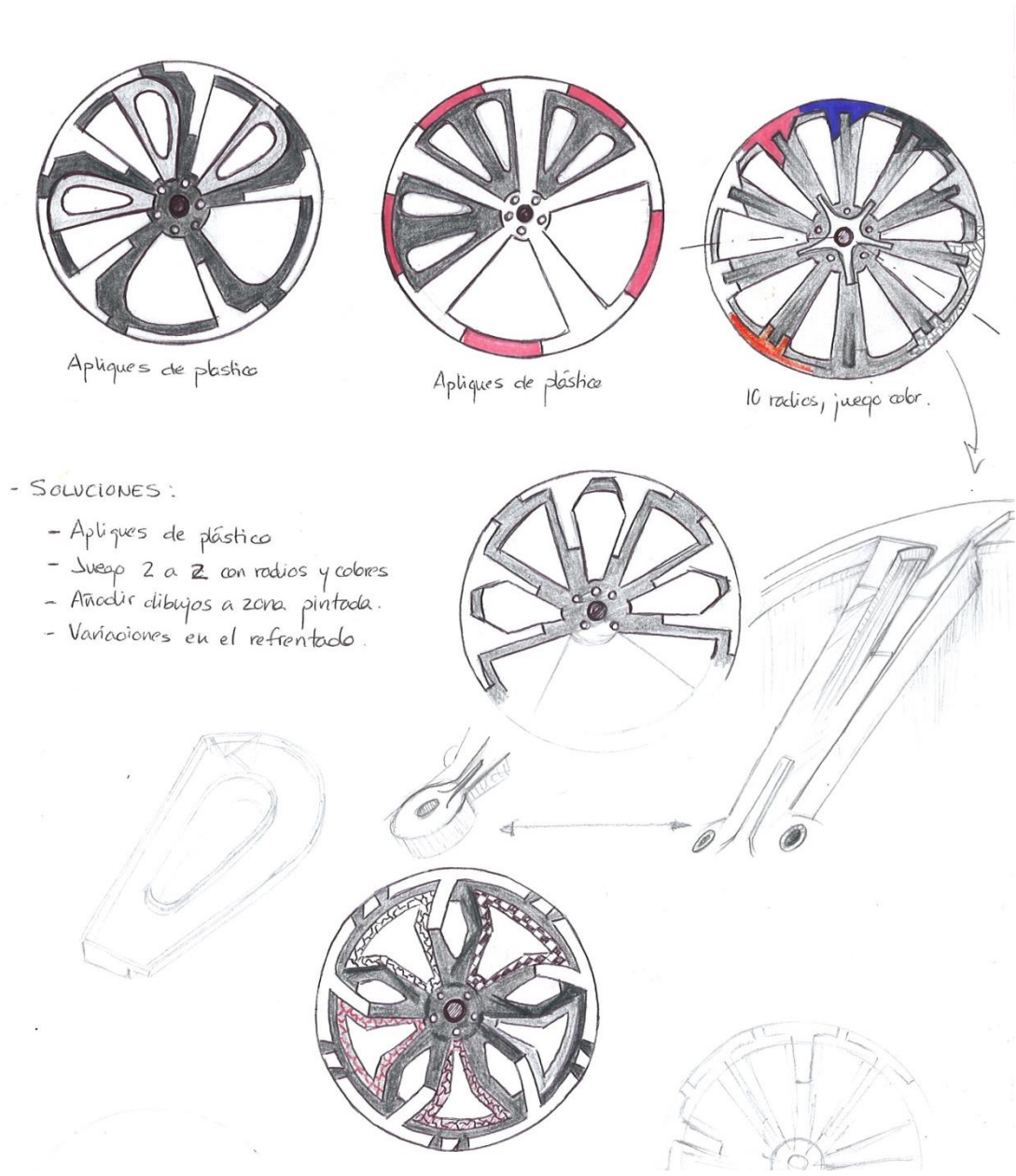
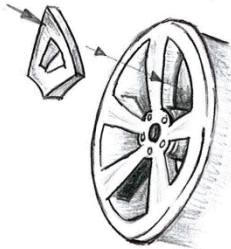


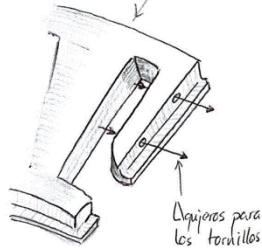
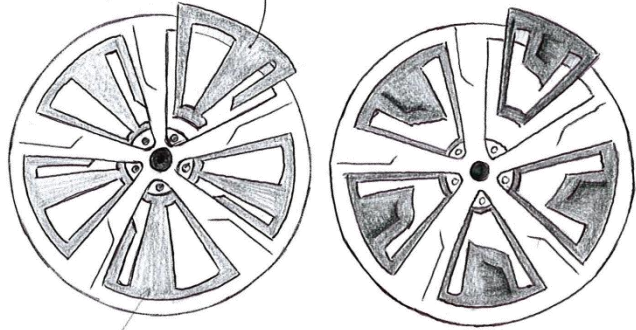
Figura 3.3.1: Algunos bocetos de ideas. Proceso de lluvia de ideas.

SOLUCIÓN 1

Se parte de una llanta bruta con 5 radios fijos. Se acoplan piezas que den dinamismo al diseño



Podrían ser de plástico y unirse por tornillos

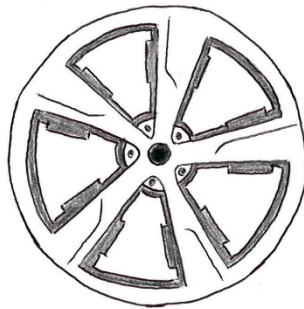


• DIFERENTES
Colores
Texturas
Acabados

Aperturas para los tornillos

SOLUCIÓN 2

El principio es el mismo que en la solución 1 solo que aquí exclusivamente sirven de elemento decorativo o detalle decorativo.



DIFERENTES GAMAS

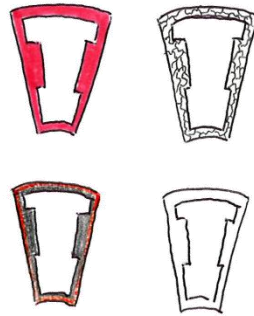
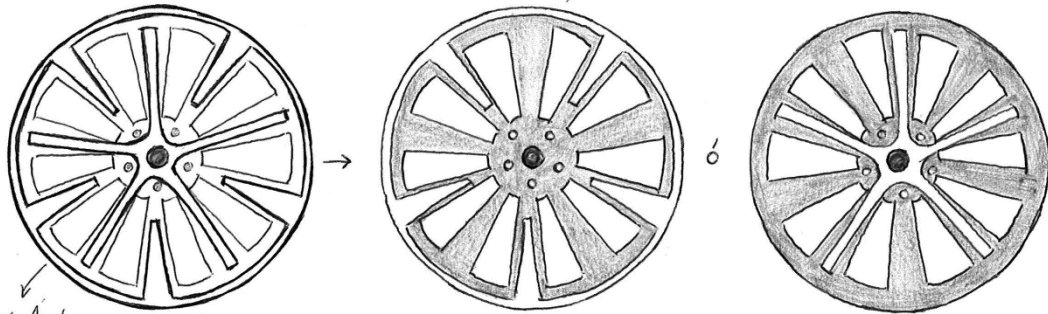


Figura 3.3.2: Soluciones 1 y 2 definidas para el apartado 7 de la Memoria.

SOLUCIÓN 3

Tenemos un bruto con X radios iguales con detalles dos a dos

Aparecen dos diseños diferentes de un mismo bruto



* Ambos juegos juntos también sería una opción

* Y si añadimos el del bruto en sí: 3 diseños diferentes

* Se puede jugar con los colores.

SOLUCIÓN 4

Jugar con el escalonado a diferentes alturas y el proceso de mecanizado, logrando diferentes formas en el radio dependiendo de con cuánta profundidad se mecanice.

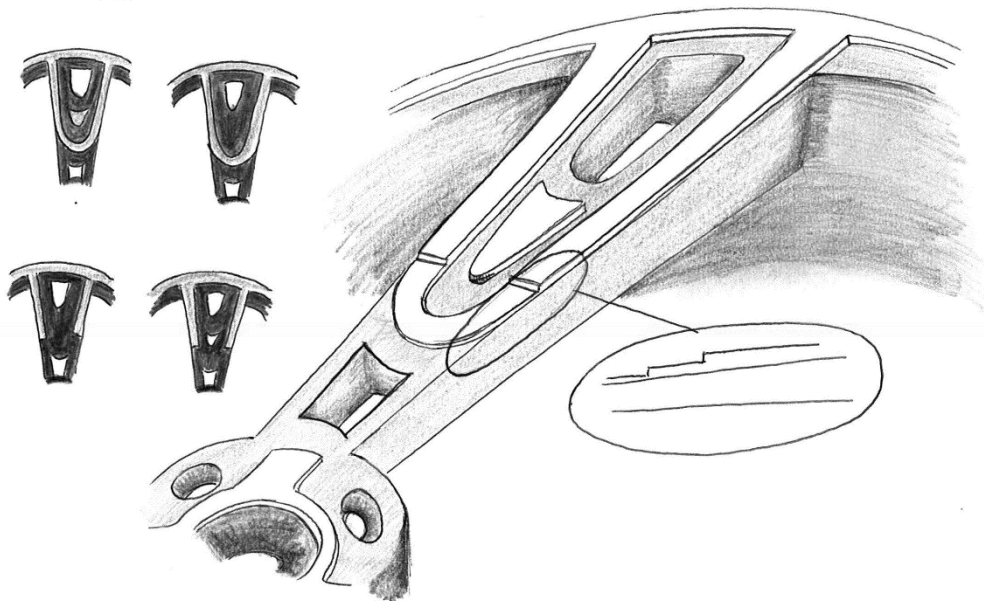


Figura 3.3.3: Soluciones 3 y 4 definidas para el apartado 7 de la Memoria.

4. Diseño de detalle. Resultados finales.

4.1. Diseño final de producto.

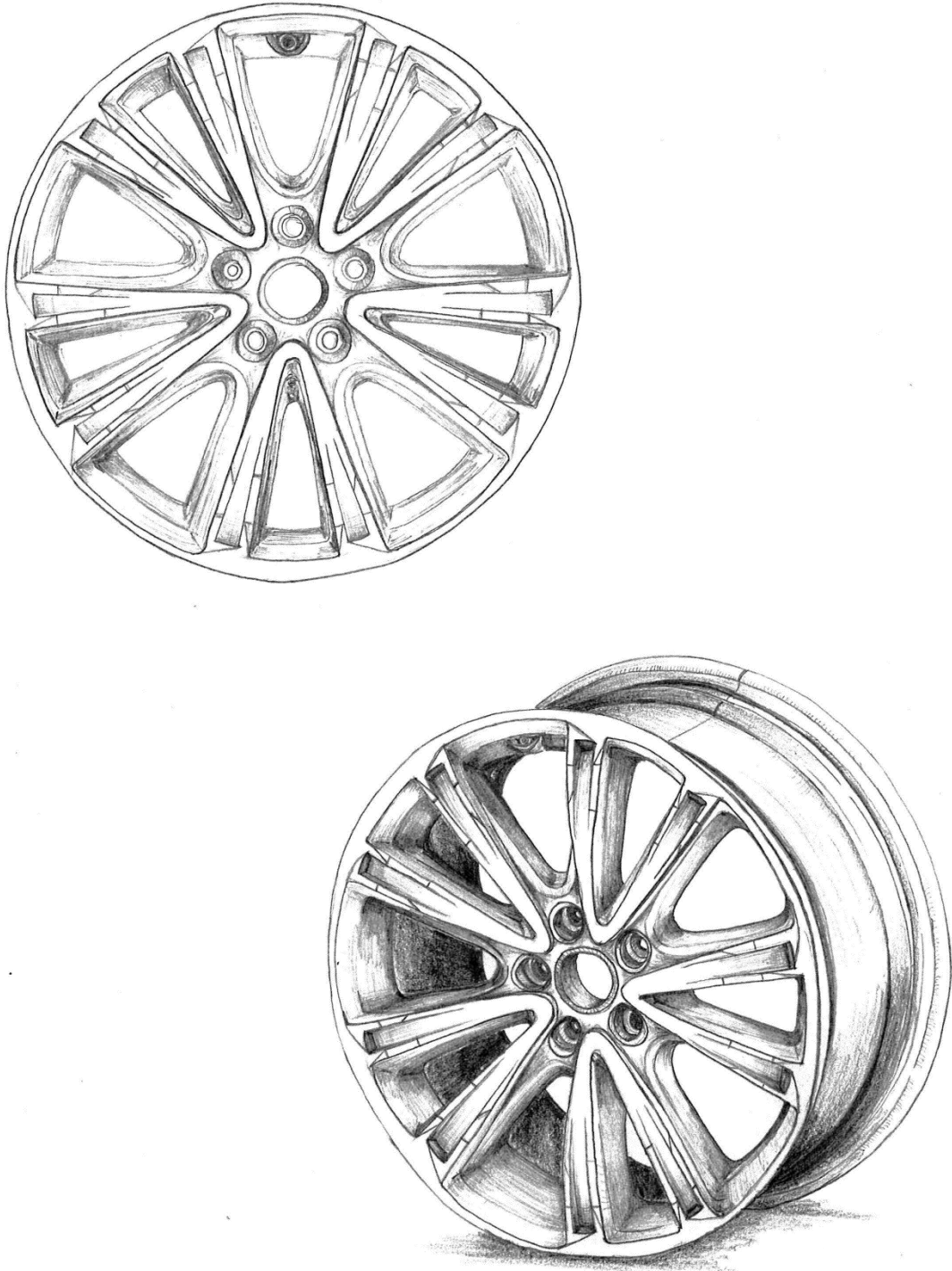


Figura 4.1: Boceto final del diseño llanta Ibérica.

4.2. Elección del material.

En este subcapítulo de los anexos aportaremos toda la información necesaria para la correcta comprensión de lo establecido en el apartado 8.2 de la memoria. En este caso, en lo correspondiente a los diferentes materiales que se han estudiado para la elección del adecuado.

4.2.1. EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.



El aluminio es un elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Este posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales, tales como su baja densidad (2700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica. Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es muy barato. Por todo ello es desde mediados del siglo XX el metal que más se utiliza después del acero.

El aluminio puro es un metal blanco-plateado, con muy buenas propiedades: ligero, no magnético, es el segundo metal en la escala de maleabilidad y el sexto en la de ductilidad, por lo que tiene muchas aplicaciones. Es un buen conductor del calor y tiene una conductividad eléctrica que es un 60% de la del cobre. Entre sus propiedades físicas destacamos:

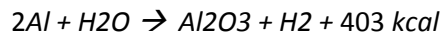
- Punto de Fusión ($^{\circ}\text{C}$): 660,32
- Punto de Ebullición ($^{\circ}\text{C}$): 2519
- Densidad (kg/m^3): 2698,4; (20 $^{\circ}\text{C}$)
- Volumen atómico (cm^3/mol): 9,999
- Estructura cristalina: Cúbica.

El aluminio puro es químicamente muy activo, es un metal eminentemente oxidable. Sin embargo, es inalterable en el aire ya que se recubre en frío de una finísima capa de óxido que protege al metal de una oxidación más intensa. Se trata de una delgada película de alúmina anhidra Al_2O_3 muy adherente y compacta, cuyo volumen es 1.28 veces el del metal del que proviene. Normalmente, podemos decir que esta capa protectora de óxido hace relativamente inerte el metal, recuperando éste su gran actividad en el instante en que se le prive de la indicada protección.

El aluminio en contacto con el vapor de agua forma entonces la alúmina y deja libre moléculas de hidrógeno. El hidrógeno es el único gas soluble en aluminio líquido, sin embargo dicha solubilidad desciende cuando el aluminio solidifica. Esto es muy importante, ya que se va a trabajar con aluminio líquido y no deseamos impurezas en este.

PROPIEDADES QUÍMICAS.

La reacción que tiene lugar en su formación es:

**OTRAS PROPIEDADES FÍSICAS:**

- Símbolo: Al.
- Clasificación: Elemento térreos, Grupo 13; Otros Metales.
- Nº Atómico: 13
- Masa Atómica: 26,9815
- Electronegatividad: 1,61
- Energía de ionización (kJ.mol⁻¹): 577
- Afinidad electrónica (kJ.mol⁻¹): 43
- Radio atómico (pm): 143
- Radio iónico (pm) (carga del ion): 53 (+3)
- Entalpía de fusión (kJ.mol⁻¹): 10,67
- Entalpía de vaporización (kJ.mol⁻¹): 293,72

Desde el punto de vista físico, el aluminio puro posee una resistencia muy baja a la tracción y una dureza escasa. En cambio, unido en aleación con otros elementos, el aluminio adquiere características mecánicas muy superiores.

Las aleaciones de aluminio contienen, en una matriz de aluminio diversos elementos de aleación. Los principales son el cobre (Cu), silicio (Si), magnesio (Mg), zinc (Zn) y manganeso (Mn). En menores cantidades se usa también el hierro (Fe), cromo (Cr) y titanio (Ti); y para aleaciones especiales se suele usar también níquel (Ni), cobalto (Co), plata (Ag), litio (Li), vanadio (V), circonio (Zr), estaño (Sn), plomo (Pb), cadmio (Cd), bismuto (Bi), berilio (Be), boro (B), sodio (Na), estroncio (Sr) y escandio (Sc).

Son también importantes los diversos tipos de aleaciones llamadas anticorrosivas, a base de aluminio (Al) y pequeños aportes de magnesio (Mg) y silicio (Si). Pero que pueden contener a veces manganeso (Mn), titanio (Ti) y Cromo (Cr). A estas aleaciones se las conoce con el nombre de avional, duralinox, silumin, hidronalio, peraluman, etc. Como hay distintas composiciones de aluminio en el mercado, es importante considerar las propiedades que éstas presentan, pues, en la industria de la manufactura, unas son más favorables que otras.

Los principales elementos de aleación del aluminio son los siguientes y se enumeran las ventajas que proporcionan.

- **Cromo (Cr):** Aumenta la resistencia mecánica cuando está combinado con otros elementos Cu, Mn, Mg.
- **Cobre (Cu):** Incrementa las propiedades mecánicas pero reduce la resistencia a la corrosión.
- **Hierro (Fe):** Aumenta la resistencia mecánica.
- **Magnesio (Mg):** Tiene una gran resistencia tras el conformado en frío.
- **Manganeso (Mn):** Incrementa las propiedades mecánicas y reduce la calidad de embutición.
- **Silicio (Si):** Combinado con magnesio (Mg), tiene mayor resistencia mecánica.
- **Titanio (Ti):** Aumenta la resistencia mecánica.
- **Zinc (Zn):** Aumenta la resistencia a la corrosión.
- **Escandio (Sc):** Mejora la soldadura

CLASIFICACIÓN DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO.

La clasificación del aluminio y sus aleaciones se divide en dos grandes grupos bien diferenciados, estos dos grupos son: forja y fundición. Esta división se debe a los diferentes procesos de conformado que puede sufrir el aluminio y sus aleaciones. Dentro del grupo de aleaciones de aluminio forjado encontramos otra división clara, que es la del grupo de las tratables térmicamente y las no tratables térmicamente. Las no tratables térmicamente solo pueden ser trabajadas en frío con el fin de aumentar su resistencia.

Como en este caso el proceso elegido para la fabricación de la llanta es un proceso de fundición, trataremos las aleaciones de fundición.

Las aleaciones de aluminio para fundición son las más versátiles de todas las aleaciones de fundición, pueden ser coladas por la mayoría de los procesos de fundición existentes, es decir, las de mayor colabilidad, propiedad que evalúa la facilidad de un material en estado líquido de fluir en el interior de un molde y rellenar todas las secciones y cavidades del mismo.

Existen básicamente seis tipos de aleaciones:

- **Aleaciones Al – Cu:** que contienen del 4 al 5% de Cu, con las impurezas normales de Fe y Si y a veces pequeñas cantidades de Mg. Son tratables térmicamente y pueden alcanzar elevadas resistencias y ductilidades.
Apropiadas para su utilización en aviación (cabeza de cilindro) y para la fabricación de bloques y pistones de motores diesel.
- **Aleaciones Al – Cu – Si:** son las más normalmente utilizadas. La cantidad de ambos aleantes varía mucho, predominando uno u otro dependiendo de la aleación. En estas aleaciones, el Cu contribuye al incremento de la resistencia, y el Si confiere moldeabilidad, de manera que las aleaciones con mayor cantidad de Si se usan para realizar piezas complejas y para molde permanente y procesos de *die casting*.
Las aleaciones con un porcentaje de Cu superior al 3 ó 4% son tratables térmicamente, pero generalmente este proceso sólo se realiza en aleaciones que tengan Mg, el cuál realiza el efecto de este tratamiento. Las aleaciones con un porcentaje de Si mayor al 10% tienen baja expansión térmica, lo que supone una ventaja en algunas operaciones a alta temperatura.
- **Aleaciones Al – Si:** se utilizan cuando se requiere alta moldeabilidad y buena resistencia a la corrosión. Debido a que es la aleación que se va a utilizar en el desarrollo del proyecto y la usada en el proceso objeto también de este proyecto, hablaremos de ella de modo más extenso más adelante.
- **Aleaciones Al – Mg:** son básicamente aleaciones binarias de fase simple con una moderada-alta resistencia y tenacidad. La principal ventaja de estas aleaciones es la resistencia a la corrosión especialmente al agua del mar y a atmósferas marinas
- **Aleaciones Al – Zn – Mg:** estas aleaciones poseen envejecimiento natural, consiguiendo máxima resistencia una vez pasados 20 o 30 días a temperatura ambiente desde el moldeo. Estas aleaciones tienen moderadas-buenas propiedades a tensión tal como están en fundición. Con el recocido, se consigue buena estabilidad dimensional en uso. Estas aleaciones tienen buena maquinabilidad (y resistencia a corrosión, a pesar de ser susceptibles a la corrosión bajo tensión). No se recomienda que estas sean utilizadas a elevadas temperaturas.

- **Aleaciones Al – Sn:** las aleaciones de este tipo con un contenido en Sn del orden del 6% (y pequeñas cantidades de Cu y Ni para el endurecimiento). Estas aleaciones con Sn se desarrollaron para aplicaciones de cojinetes, en los que la capacidad de carga, tensión de fatiga y resistencia a la corrosión de los aceites de lubricación son criterios importantes.
- **Aleaciones Al – Li.**

ALEACIONES AL-SI:

Las aleaciones de aluminio para moldeo se basan en los mismos sistemas de aleación que los de las aleaciones para conformado, se endurecen por los mismos mecanismos (con la salvedad del endurecimiento por deformación). La mayor diferencia entre ambas es que en las aleaciones para moldeo contienen mayor porcentaje de Si.

En el diagrama de fase Al-Si se observa como existe un eutéctico que hace posible la viabilidad comercial de casi todas las fundiciones de aluminio de gran tamaño. Las composiciones intermedias son mezclas de aluminio con un 1% de Si en solución sólida como fase continua, con partículas de Si puro. Las aleaciones con menos del 12 % de Si se denominan hipoeutécticas, mientras que las aleaciones con un contenido superior son hipereutécticas y las que poseen un 12% son eutécticas.

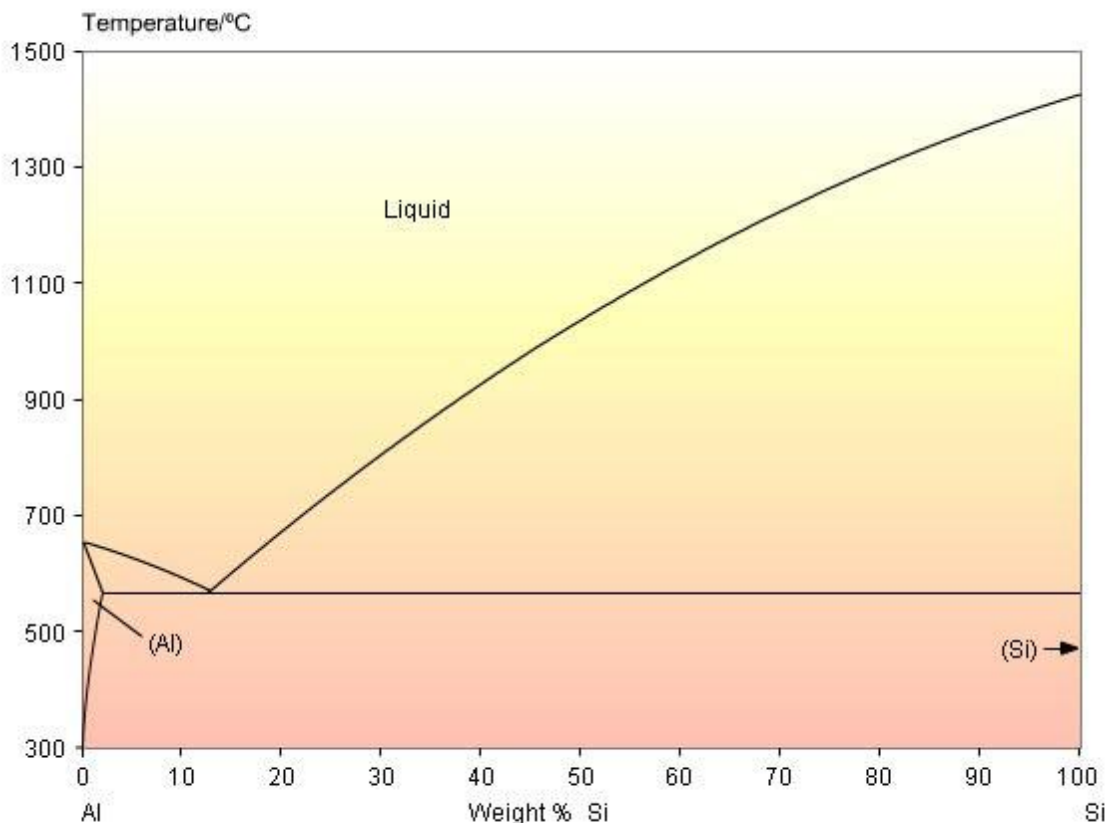
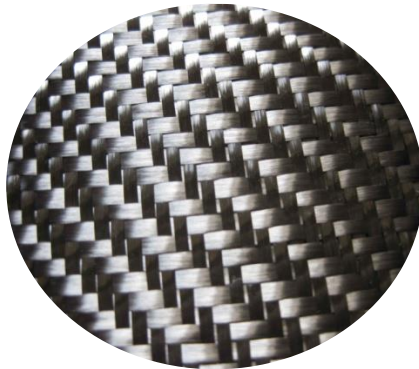


Figura 4.2.11: Diagrama de fases de una aleación Al-Si.

4.2.2. LA FIBRA DE CARBONO.



Es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Cada fibra de carbono es la unión de miles de filamentos de carbono. Se fabrica a partir del poliacrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero.

La principal aplicación es la fabricación de materiales compuestos, en la mayoría de los casos —aproximadamente un 75%— con polímeros termoestables. El polímero es habitualmente resina epoxi, de tipo termoestable aunque también puede asociarse a otros polímeros, como el poliéster o el viniléster.

Las propiedades principales de este material son:

- Muy elevada resistencia mecánica, con un módulo de elasticidad elevado.
- Baja densidad, en comparación con otros materiales como por ejemplo el acero.
- Elevado precio de producción.
- Resistencia a agentes externos.
- Gran capacidad de aislamiento térmico.
- Resistencia a las variaciones de temperatura, conservando su forma, sólo si se utiliza matriz termoestable.

Cada uno de los filamentos es un tubo delgado con un diámetro de 5.8 micrómetros y se compone casi exclusivamente de carbono. Son fibras con diámetros que son aproximadamente de 5 micras.

La estructura atómica de la fibra de carbono es similar a la del grafito, que consiste en láminas de átomos de carbono (láminas de grafeno) dispuestos siguiendo un patrón hexagonal regular. La diferencia radica en la forma en que se vinculan las láminas.

Las razones del elevado precio de los materiales realizados con fibra de carbono se deben a varios factores:

- El refuerzo, fibra, es un polímero sintético que requiere un caro y largo proceso de producción. Este proceso se realiza a alta temperatura -entre 1100 y 2500 °C- en atmósfera de hidrógeno durante semanas (o incluso meses) dependiendo de la calidad que se desee obtener, ya que pueden realizarse procesos para mejorar algunas de sus características una vez que se ha obtenido la fibra.

- El uso de materiales termoestables dificulta el proceso de creación de la pieza final, ya que se requiere de un complejo utillaje especializado, como el horno autoclave.

La fibra de carbono (FC) se desarrolló inicialmente para la industria espacial, pero ahora, al bajar de precio, se ha extendido a otros campos donde tiene muchas aplicaciones: Principalmente la industria del transporte y el deporte de alta competición. En la industria aeronáutica y automovilística, al igual que en barcos y en bicicletas, donde sus propiedades mecánicas y ligereza son muy importantes.

También se está haciendo cada vez más común en otros artículos de consumo como patines en línea, raquetas de tenis, edificios, ordenadores portátiles, trípodes y cañas de pesca e incluso en joyería. Últimamente encontramos la FC hasta en carteras de bolsillo (monederos y billeteras), relojes, escudos, autos de carrera, tractores, palas, etc.

4.2.3. EL ACERO.



Término común para denominar, en la ingeniería metalúrgica, a una mezcla de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 2,14 % en masa.

Existen muchos tipos de acero en función del elemento o los elementos aleantes que estén presentes. Otras composiciones específicas reciben denominaciones particulares en función de múltiples variables como por ejemplo los elementos que predominan en su composición (aceros al silicio), de su susceptibilidad a ciertos tratamientos (aceros de cementación), de alguna característica potenciada (aceros inoxidables) e incluso en función de su uso (aceros estructurales). Usualmente estas aleaciones de hierro se engloban bajo la denominación genérica de aceros especiales.

Los dos componentes principales del acero se encuentran en abundancia en la naturaleza, lo que favorece su producción a gran escala. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos. A pesar de su densidad (7850 kg/m^3 de densidad, en comparación a los 2700 kg/m^3 del aluminio) el acero es utilizado en todos los sectores de la industria, incluso en el aeronáutico, ya que las piezas con mayores solicitaciones (ya sea al impacto o a la fatiga) solo pueden aguantar con un material dúctil y tenaz como es el acero, además de la ventaja de su relativo bajo costo.

Aunque es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas:

- Su densidad media es de 7850 kg/m³.
- El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación y los porcentajes de elementos aleantes. El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1510 °C en estado puro (sin alear), sin embargo el acero presenta temperaturas de fusión de 1375 °C, y en general la temperatura necesaria para la fusión aumenta a medida que se aumenta el porcentaje de carbono y de otros aleantes. (excepto las aleaciones eutécticas que funden de golpe). Por otra parte el acero rápido funde a 1650 °C.
- Su punto de ebullición es de alrededor de 3000 °C.
- Es un material muy tenaz.
- Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.
- Es maleable..
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones y formas del acero mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado del acero, aplicable a aceros con alto contenido en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles. Aceros típicos con un alto grado de dureza superficial son los que se emplean en las herramientas de mecanizado, denominados aceros rápidos que contienen cantidades significativas de cromo, wolframio, molibdeno y vanadio. Los ensayos tecnológicos para medir la dureza son Brinell, Vickers y Rockwell, entre otros.
- Se puede soldar con facilidad.
- La corrosión es la mayor desventaja de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo. Tradicionalmente los aceros se han venido protegiendo mediante tratamientos superficiales diversos. Si bien existen aleaciones con resistencia a la corrosión mejorada como los aceros de construcción «corten» aptos para intemperie (en ciertos ambientes) o los aceros inoxidable.
- Posee una alta conductividad eléctrica.

En metalurgia, el acero inoxidable se define como una aleación de acero (con un mínimo del 10 % al 12 % de cromo contenido en masa). También puede contener otros metales, como por ejemplo molibdeno y níquel.

El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro.

4.3. Proceso de fabricación del producto.

A continuación se desglosa toda la información necesaria para ayudar a la comprensión del apartado 8.3. Proceso de fabricación del producto de la memoria del proyecto.

4.3.1. LA FUNDICIÓN.

La técnica de fundición para el conformado de útiles y piezas metálicas, posee más de 6000 años de antigüedad. Ya en el 400 A.C. se tiene constancia de la fabricación de piezas metálicas de cobre mediante moldes de piedra. Es el proceso de conformado más importante en muchos sectores industriales, como por ejemplo la automoción, que es el que nos atañe fundamentalmente en este proyecto.

Dentro de la fundición, han surgido y evolucionado numerosos procesos, cada uno de ellos destinados a la fabricación de determinadas piezas, con unas determinadas características y requerimientos. Es probable que haya piezas que puedan fabricarse con varios procesos de fundición distintos, pero habrá otras que debido a sus particulares requerimientos, solo podrán obtenerse mediante un proceso en particular.

Todos los procesos que engloban la técnica de la fundición han evolucionado en función de las tendencias de la industria, que son:

- La cada vez mayor automatización y en algunos casos robotización de los procesos industriales.
- El progresivo aumento de calidades y prestaciones en las piezas a fabricar, así como la exigencia de tolerancias mucho más estrictas.
- La cada vez más exigida ausencia de defectos en las piezas, que afecta de sobremanera a los procesos de fabricación y que condiciona la mayor parte de las labores de investigación en el campo de la fundición.

Requieren de un molde en el que se vierte el metal fundido, y que puede ser permanente (moldes metálicos), o no permanente (moldes de arena). Estos llevan impresa la geometría de la pieza que otorga al metal fundido la forma requerida.

Además del molde, otro aspecto en el que se diferencian los procesos de fundición, es el sistema de vertido del caldo en el interior del molde:

- Llenado gravitatorio: es el que se realiza por la parte superior del molde.
- Llenado contragravitatorio: es el que se produce por la parte inferior del mismo.

Algo común a los procesos de fundición es el coste de estos, el mayor es el relativo a la energía, la mayor parte usada en la fusión del metal y su mantenimiento.

La inyección por presión, ya sea baja o alta, se realiza siempre en un molde permanente. Estos, como su propio nombre indica han de estar realizados en un material que no se degrade con altas temperaturas inducidas por el metal fundido, o bien que se degraden muy lentamente (aceros especiales, aceros para herramientas, etc.). Normalmente este tipo de moldes se fabrican en dos partes para facilitar el desmoldeo y extracción de las piezas. Además, al estar hechos de metal, debido a la alta conductividad térmica de estos, las piezas evacuarán el calor y por tanto solidificarán más rápido que en los moldes no metálicos.

En los procesos de fundición en molde permanente, el molde está formado por dos partes principales: una fija, y otra móvil, que es la que se retira para facilitar el desmoldeo de la pieza. Para reproducir cavidades internas, se sitúan en el interior del molde machos.



Figura 4.3.1: Componentes del molde para el conformado de una llanta de aluminio.

Debido a las altas temperaturas que se alcanzan en el interior del molde, para retrasar o evitar la degradación de los mismos, se recurre a revestir el interior mediante pastas refractarias o bien pulverizar el interior de los moldes mediante grafito, que además evitan la degradación de la pieza al mejorar también el desmoldeo.

Se consiguen piezas complejas, de gran acabado superficial, con aristas vivas, para las que la extracción del molde se logra mediante unos eyectores situados normalmente en la parte fija del molde.

Para mejorar la fluidez del metal, se suele precalentar el molde, lo que consigue, además, es alargar la vida de este, retrasando su degradación debida a altas temperaturas.

Los moldes se cierran mecánicamente, vertiendo el metal en la cavidad mediante varios métodos que caracterizan cada proceso en molde permanente.

4.4. Elementos comprados.

4.4.1. PERNOS DE SUJECIÓN CENTRAL.

Toda llanta de vehículo automóvil se sujeta al eje mediante unos pernos o tornillos antirrobo situados a lo largo de una circunferencia concéntrica al eje de la llanta y equidistantes entre sí.

Cada fabricante de automóvil asigna un perno con unas dimensiones para sus modelos, de forma, que para una llanta comercial y adaptable, no es una solución la definición de un solo perno. Por tanto, se busca un proveedor de piezas oficiales que pueda darnos acceso a cualquier tipo de tornillería necesaria.

Las características de estos varían dependiendo del vehículo al que tengan que adaptarse, ya que el ET de la llanta varía. Aunque presentan ciertas similitudes.



Ancho de llave:	17
Longitud de rosca:	de 22mm a 27 mm
Longitud del tornillo:	entre 47,5 y 48 mm
Perfil de cabeza hueca:	Hexagonal
Rosca externa:	M12 x 1,5 ó M14 x 1,5

Figura 4.4.1: Perno de sujeción.

Se observa que todos tienen el mismo ancho de llave, longitudes de rosca y del producto general cercanas y métricas cercanas, lo que nos facilitará el diseño de los orificios y sus modificaciones. Se estimará con el tornillo más caro de todos los que el proveedor suministre.

Tornillos de acero a 2,72 € la unidad. Proveedor Oscar. *Web:* www.oscaro.es.

4.4.2. VÁLVULA DE HINCHADO DEL NEUMÁTICO.

En el paquete el producto debe de integrar la válvula para el hinchado del producto. Aunque está no irá montada.

Se busca un proveedor de válvulas de buena calidad que sigan las normativas vigentes y referentes a estas. Con respecto al diseño de la llanta, se buscará una válvula que pueda entrar dentro del orificio albergado en la corona.

Como la profundidad del orificio para la válvula mide 24mm se buscará una apta para dicha dimensión.

EL proveedor Sernesa suministra una gran cantidad de diferentes válvulas de diferentes calidades. Se estima como apta una de entre 26-28 mm de largo las cuales cuestan alrededor de 2,5 €.

VALVULA DE TURISMO METALICA DE TUBELESS



Válvula cromada
Alto 26 mm
Alto de la base 8 mm (boca ancha)
Diámetro 7,5 mm

Ref: 518MS26

~~2,94€~~

2,50€

Precio web

(IVA no incluido)



Figura 4.4.2: Válvula ejemplo.

Fuente: <https://www.sernesashop.com/valvulas-y-alarqadores-c0A03/valvulas-metalicas-para-turismos-s0A03.06>

4.4.3. TAPONES PARA LOS PERNOS.

Los pernos no ajustan perfectamente con el orificio, y por dicho hueco puede entrar suciedad, agua, etc., que pueden generar problemas de degradación (corrosión galvánica) en el mecanismo de sujeción de la llanta.

La solución más lógica es colocar unos tapones que ajusten y protejan esa zona. Se busca un proveedor de estos, que los fabrique, y pueda abastecer con tapones aptos para todas las medidas. Estos serán estándar, pero se buscarán unos que se puedan producir en diferentes colores, acordes con el diseño de la llanta.

Tapones de ABS a 0,5 € la unidad. Fabricados por la casa Simoni Racing.



Figura 4.4.3: Pernos de ABS en diferentes acabados.



4.4.4. TAPACUBOS CENTRAL.

También es necesario acoplar una tapa en el orificio central de la llanta, usada para encajar con el buje. Su función es meramente estética.

Se busca un proveedor, que fabrique tanto tapones universales y personalizables, como oficiales. De esta forma se asegura la fiabilidad de contar con un profesional que conozca el tema.

Tapones de ABS a 15€ la unidad. Fabricados por la casa Anilloso.



Figura 4.4.4: Tapacubos central llanta Ibérica.



4.5. Cálculos para el dimensionado del producto.

En este apartado de anexos se extenderá toda la información necesaria y referente de los cálculos físicos del producto.

La llanta desarrollada tiene unas dimensiones, definidas durante el proyecto y que han permitido realizar un modelado virtual en el programa SolidWorks 2016.

La herramienta de SolidWorks “Propiedades físicas” nos aporta la información del volumen de la llanta.

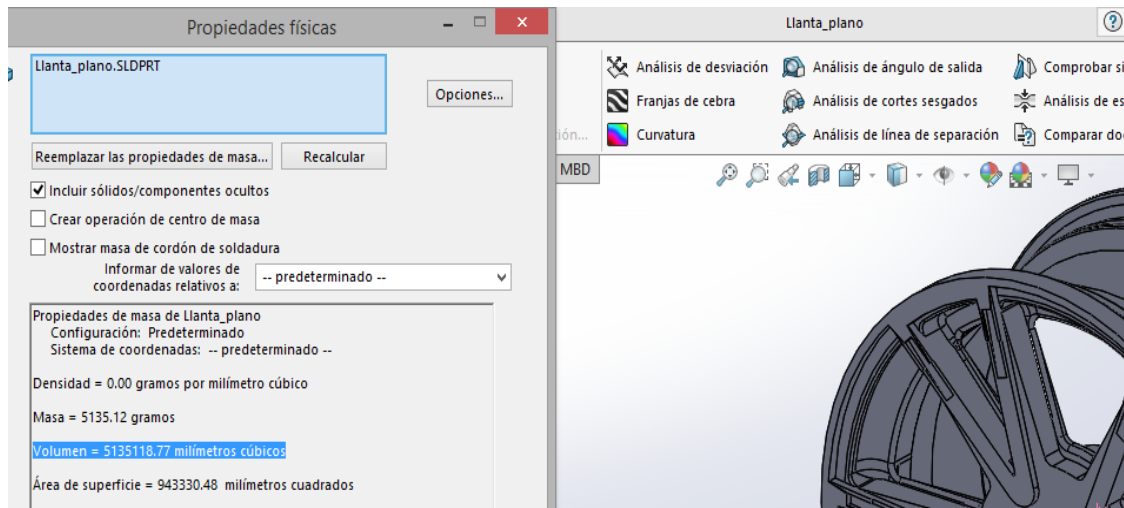


Figura 4.5.1: Obtención del Volumen del bruto.

Con el volumen y la densidad podemos averiguar la masa del producto:

$$M = V \rho_{Al}$$

$$M = 13.87 \text{ Kg}$$

Donde:

$M = 13.87 \text{ Kg}$ es la masa del producto
 $V = 0.005135119 \text{ m}^3$ es el volumen del producto

$\rho_{Al} = 2700 \text{ Kg/m}^3$ es la densidad del aluminio

4.5.1. ESTUDIO DE VEHÍCULOS TIPO Y OBTENCIÓN DE DATOS NECESARIOS PARA EL PRODUCTO.

Algunos de estos autos son: el Mini Cooper, el Opel Adam, el Fiat 500, el Audi A1 y el Citroën DS. Pero para ampliar nuestro mercado también se estudiarán vehículos urbanos que no son personalizables pero sí pueden ser aptos para el producto en desarrollo.

MODELO COCHE	ENLACE FICHA TÉCNICA	LLANTA DE SERIE	PESO (Kg)	ET (mm)
Mini Cooper	https://www.km77.com/precios/mini/mini/2014/cooper-d https://www.wheel-size.com/size/mini/cooper/2017/	15"-16"	1210	54
Opel Adam	https://www.km77.com/precios/opel/adam/2015/adam-s-2014 https://www.wheel-size.com/	16"-17"	1178	44
Fiat 500	https://www.km77.com/precios/fiat/500/2008/500-sport-14-16v-100-cv3 https://www.wheel-size.com/	15"-16"	1005	30
Audi A1	https://www.km77.com/precios/audi/a1/2010/a1-14-tfsi-122-cv-ambition https://www.wheel-size.com/	16"-18"	1175	39.5
Citroën DS	https://www.km77.com/precios/citroen/ds3/2010/ds3-thp-150 https://www.wheel-size.com/	17"	1240	25

Tabla 4.5.1: Información automóviles personalizables tipo.

De esta forma ya tenemos una idea del rango de peso y de distancia ET que nuestra rueda deberá abarcar dentro de los vehículos personalizables:

- Peso: teniendo en cuenta el coche cargado y totalmente ocupado entre 1400 Kg y 1600 Kg.
- ET: deberá coger entre 20mm y 55mm.

Otros automóviles modelo que nos a los que se podría acoplar la llanta en cuestión son los urbanos mencionados con anterioridad como hatchbacks: Seat León, Seat Ibiza, Audi A3, Opel Astra, Ford Fiesta, Ford, Focus, etc.

MODELO COCHE	ENLACE FICHA TÉCNICA	LLANTA DE SERIE	PESO (Kg)	ET (mm)
Audi A3	https://www.km77.com/precios/audi/a3/2016/a3-14-tdi-110-cv https://www.wheel-size.com/	16"-18"	1310	51
Opel Astra	https://www.km77.com/precios/opel/astra/2016/astra-5p-16-cdti-110-cv https://www.wheel-size.com/	16"-18"	1350	42
Seat León	https://nuevo.km77.com/coches/seat/leon/2013/5-puertas/fr/leon-20-tdi-cr-150-cv-startstop-fr/datos/equipamiento https://www.km77.com/precios/seat/leon/2014/leon-st-16-tdi-105-cv-startstop-ecomotive-style https://www.wheel-size.com/	16"-18"	1305	49
Seat Ibiza	https://www.km77.com/precios/seat/ibiza/2015/ibiza-5p-12-tsi-90-cv-style https://www.wheel-size.com/	15"-17"	1089	45
Ford Focus	https://www.km77.com/precios/ford/focus/2016/focus-rs-2016 https://www.wheel-size.com/	17"-19"	1599	50
Ford Fiesta	https://www.km77.com/precios/ford/fiesta/2013/fiesta-5p-10-ecoboost-100-cv https://www.wheel-size.com/	15"-17"	1101	47.5

Tabla 4.5.2: Información automóviles hatchback tipo.

El rango que nuestro producto debe abarcar en cuanto a pesos y medidas de ET son:

- Peso: Entre los 1600 y los 2000 kg como mínimo.
- ET: Deberá albergar entre 40mm y 50mm.

4.5.2. DESARROLLO DE LOS ESFUERZOS QUE APARECEN EN UNA LLANTA.

Este apartado sirve como información adicional con motivo de aportar ayuda para profundizar en el conocimiento de los diferentes esfuerzos a los que se ve sometido el producto en desarrollo.

En primer lugar se definen todas las situaciones en las que una rueda se puede encontrar. Estas son, parado o en reposo, en movimiento en línea recta, en movimiento tomando una curva y en frenada.

EN REPOSO:

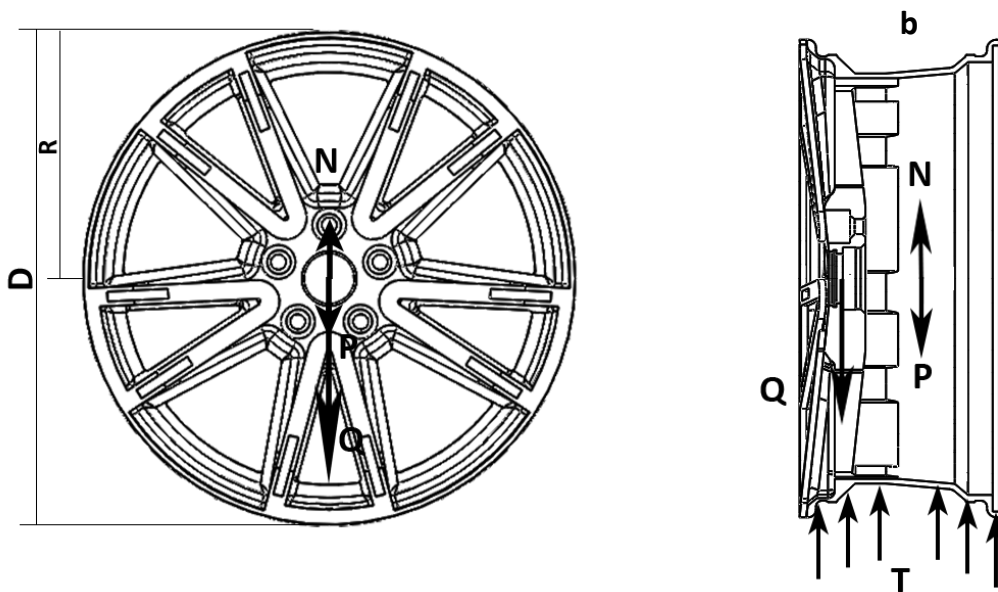


Figura 4.5.21: Esfuerzos en una llanta en reposo.

Dimensiones:

- D: diámetro externo de la llanta.
- R: radio externo de la llanta.
- b: ancho de la llanta.
- e_m : espesor mínimo del perfil de la llanta.

Aparecen las siguientes fuerzas:

- Como se puede observar todos los esfuerzos aparecen en las zonas de mitad para abajo del producto. La zona superior se libera de tensiones.
- Q: fuerza total que ejerce el peso del vehículo en el centro de la llanta..
 - Q no es igual al peso total del vehículo, ya que este se reparte entre las 4 ruedas y además aparece el neumático hinchado, que ayuda a soportar el peso y protege a la llanta.
- T: es la reacción del suelo contra el peso del coche y la llanta. Genera una fuerza cortante en todo el perfil.
- P: es el peso de la llanta.
- N: es la reacción que se genera en el centro de la llanta producida por las fuerzas que actúan contra la rueda.

- En los radios se generan fuerzas de compresión y tracción dependiendo del lugar en el que se encuentren.

LA DEFORMACIÓN MÁS CRÍTICA EN ESTE ESTADO:

- La zona más crítica será la zona de transición entre el radio y el perfil por el cortante que se genera. De ahí que se deba dimensionar bien y que en dicha unión se defina un radio de acuerdo grande para que haya más material. Evitar un paso brusco la sección del radio a la garganta.

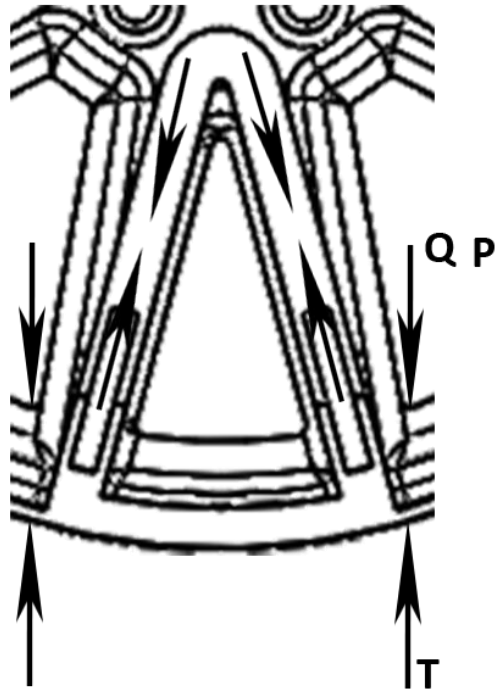


Figura 4.5.22: Esfuerzos críticos en los radios durante el reposo.

EN MOVIMIENTO RECTO:

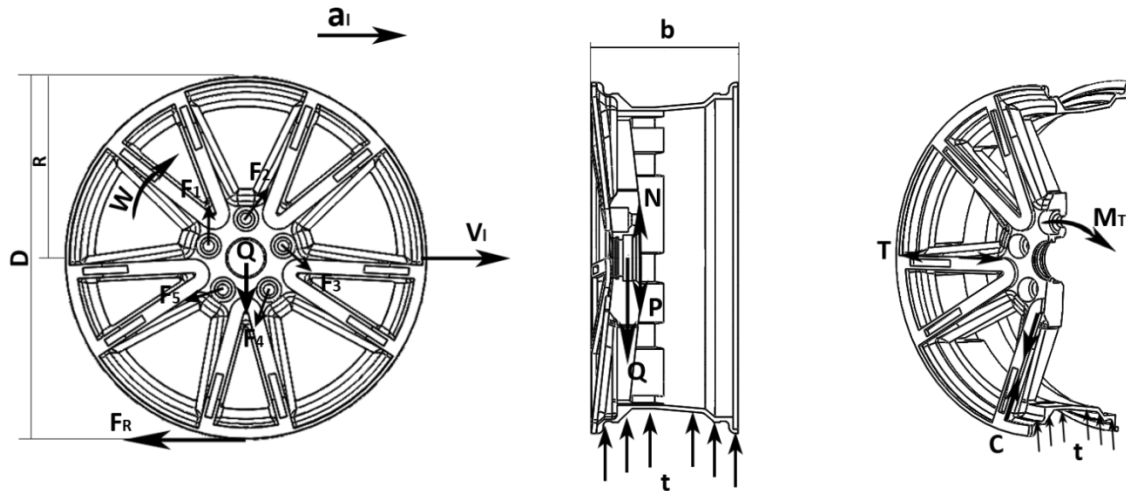


Figura 4.5.23: Esfuerzos en una llanta en línea recta.

Fuerzas:

- Q : carga sobre la llanta.
- t : Reacción del suelo. Efecto cortante en el perfil inferior.
- P : peso de la llanta.
- N : reacción normal a P y Q .
- W : velocidad angular de la llanta.
- V_i : velocidad lineal de la llanta.
- a_i : aceleración lineal de la llanta.
- F_R : fuerza de rozamiento contra el suelo, que sufre la llanta.
- F_T : fuerza que genera el eje y que transmite el movimiento de giro a la llanta. Se divide en los puntos de agarre, y en este caso se generan 5 fuerzas iguales: F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 en los pernos de sujeción.

Momentos:

- M_T : momento torsor que se genera en el cubo y pernos de la llanta debido a la fuerza de giro transmitida por el eje. En el centro del cubo será muy pequeño porque está muy cerca del origen. Además la resistencia torsora la ejerce en este caso solamente F_R .
- C : compresión que se genera en los radios colineales a las fuerzas de aplastamiento.
- T : tracción que se genera en los radios normales a las fuerzas de aplastamiento.

LA DEFORMACIÓN MÁS CRÍTICA EN ESTE ESTADO:

- La fuerza que generará el eje de giro (el par de rodaje) producirá un esfuerzo en el radio en la dirección del mismo giro, mientras que el rozamiento con el suelo provocará otro esfuerzo contrario, lo que generará una flexión en el radio. Que esta no provoque deformación dependerá de si la sección del radio es o no lo suficientemente rígida.
- Las zonas de mayor concentración de tensiones, que es donde aumentan los esfuerzos. Estas son, las más cercanas a la unión cubo-radio por la aparición de los orificios de los pernos.
- El peso del vehículo que actúe con la rueda, la respuesta del suelo y el movimiento que empeora la acción de los esfuerzos generarán una fatiga constante sobre el vehículo

siendo crítica en las zonas de mayor concentración de tensiones, es decir, en las zonas próximas a los agujeros de los pernos y en el cambio de sección del cubo al radio.

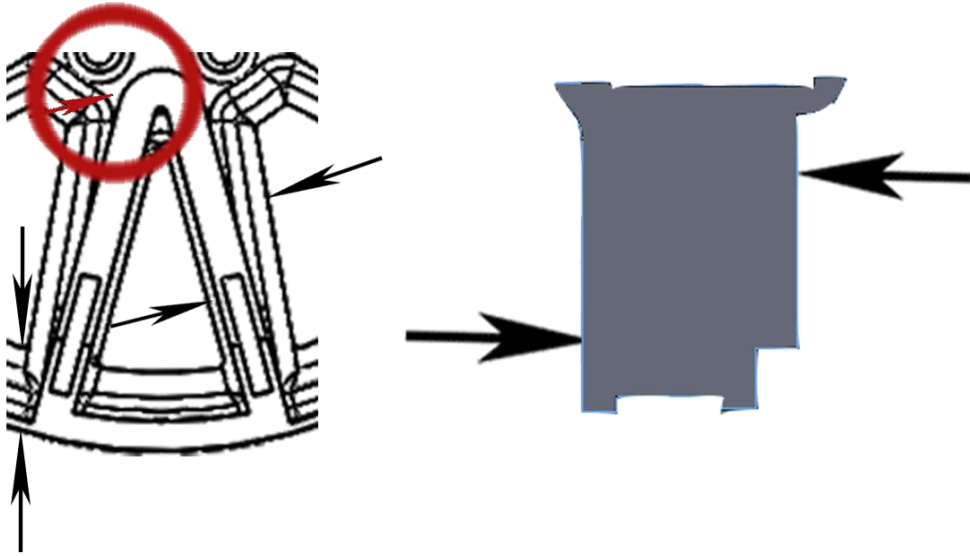


Figura 4.5.24: Esfuerzos críticos en los radios y zonas de deformación crítica en movimiento recto.

EN MOVIMIENTO Y GIRANDO:

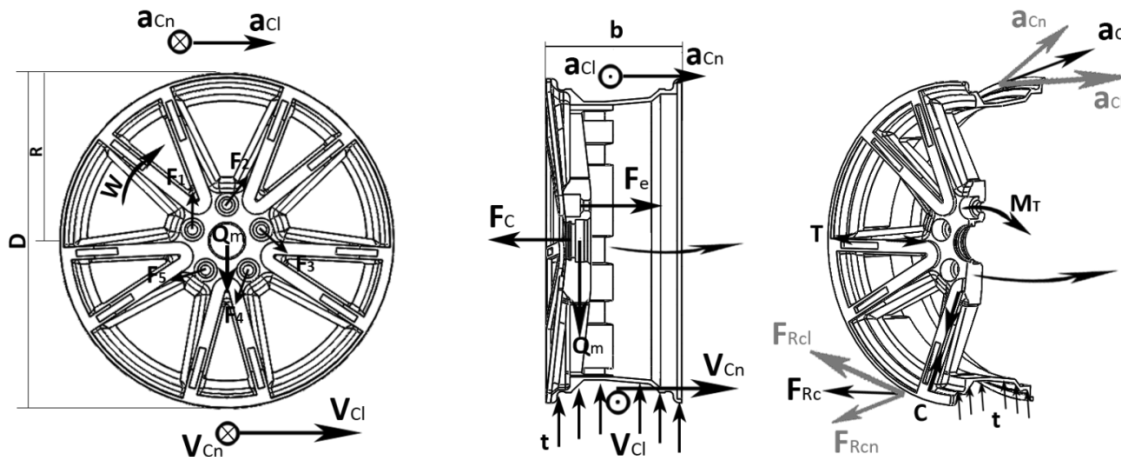


Figura 4.5.25: Esfuerzos y tensiones en una llanta durante el giro.

Durante el giro, se analiza como la llanta más crítica aquellas que se encuentran en la cara exterior del vehículo, ya que este bascula al girar y el peso y los esfuerzos que recaen en ellas son mayores.

Fuerzas:

- Q_m : carga sobre la llanta. En este caso es mayor debido a que el coche bascula la carga para no perder la estabilidad.
- t : Reacción del suelo. Efecto cortante en el perfil inferior.
- P : peso de la llanta.
- N : reacción normal a P y Q .
- W : velocidad angular de la llanta.
- V_{cl} : componente de la velocidad centrípeta del giro de la llanta. Su dirección es tangente al giro.
- V_{cn} : componente de la velocidad centrípeta del giro de la llanta. Su dirección es normal a la velocidad lineal o recta.
- V_c : velocidad en la dirección resultante de las dos anteriores.
- a_{cl} : componente de la aceleración centrípeta del giro de la llanta. Su dirección es tangente al giro.
- a_{cn} : componente de la aceleración centrípeta del giro de la llanta. Su dirección es normal a la velocidad lineal o recta.
- a_c : Aceleración centrípeta favor del giro.
- F_R : fuerza de rozamiento contra el suelo, que sufre la llanta. Se descompone también en dos componentes, una tangente y otra normal a el sentido lineal ya que el rozamiento actuará en la dirección inversa a la de avance del giro.
- F_T : fuerza que genera el eje y que transmite el movimiento de giro a la llanta. Se divide en los puntos de agarre, y en este caso se generan 5 fuerzas iguales: F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 en los pernos de sujeción.
- F_e : Fuerza de empuje. Es igual a la fuerza centrípeta que aparece en el giro, es decir, aquella que favorece a este desplazamiento y que aparece también como reacción de los pernos frente a la fuerza centrífuga. Por tanto esta se descompondrá en X fuerzas iguales (dependiendo del número de pernos).

- F_c : Fuerza centrífuga. En todo giro aparece una fuerza normal al giro que expulsa hacia afuera el objeto que gira. Deberá de ser menos a la resistencia centrípeta que ejercerá el sistema de agarre de la rueda.

LA DEFORMACIÓN MÁS CRÍTICA EN ESTE ESTADO:

- Se debe tener en cuenta que en este estado, el peso que actúa sobre las ruedas que están en la cara externa del giro es mayor, lo que empeorará la situación en las zonas de concentración de tensiones y aumentará la carga en los ciclos de fatiga.
- En la deformación del radio, además de las fuerzas que actúan por el movimiento y por la resistencia del asfalto se le debe de sumar la fuerza centrífuga, que provocará una tensión de deformación en otra dirección diferente.

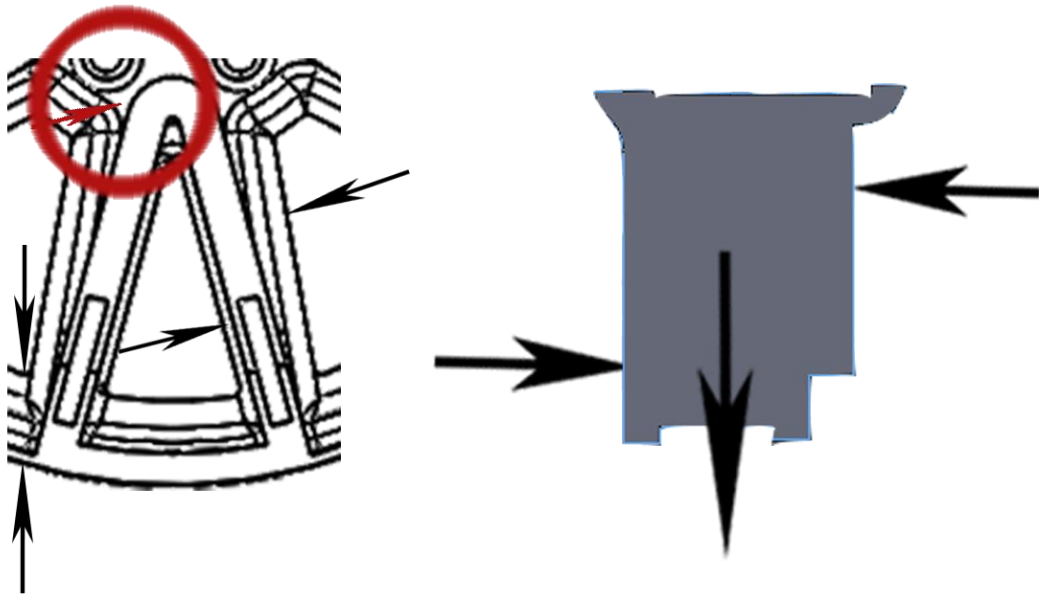


Figura 4.5.26: Esfuerzos críticos en los radios y zonas de deformación crítica durante un giro.

FRENADA.

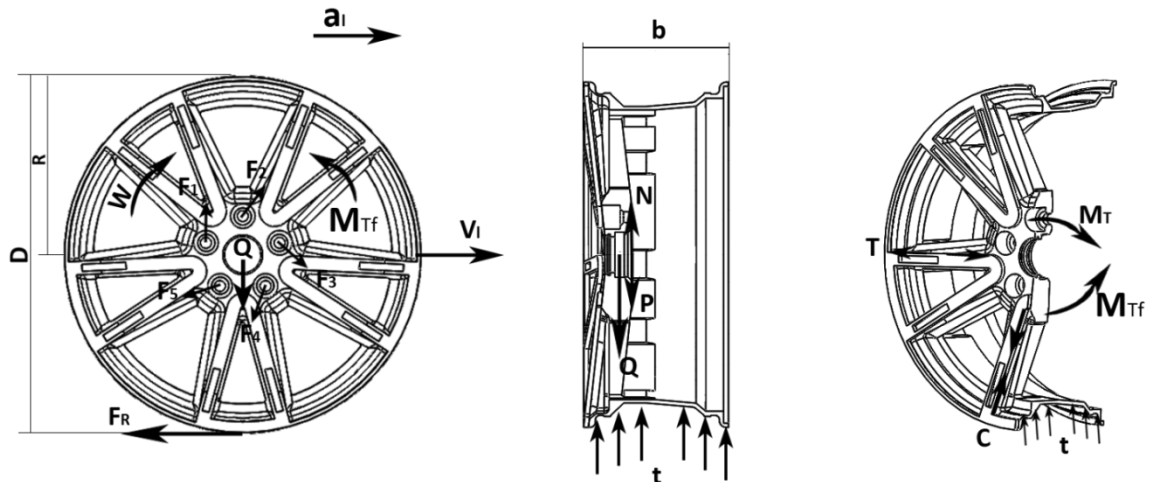


Figura 4.5.27: Esfuerzos en una llanta frenando.

Fuerzas:

- Q: carga sobre la llanta.
- t: Reacción del suelo. Efecto cortante en el perfil inferior.
- P: peso de la llanta.
- N: reacción normal a P y Q.
- W: velocidad angular de la llanta.
- Vi: velocidad lineal de la llanta.
- \mathbf{a}_I : aceleración lineal de la llanta.
- FR: fuerza de rozamiento contra el suelo, que sufre la llanta.
- FT: fuerza que genera el eje y que transmite el movimiento de giro a la llanta. Se divide en los puntos de agarre, y en este caso se generan 5 fuerzas iguales: F1, F2, F3, F4, F5 en los pernos de sujeción.

Momentos:

- MT: momento torsor que se genera en el cubo y pernos de la llanta debido a la fuerza de giro transmitida por el eje. En el centro del cubo será muy pequeño porque está muy cerca del origen.
- MTf: momento torsor que se genera, en dirección contraria al de giro, por la acción de los giros.
- C: compresión que se genera en los radios colineales a las fuerzas de aplastamiento.
- T: tracción que se genera en los radios normales a las fuerzas de aplastamiento.

LA DEFORMACIÓN MÁS CRÍTICA EN ESTE ESTADO:

- Se trata de una recesión de la velocidad, y la acción del frenado se realiza sobre el disco que a su vez está conectado al eje del coche, por tanto, el momento torsor que aparece en la frenada y que es contrario al del giro, actuará principalmente en los pernos de sujeción.
- En el radio provocará, en caso de frenada brusca y repentina una fuerza de empuje en dirección a la que genera el rozamiento con el asfalto. De modo que la sección del radio en su caso más desfavorable debe ser lo suficientemente rígida.
- Como zona más crítica seguirá siendo aquella donde las concentraciones de tensiones son mayores y también en la intersección del radio con el cubo y el perfil, ya que al

aparecer una fuerza brusca y repentina puede provocar fuertes tensiones en los cambios de sección y la deformación o incluso rotura de estos (casos muy escasos y en los que el producto está mal dimensionado).

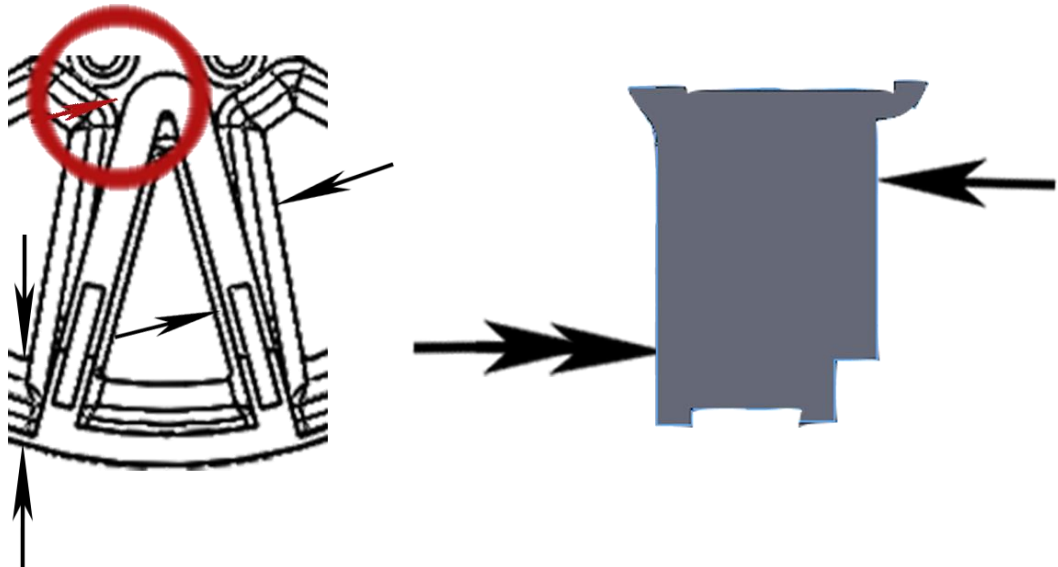


Figura 4.5.28: Esfuerzos críticos en los radios y zonas de deformación crítica durante la frenada

4.5.3. COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO FUNCIONAL DEL PRODUCTO.

Una vez analizadas y estudiadas todas las situaciones a las que una llanta puede someterse se procede a conocer si el diseño desarrollado es válido.

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de este tipo de productos se realizan mediante un equipo de ingenieros con los conocimientos mecánicos y físicos necesarios, con acceso a toda la normativa necesaria y con métodos de cálculo aptos (programas, simuladores y realización de ensayos).

Puesto que no se dispone de todo lo necesario, y el conocimiento, en materia de cálculos, del autor no es completo, se dispone a realizar un diseño que se estime apto mediante el estudio de productos existentes en el mercado y de sus características dimensionales. Esto quiere decir que se comprobará que, dimensionalmente, la llanta desarrollada está dentro de las dimensiones “lógicas”, en comparación con otras llantas, para el cumplimiento funcional.

La garganta de todas las llantas suele tener un espesor de en torno los 4-5 milímetros. De modo que se le asignan 6 mm de espesor en un principio para que se asegure la resistencia de la zona sin aumentar ni el volumen ni el peso. Cabe mencionar la consideración de no sobredimensionar elevadamente, ya que en ese caso, estamos desarrollando un producto muy pesado en comparación con los aparentes en el mercado y por tanto menos competente.



Figura 4.5.31: Sección de la llanta para la visualización del espesor de garganta

En cuanto al perfil de la llanta está diseñado siguiendo la estructura de un perfil tipo que sea funcionalmente eficaz.

A lo largo de todo el análisis desarrollado en el punto anterior se ha visto que las zonas más críticas o sensibles a la deformación son dos, la zona del cubo cercana a los agujeros de los pernos y de unión con los radios y la sección más desfavorable de los radios ya que estos se ven sometidos a varias tensiones.

La zona del cubo donde se encuentran los cambios de sección cubo-radio y los orificios sufrirá en su forma más crítica frente a las cargas cíclicas de fatiga que se generarán durante la rodadura del producto. La información de resistencia a fatiga se obtiene mediante ensayos o simulaciones de producto, que informan de siestas zonas son lo suficientemente resistentes.

De modo que para acercarnos a su cumplimiento asignamos un cubo que entre dentro de los 150-200 mm de diámetro. Dimensión similar a la de productos existentes.

En lo que respecta al radio y su sección más desfavorable, como se ha analizado en las diferentes situaciones pueden actuar sobre ella diferentes tensiones y estas también son variables dependiendo de otras condiciones como la velocidad, la temperatura, el peso del vehículo, las cargas adicionales al vehículo, etc.

Para el dimensionado de estos, se decide realizar un radio que contenga una sección que entre dentro del patrón de las superficies de otros productos. Se comparará con dos secciones, una perteneciente a un modelo de 18" y otra de 17" con la mayor semejanza posible en los diseños estéticos y la forma de sección.

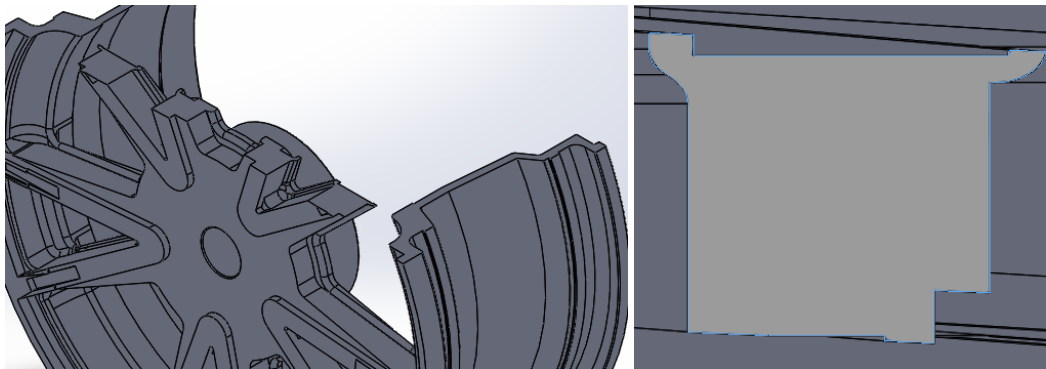


Figura 4.5.31: Sección más desfavorable de la llanta desarrollada.

Mediante la herramienta de cálculo de SolidWorks 2016 sacamos las propiedades de la sección elegida como más desfavorable. Esta será aquella que tenga un menor tamaño y que más cerca este de la zona de transición cubo-radio, ya que es donde mayor concentración de tensiones aparecen.

Obtenemos:

$$A = 1.079,19 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 91.229,81 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 111.243,75 \text{ mm}^4 \text{ (eje paralelo al de giro y sobre el que actúan las tensiones).}$$

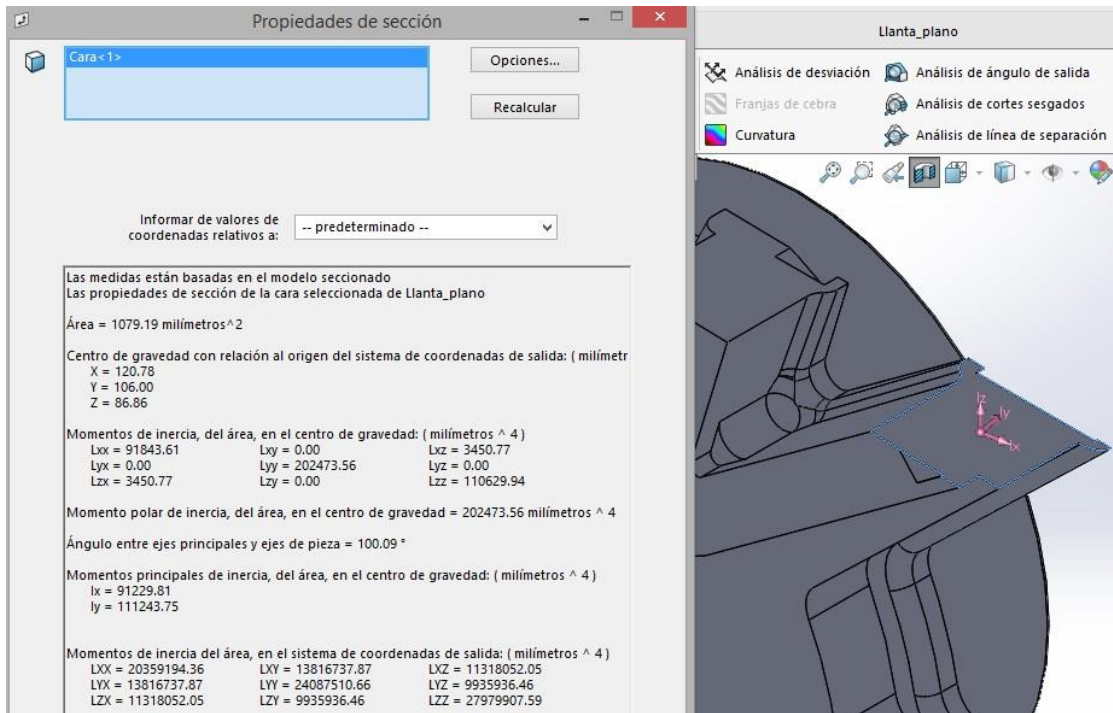
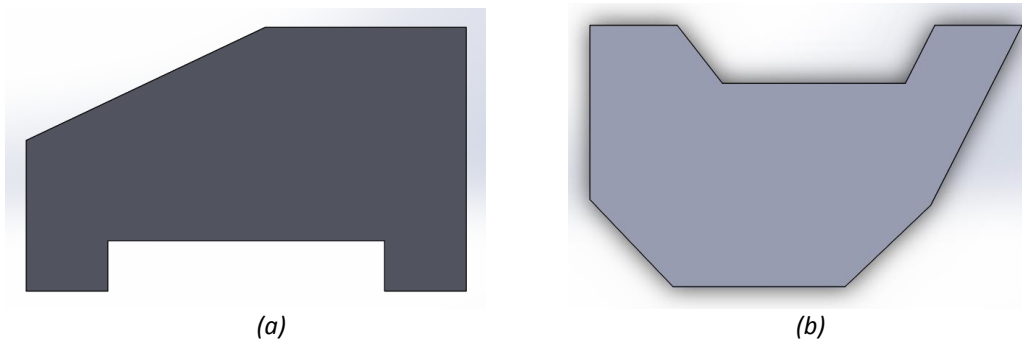


Figura 4.5.32: Cálculo de las propiedades de la sección en SolidWorks.

Los radios no son iguales, y hay zonas a lo largo de su volumen que poseen un menor área que la mostrada, pero se encuentran en zonas que sufren menos tensiones de forma que se encuentran en situaciones menos desfavorables.

A continuación, como se ha comentado anteriormente, pasamos a obtener los mismos datos de dos secciones, lo más similares posibles al diseño, sacadas de llantas reales y que se encuentran en el mercado. Una perteneciente a la casa Volkswagen (17") y la otra a Ford (18"). Estas llantas también poseen 10 radios divididos en 5 parejas de radios iguales.



Figuras 4.5.33: Figura (a) perteneciente a modelo de 17" y figura (b) al de 18".

En ambas se buscan diferentes datos para contrastar y poder asegurar que la llanta en desarrollo sea funcional. De la sección (a) se espera que posea menor área y menor momento de inercia sobre el eje paralelo al de giro de la rueda. De esta forma aseguramos que la llanta que se está diseñando sea tan o más rígida que una existente. Aunque pueda ser algo más pesada.

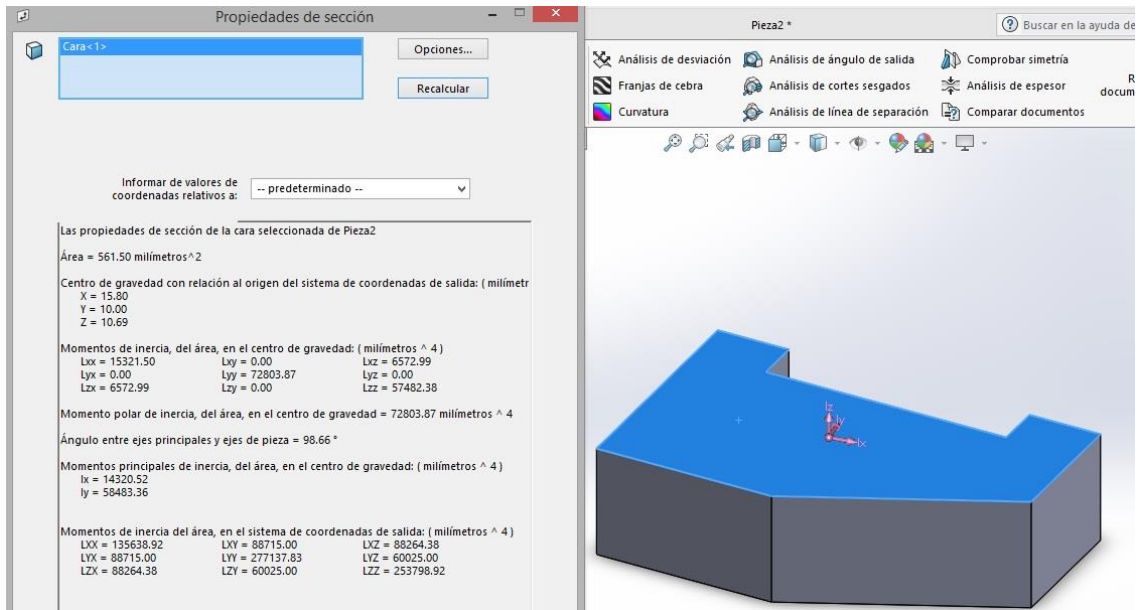


Figura 4.5.34: Cálculo de las propiedades de la sección(a) en SolidWorks.

$$A = 561,5 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 14.320,52 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 58.483,36 \text{ mm}^4 \text{ (eje paralelo al de giro y sobre el que actúan las tensiones).}$$

De la sección de el modelo de 18" (b) se espera lo opuesto, es decir, lo lógico es que posea un mayor área y que conlleve a un mayor momento de inercia, aunque si el de la llanta que se está desarrollando es mayor, significará que con respecto al eje que interesa es más rígida por tanto, no sería un problema.

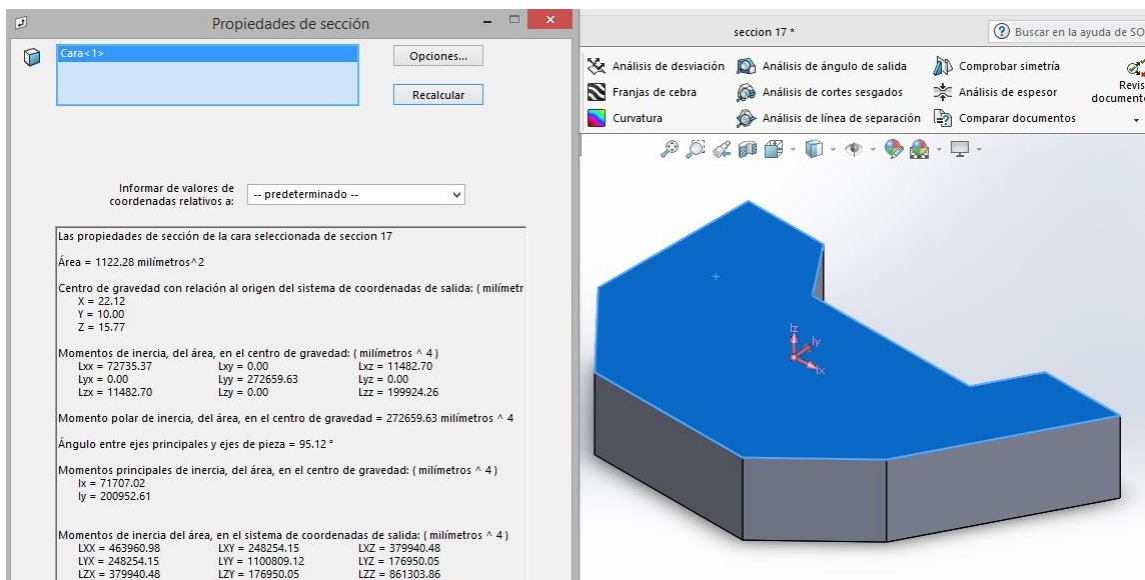


Figura 4.5.35: Cálculo de las propiedades de la sección(b) en SolidWorks.

$$A = 1.122,28 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 71.707,02 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 200.952,61 \text{ mm}^4 \text{ (eje paralelo al de giro y sobre el que actúan las tensiones).}$$

Como se observa, el área dimensionada es algo mayor que el (a), de forma que aseguremos en un principio y es menor al (b). En cuanto al momento de inercia, que realmente de lo que se

está hablando y calculando es el “Segundo momento del área”, nos da la información sobre que sección es más rígida, es decir, cual tiene menor facilidad de girar con respecto al eje sobre el que actúan las fuerzas y por tanto es más resistente frente a deformaciones.

En este caso, como se analiza en el apartado 8.5.2 de los Anexos, el mayor número de fuerzas que actuarán sobre la sección más desfavorable del radio, lo harán en la dirección normal al eje de giro de la rueda, por tanto, para este estudio nos interesará comprar, sobre todo, el segundo momento del área sobre el eje “y”, es decir, ***I_y***.

Aunque, sobre el otro eje también aparecen ciertas tensiones que pueden deformar el radio como la fuerza centrífuga, y que no es inteligente olvidar.

Planos

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Planos

1.	Especificaciones de la planimetría.....	(1)	131
2.	Planos del proyecto.....	(1)	131
	2.1. Conjunto de componentes desarrollados en el proyecto.....	(2)	133
	2.2. Llanta Ibérica. Visión general del bruto.....	(3)	135
	2.3. Dimensiones generales del bruto.....	(4)	137
	2.4. Dimensiones generales de la llanta mecanizada.....	(5)	139
	2.5. Medidas frontales y de radio de llanta ibérica y de versión QiQ.....	(6)	141
	2.6. Cara trasera de la llanta. Definición de dimensiones y localización de los grabados.....	(7)	143
	2.7. Dimensiones llanta Ibérica. Versión FINNE.....	(8)	145
	2.8. Dimensiones llanta Ibérica. Versión ALPHA.....	(9)	147
	2.9. Dimensiones llanta Ibérica. Versión FORTUN.....	(10)	149
	2.10. Dimensiones llanta Ibérica. Versión MUD.....	(11)	151
	2.11. Tapón central del buje. Dimensiones.....	(12)	153

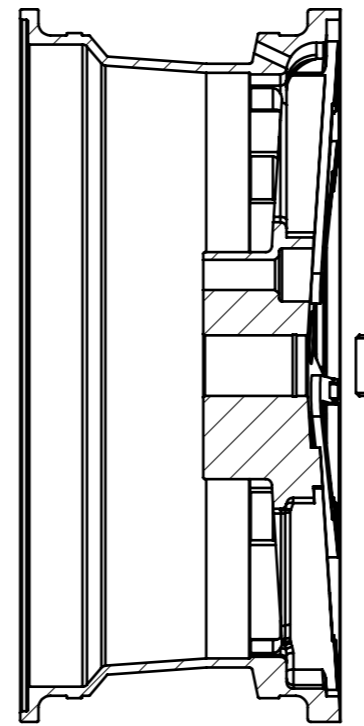
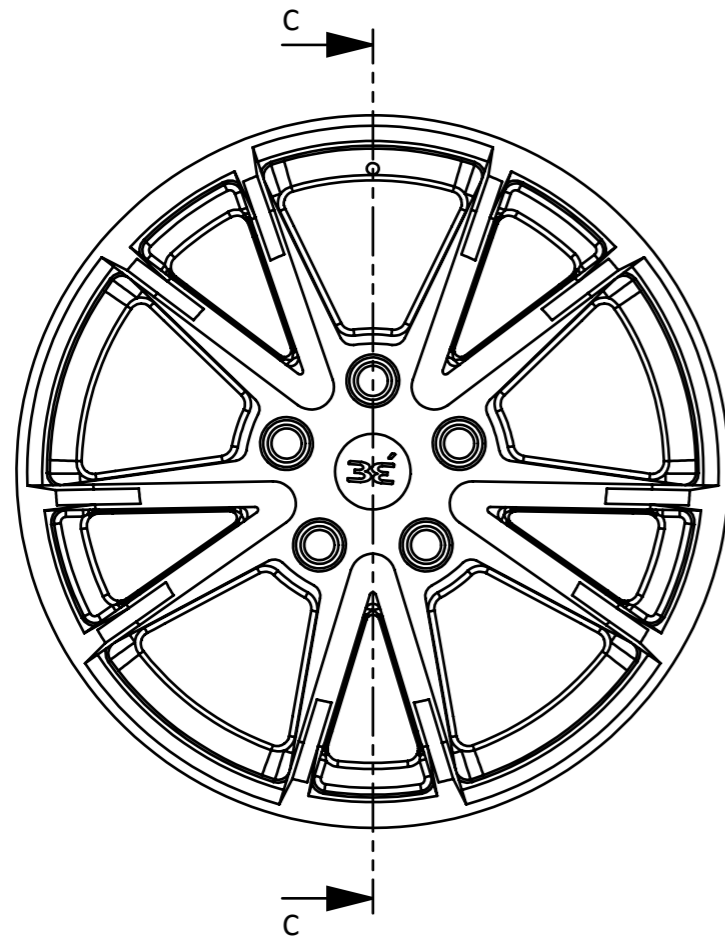
1. Especificaciones de la planimetría.

A continuación procede la planimetría del proyecto, donde se determinarán todos los datos referentes a las dimensiones de los productos desarrollados.

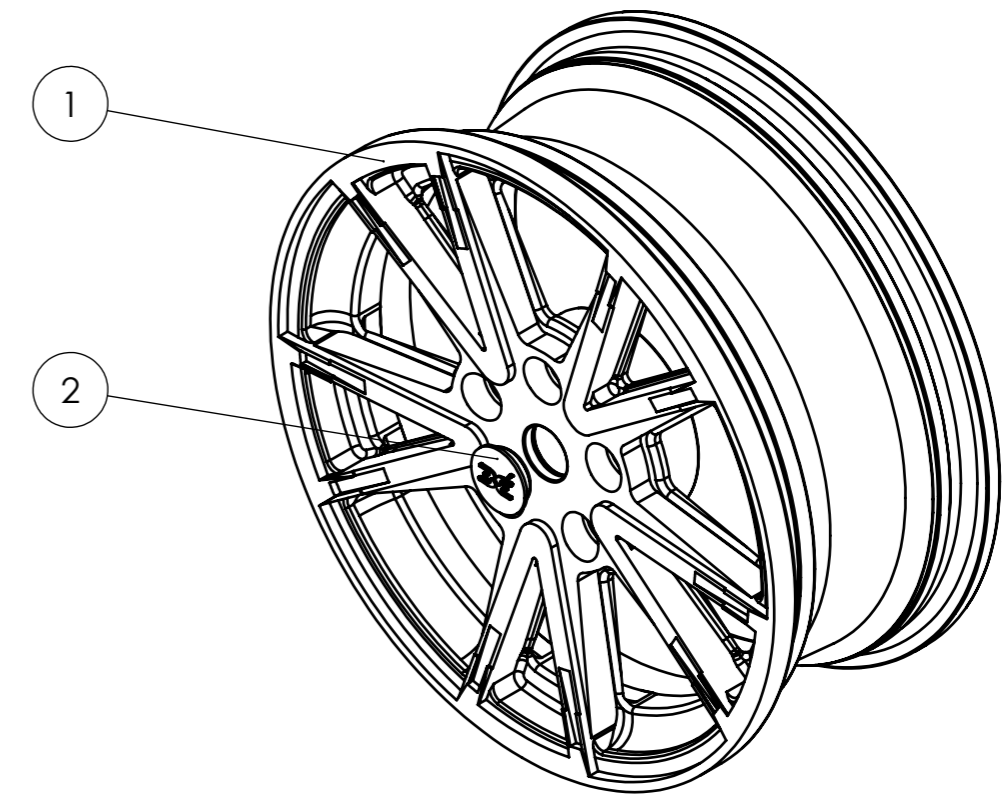
Previamente a la visión de los planos, conviene definir ciertas especificaciones con el fin del completo y adecuado entendimiento de estos.

- Los planos se componen de un plano inicial en el que se define el conjunto que forman los elementos desarrollados y a continuación los diferentes planos necesarios para definir los productos diseñados.
- En el proyecto se han decidido diseñar tanto la llanta en cuestión como el tapón del orificio central de esta.
- En lo que respecta a la llanta, al ser un producto que se obtiene como un bruto único mediante un proceso de fundición y que posteriormente se mecaniza para dar lugar al producto, dimensionalmente hablando, final, se definirán dos llantas a nivel dimensional:
 - La llanta bruto: con las dimensiones referentes al producto que tendrá que sacar el molde.
 - La llanta mecanizada: con las dimensiones finales, aquellas que deberán respetarse para la obtención del producto que se ha diseñado.
- Los valores correspondientes a la cara de la llanta, es decir, la zona más visual y con mayor calidad superficial no varían ya que esa zona no se modifica una vez fundida, de modo que, dichas dimensiones vienen definidas en el plano nº 5 y son de carácter crítico para todos los diseños. Exceptuando aquellas dimensiones que se modifiquen en las versiones.
- El plano nº 3 define la llanta en bruto.
- La tabla de tolerancias para las dimensiones no críticas indica el nivel de tolerancia de las dimensiones definidas en el plano. Si alguna requiere de otro valor se indicará en el plano.
- Los valores determinados en dicha tabla de tolerancias, son iguales a la dimensión de la cota (centrada) \pm la tolerancia.
- A partir del plano nº4, se define la llanta mecanizada y sus versiones también mecanizadas.
- El orden de definición de las versiones se rige según se va reduciendo la dimensión de la cara a refrentar.
- El paso de una versión a otra se hace en el refrentado y se eliminan el material necesario para dejarlo en las dimensiones de la versión definida.
- Las dimensiones de lo eliminado en el refrentado estético de cada una de las versiones no viene especificada ya que esta son muy pequeñas, hablando de décimas de milímetro.
- El plano del tapacubos central define sus dimensiones y marca las tolerancias no críticas normalizadas. Los valores determinados en dicha tabla de tolerancias, son iguales a la dimensión de la cota (centrada) \pm la tolerancia.

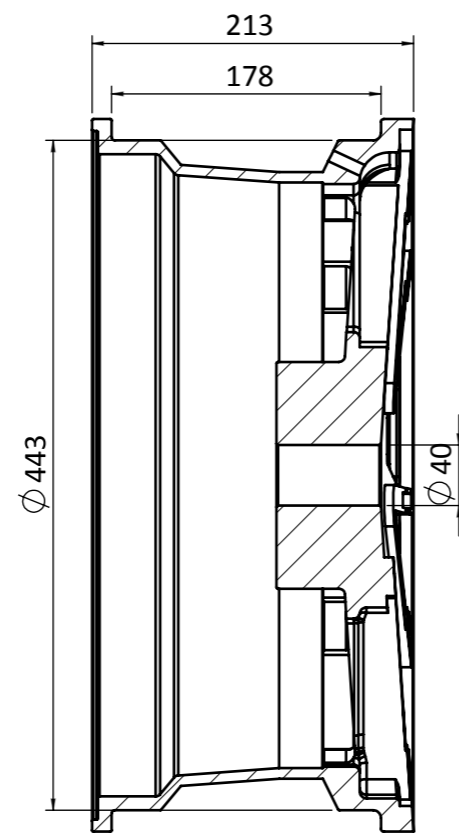
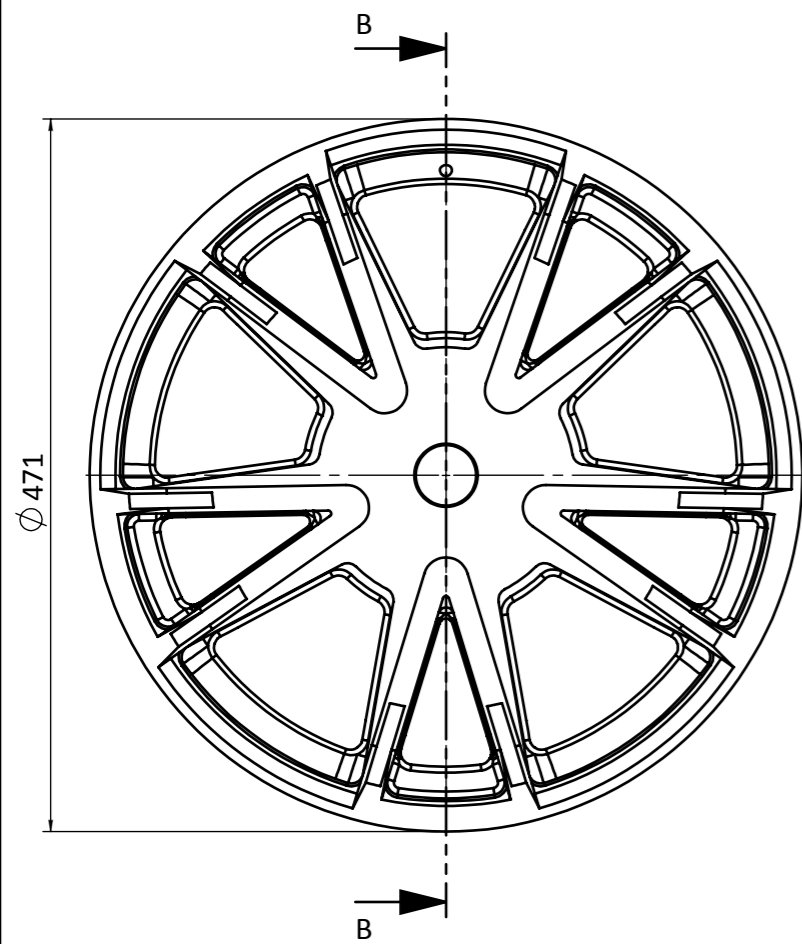
2. Planos del proyecto.



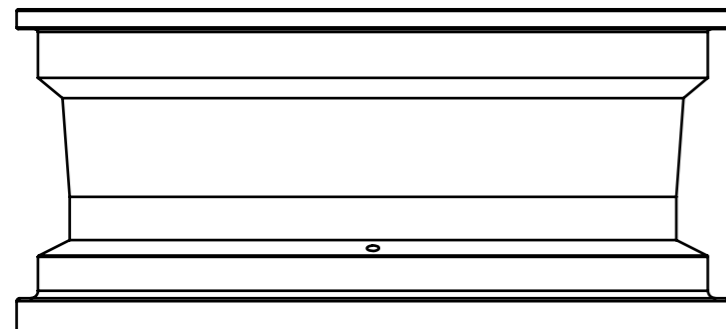
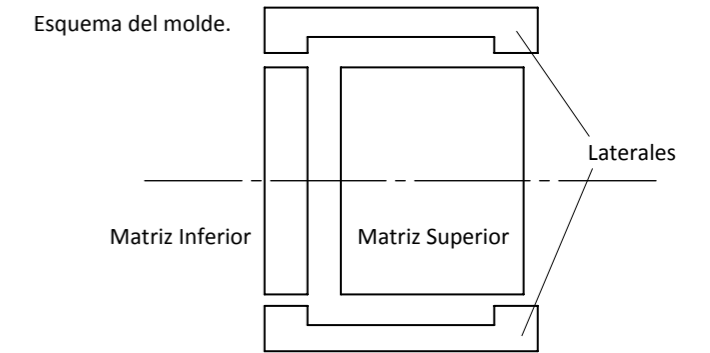
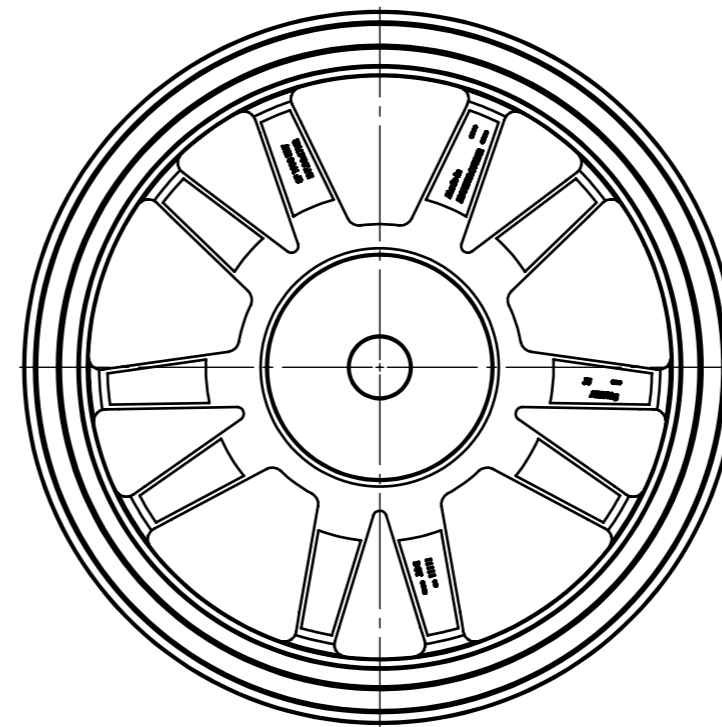
SECCIÓN C-C



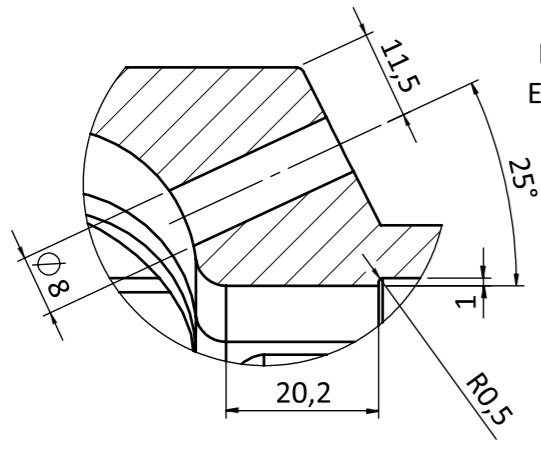
2	Tapón central del buje	1	ABS	Plano
1	Llanta	1	Aleación AlSi7Mg	Planos 2,3,4,5
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL	OBSERVACIONES
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Conjunto de componentes desarrollados en el proyecto		Plano nº: 1
				Hoja nº: 2
Escala 1:5	U. Dim. mm 		Dirigido por: Diego Escriche Villarroya Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 06.06.2017 Fecha: 10.06.2017



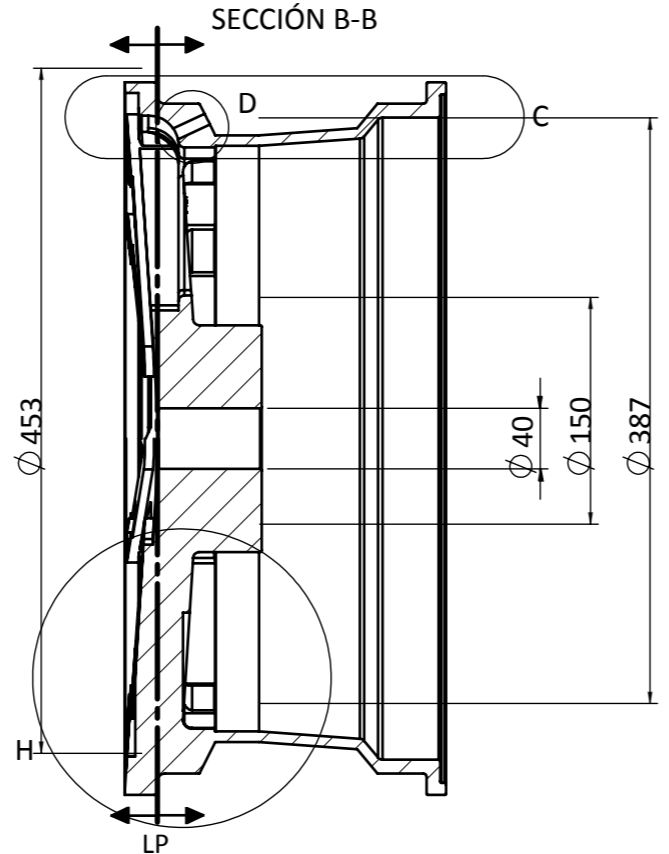
SECCIÓN B-B



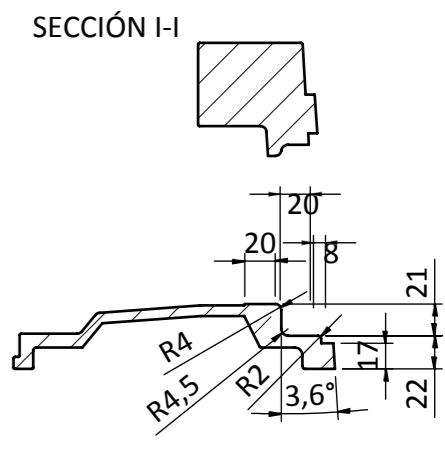
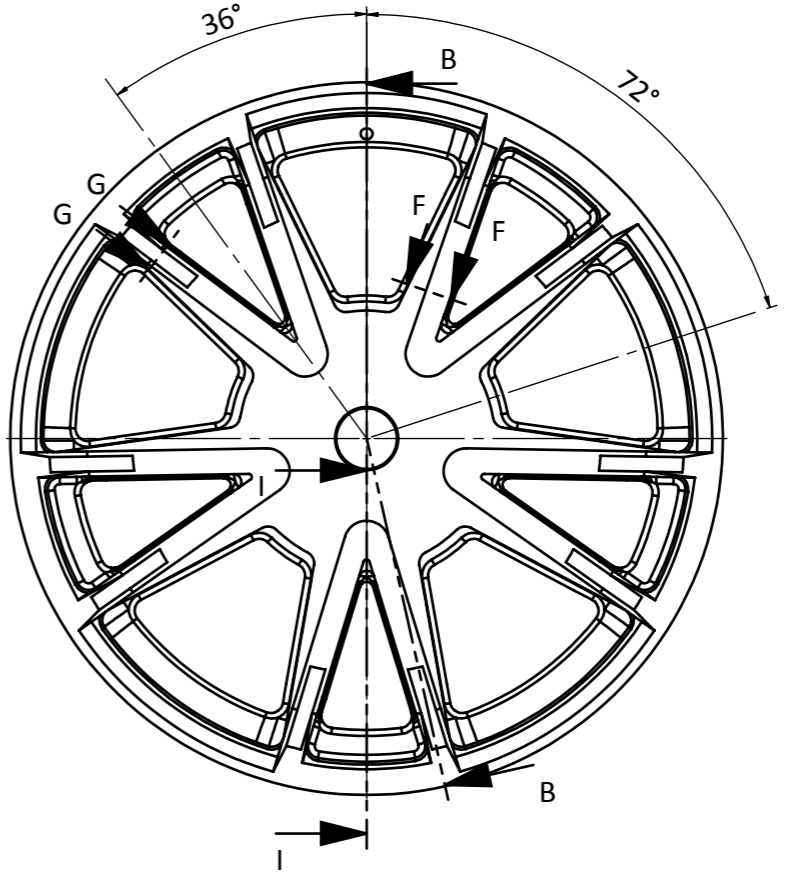
Tolerancias básicas para dimensiones no-críticas en moldeo a presión (mm)			
Desde	0	Tolerancia adicional por cada 25mm adicionales de longitud	Tolerancia adicional por cada 25mm adicionales de longitud
Hasta	25	Desde 25mm hasta 300mm	Más de 300mm
Afectada por L.P.	No	0,25	Dim ± (11x0,05) + nx0,025
	Sí	0,375	Dim ± (11x0,05) + (nx0,025) + 0,125
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Llanta Ibérica. Visión general del bruto.	
Escala		U. Dim. mm	Dirigido por: Diego Escriche Villarroya
1:5			Comprobado por: Julio Serrano Mira
			Fecha: 06.06.2017
			Fecha: 10.06.2017



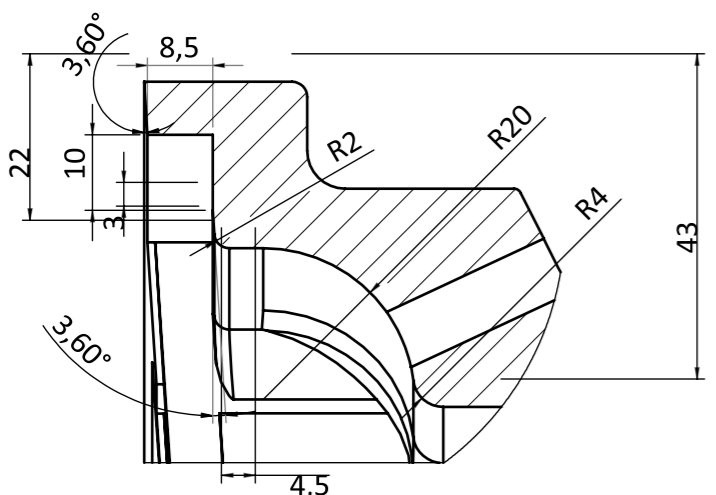
DETALLE D
ESCALA 1 : 1



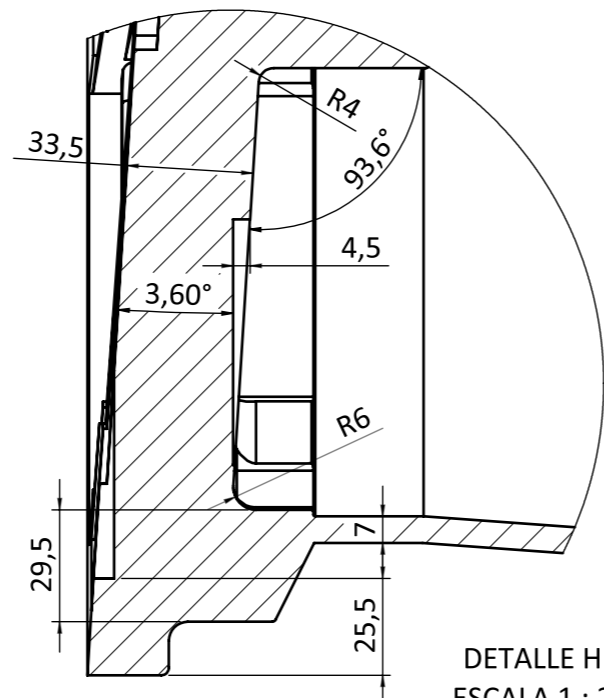
SECCIÓN B-B



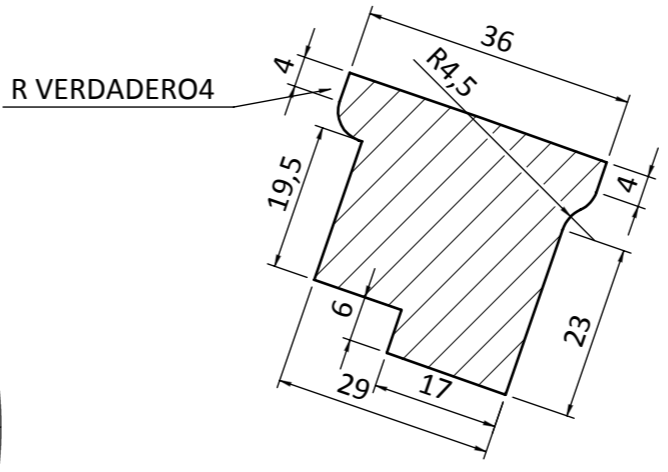
SECCIÓN I-I



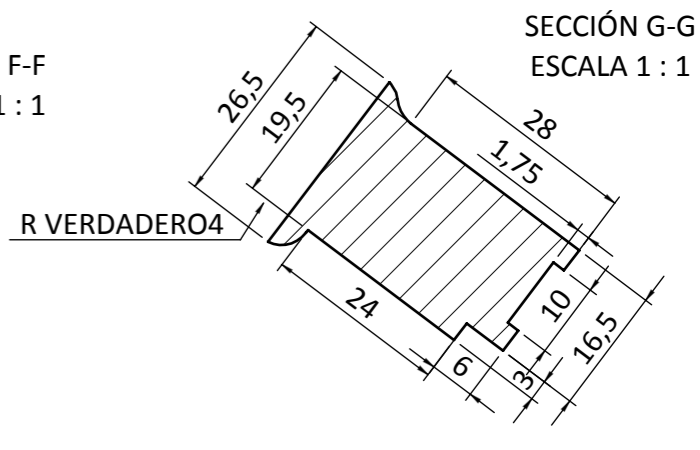
DETALLE E
ESCALA 1 : 1



DETALLE H
ESCALA 1 : 2

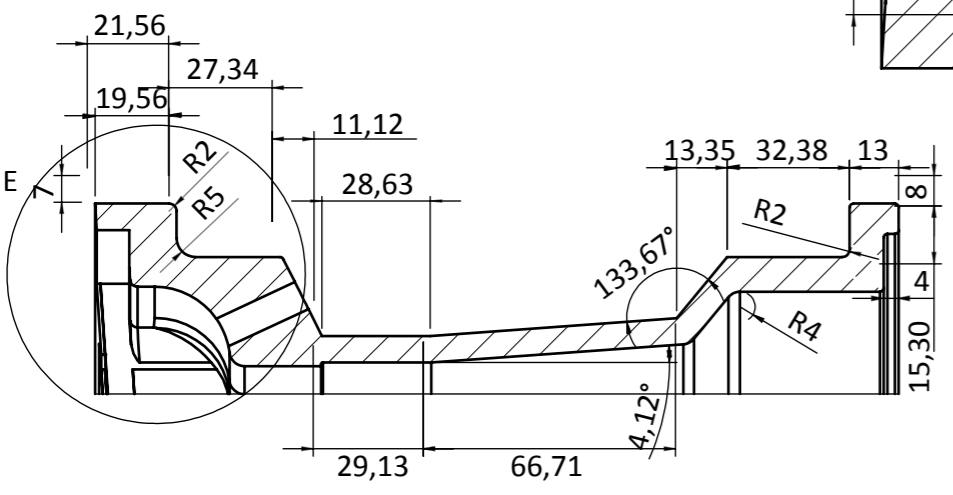


SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN G-G
ESCALA 1 : 1

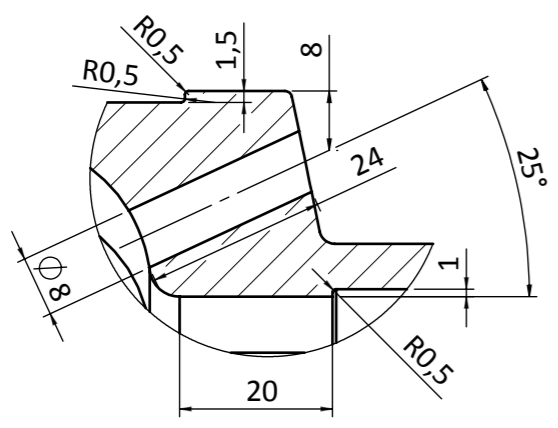
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



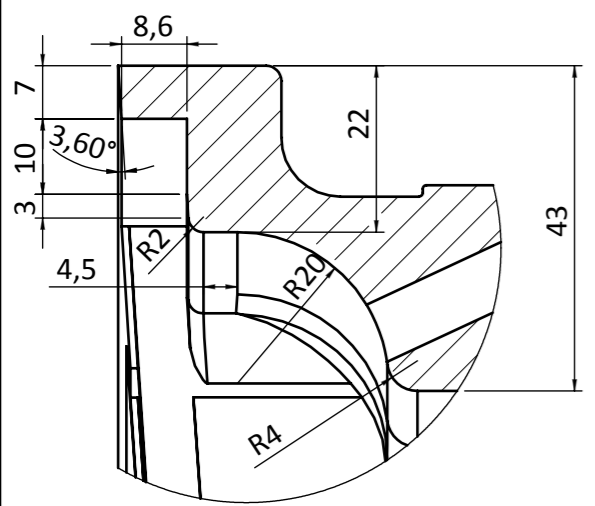
Nota: Los radios no especificados son radios de acuerdo r = 1mm

Tolerancias básicas para dimensiones no-críticas en moldeo a presión (mm)			
Desde	0	Tolerancia adicional por cada 25mm adicionales de longitud	Tolerancia adicional por cada 25mm adicionales de longitud
Hasta	25	Desde 25mm hasta 300mm	Más de 300mm
Afectada por L.P.	No	0,25	Dim ± nx0,05 <small>*Donde n es las veces que pasas de 25 en 25mm</small>
	Sí	0,375	Dim ± (11x0,05) + nx0,025
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Dimensiones generales del bruto.	
Escala 1:5		Dirigido por: Diego Escriche Villarroja	
U. Dim. mm 		Comprobado por: Julio Serrano Mira	
Escuela Superior de Tecnología		Plano nº: 3	
		Hoja nº: 4	
		Fecha: 06.06.2017	
		Fecha: 10.06.2017	

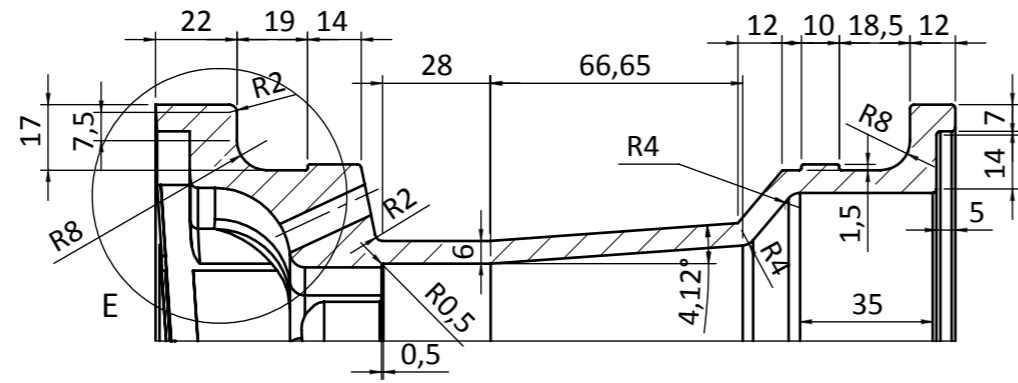
DETALLE D
ESCALA 1 : 1



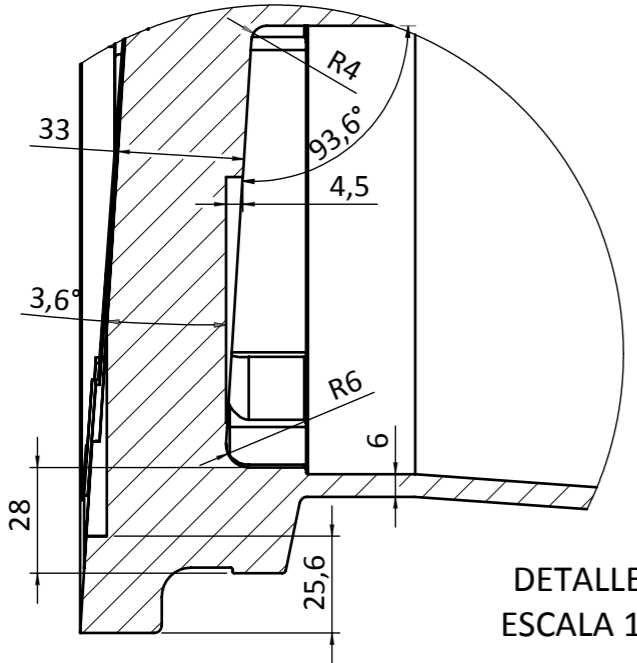
DETALLE E
ESCALA 1 : 1



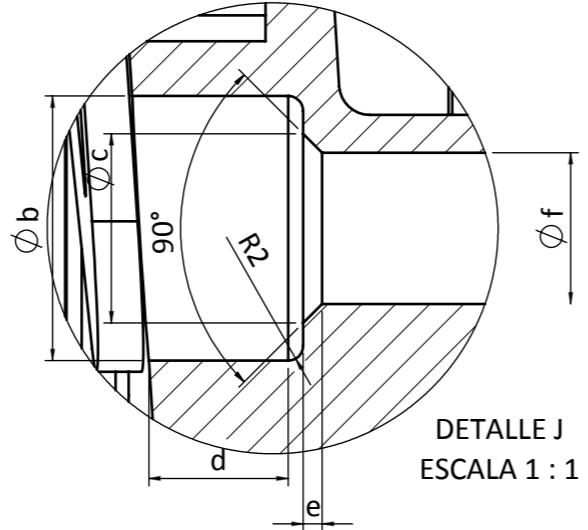
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



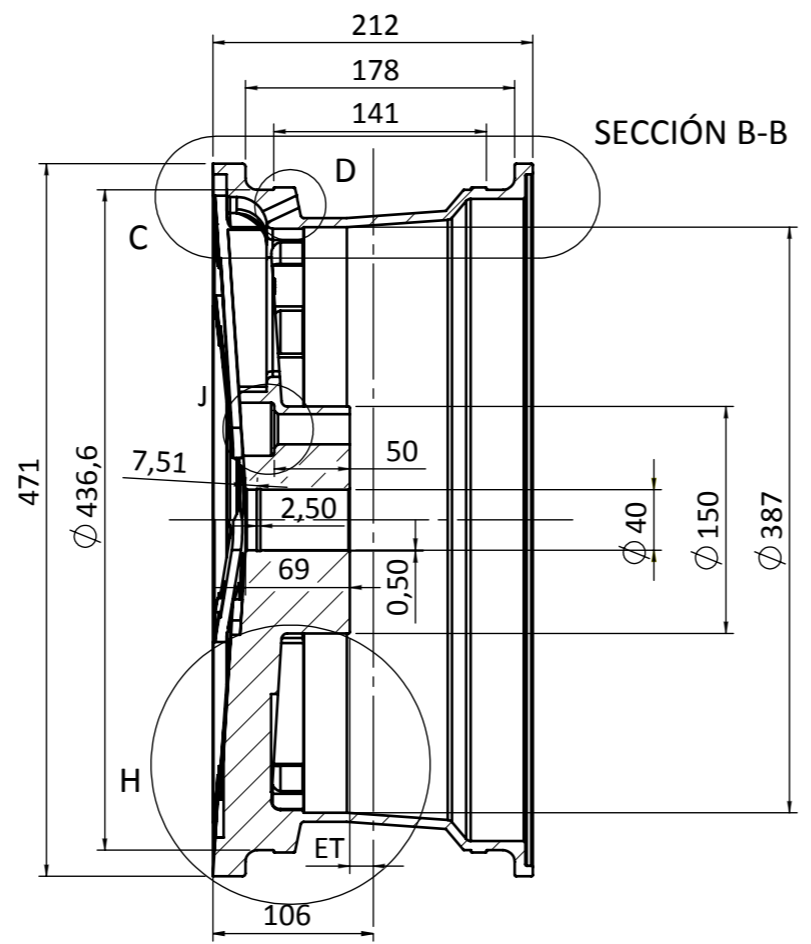
DETALLE H
ESCALA 1 : 2



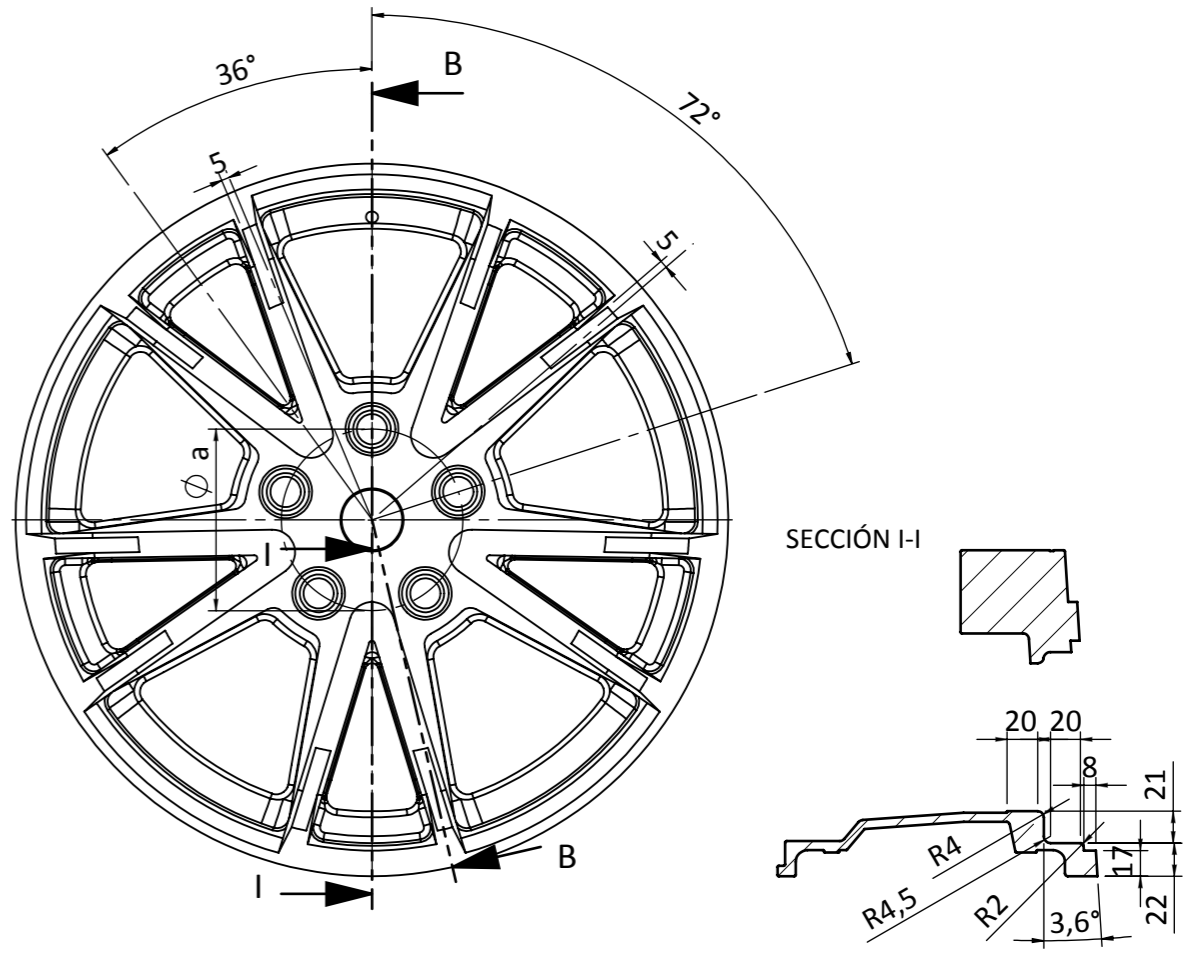
DETALLE J
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN B-B

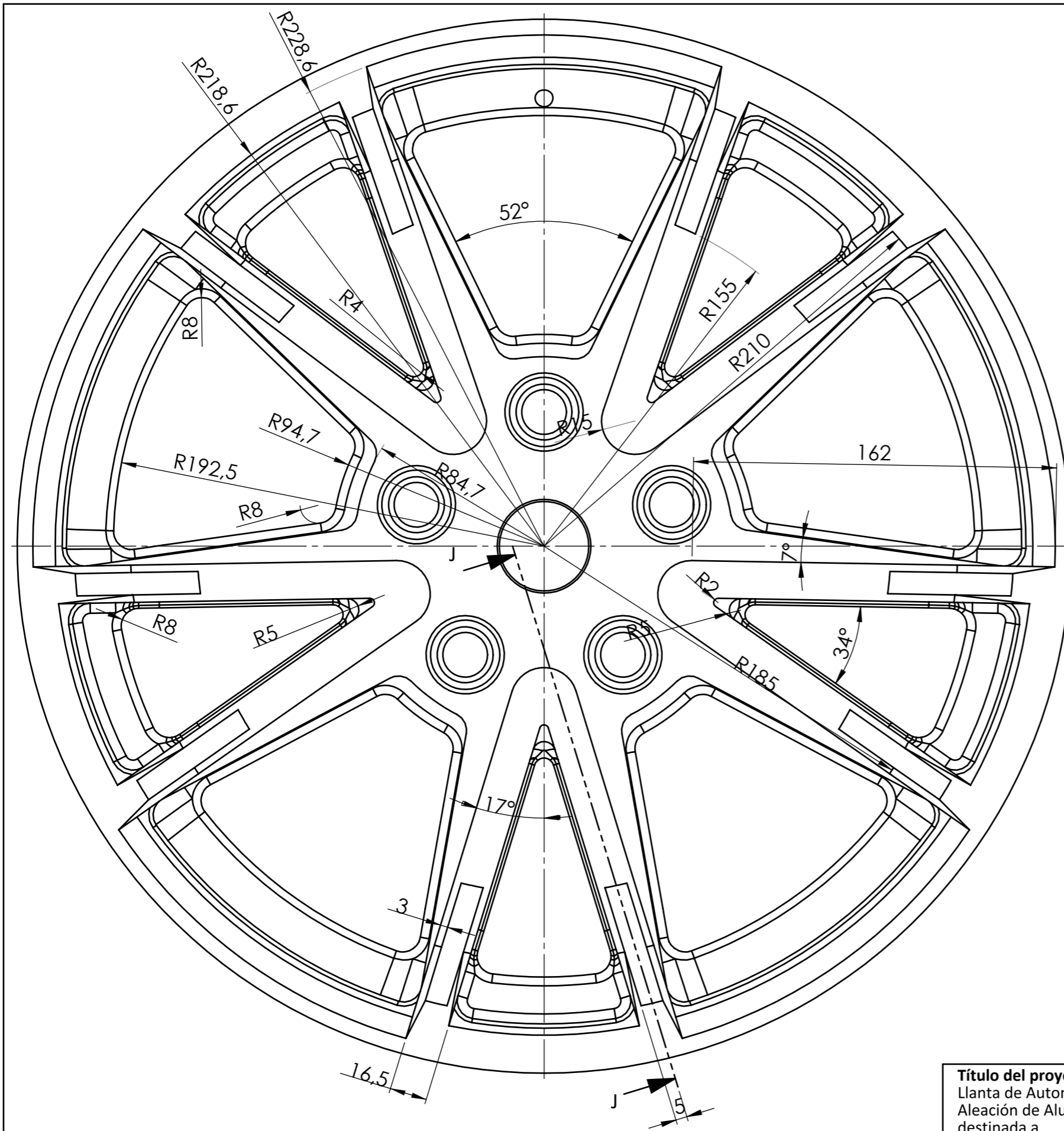


SECCIÓN I-I

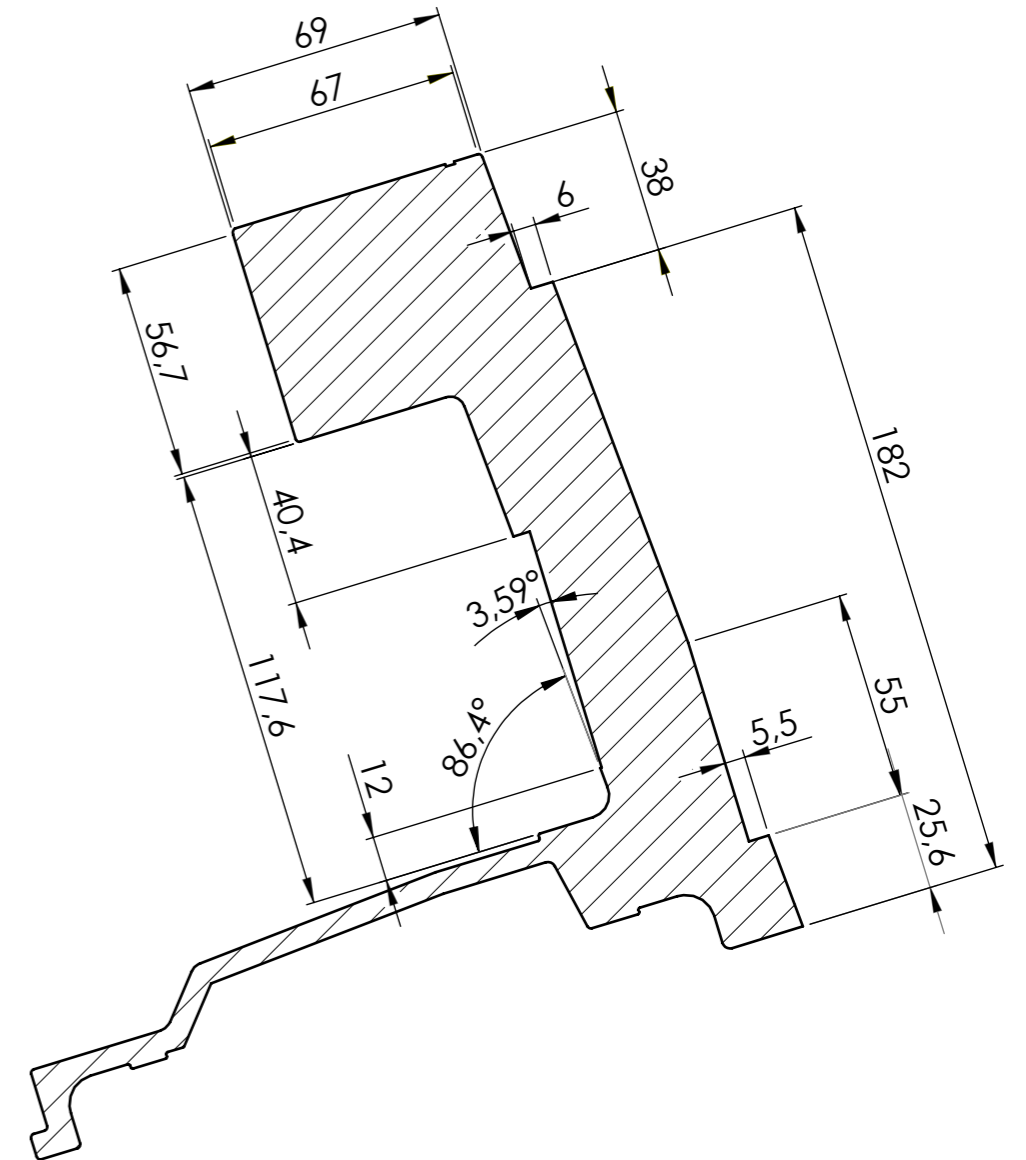


Nota: Los radios no especificados son radios de acuerdo r = 1mm

f	Diámetro del taladro pequeño del orificio	Dimensión especificada por cliente
d y e	Profundidad de lamado(d) y de avellanado (e)	Dimensión especificada por cliente
c	Diámetro mayor (sup.) del avellanado	Dimensión especificada por cliente
b	Diámetro del lamado del orificio para el perno	Dimensión especificada por cliente
a	Distancia a los orificios de los pernos de sujeción	Dimensión especificada por cliente
REFERENCIA	SIGNIFICADO	OBSERVACIONES
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Plano nº: 4
Título: Dimensiones generales de la llanta mecanizada.		Hoja nº: 5
Escala 1:5	U. Dim. mm	Dirigido por: Diego Escriche Villarroya
		Comprobado por: Julio Serrano Mira
Escuela Superior de Tecnología		Fecha: 06.06.2017
		Fecha: 10.06.2017

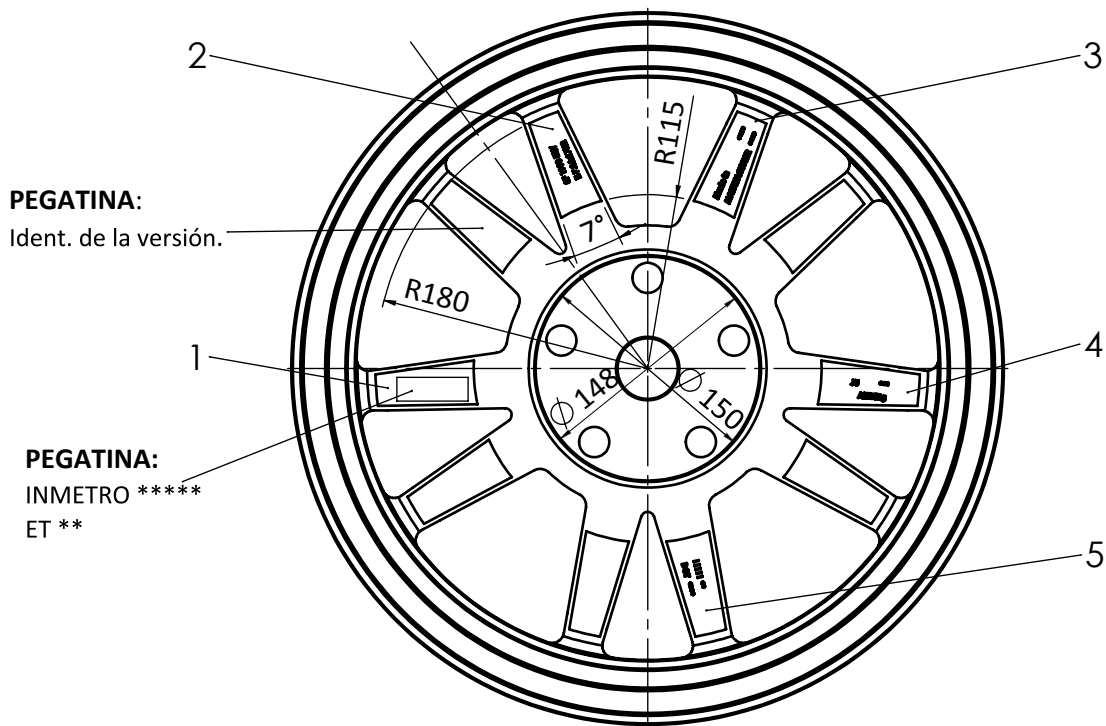


SECCIÓN J-J
ESCALA 1 : 2



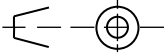
NOTA:
La versión QiQ será igual al bruto restádo el pequeño espesor de refrentado en la cara

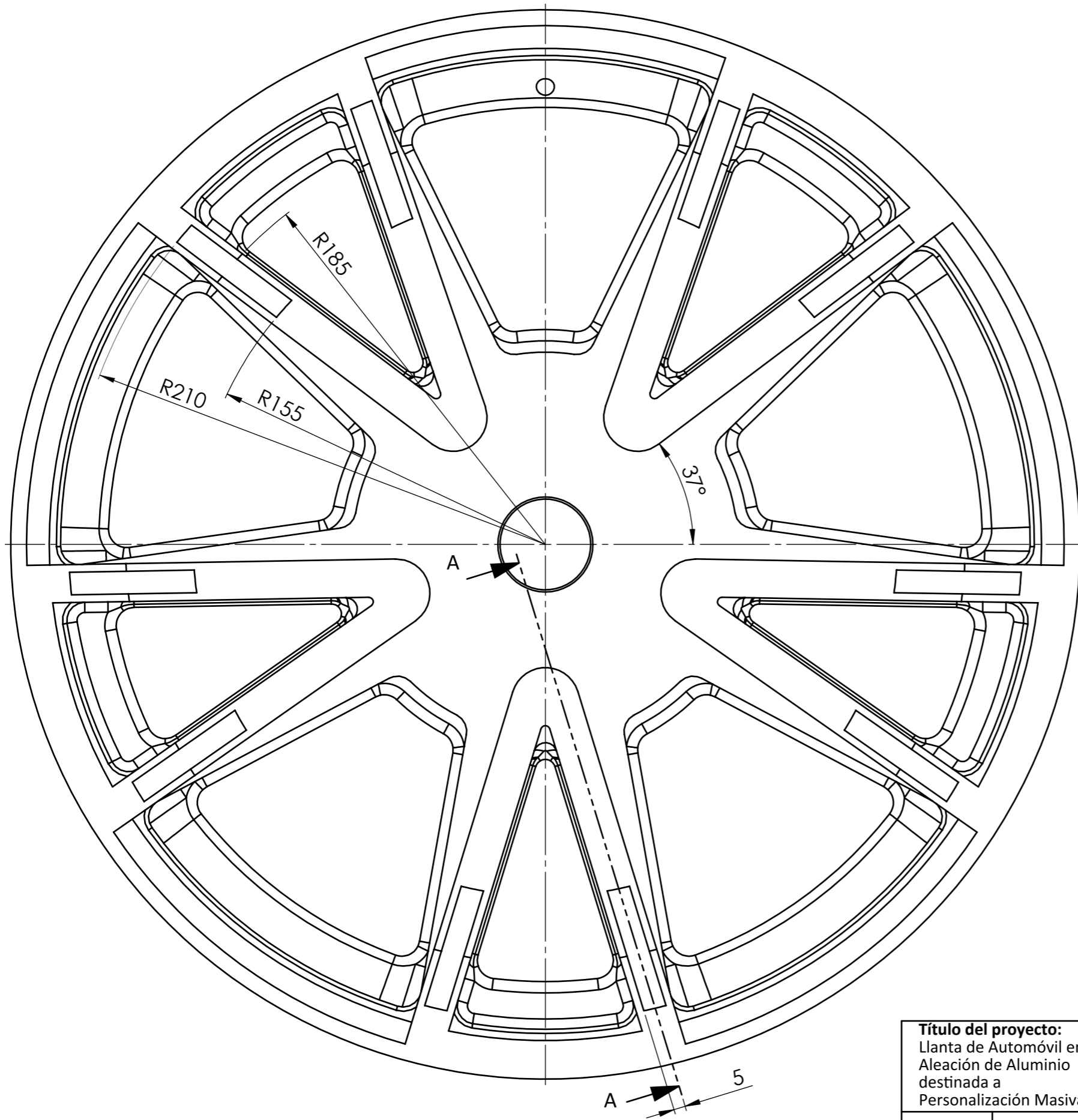
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Medidas frontales y de radio de llanta y de versión Ibérica QiQ.		Plano nº: 5
				Hoja nº: 6
Escala 1:2	U. Dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Diego Escriche Villarroya	Fecha: 06.06.2017
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 10.06.2017



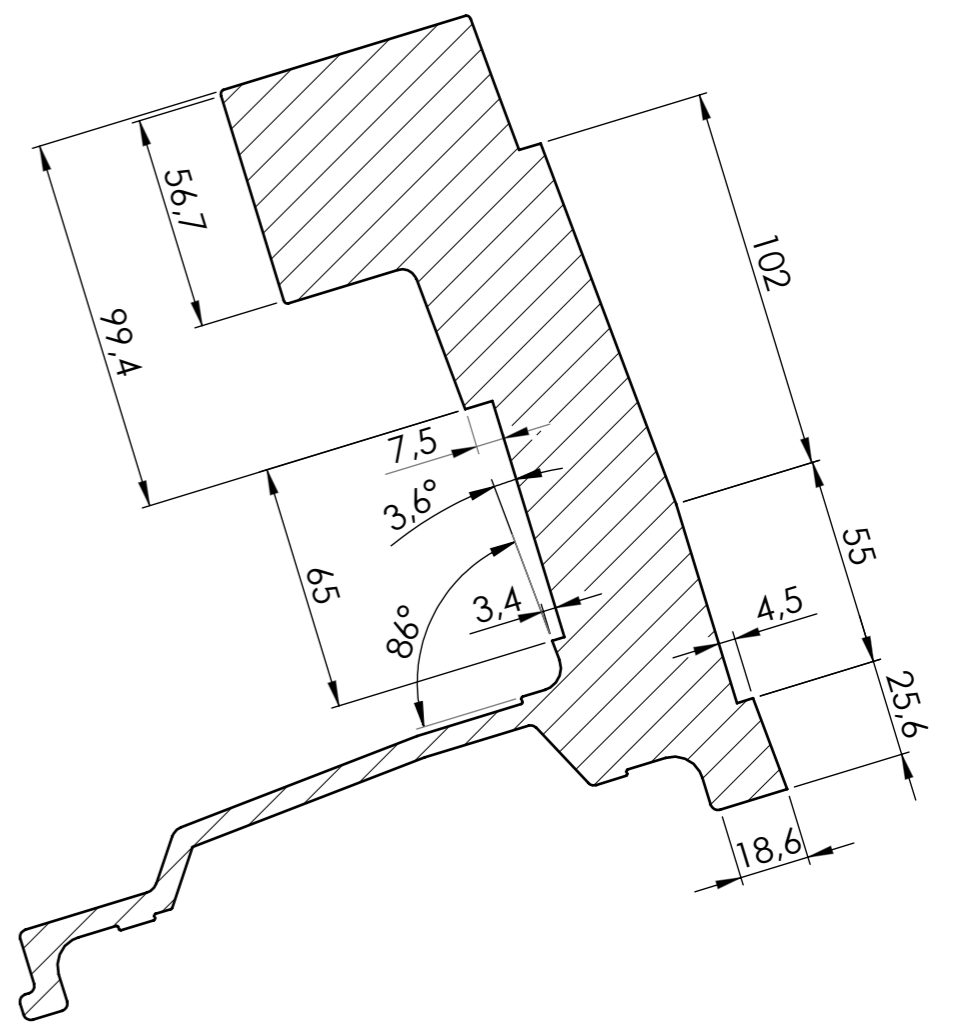
NOTA:

La cara trasera del producto siempre será igual para todas las versiones diseñadas. La única variación será en la pegatina identificativa de dicha versión.

5	Dimensión DOT y fecha de fabricación	DOT **** / I I I I I **	
4	Material y símbolo de homologación extranjera	JU *** / AlSi7Mg	
3	Lugar de fabricación y empresa fabricante	Made in **** / MANUFACTURER ****	
2	Grabación del código del proyecto y dimensiones	8F1993ERW / E-7.0J x 17H2	
1	Hueco para la pegatina	Homologación INMETRO ***** / ET **	
MARCA	DENOMINACIÓN	GRABADO	
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva	Título: Cara trasera de llanta. Definición de dimensiones y localización de los grabados.	Plano nº: 6	
		Hoja nº: 7	
Escala 1:5	U. Dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Diego Escriche Villarroya
			Comprobado por: Julio Serrano Mira
			Fecha: 06.06.2017
			Fecha: 10.06.2017

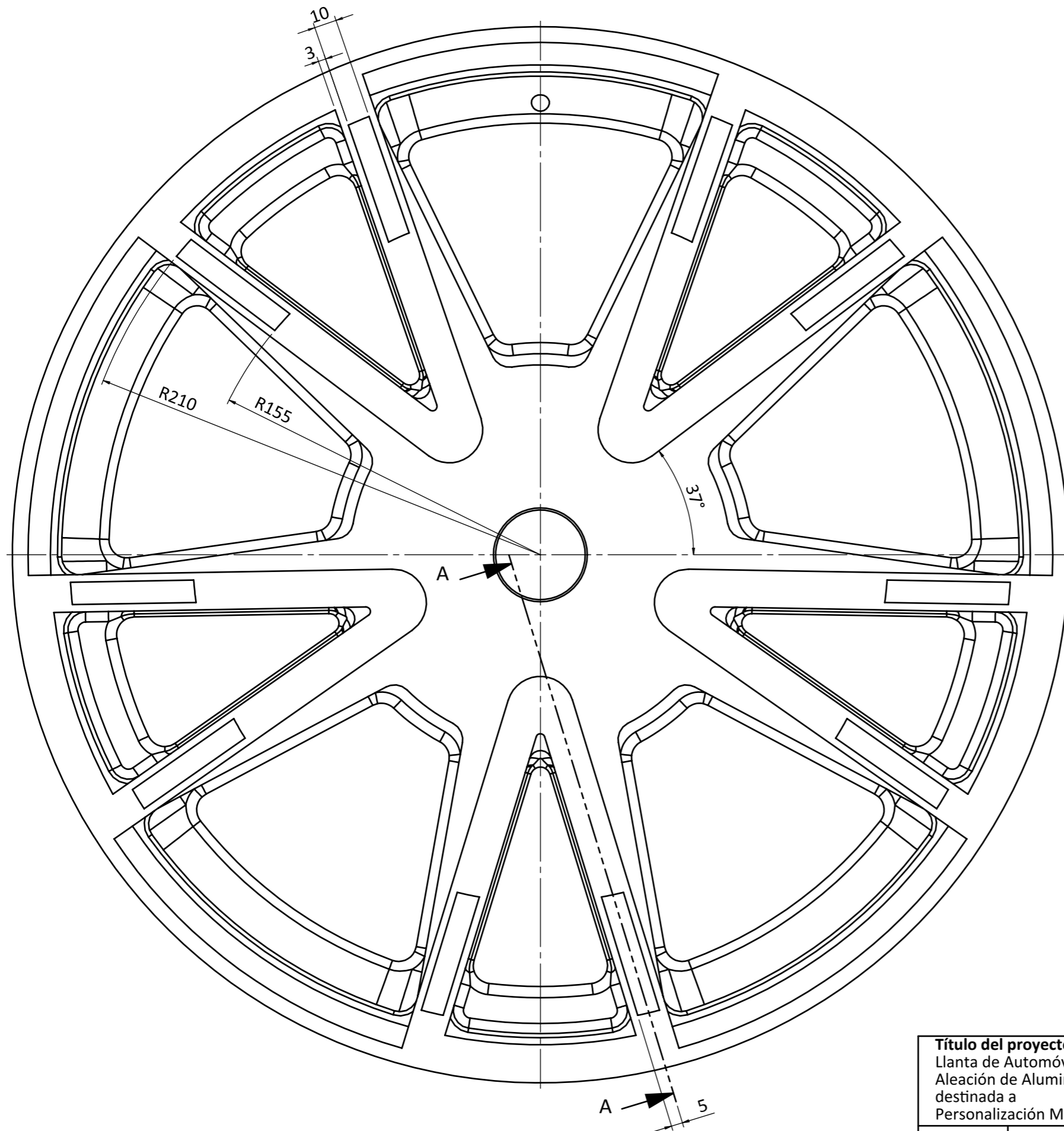


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

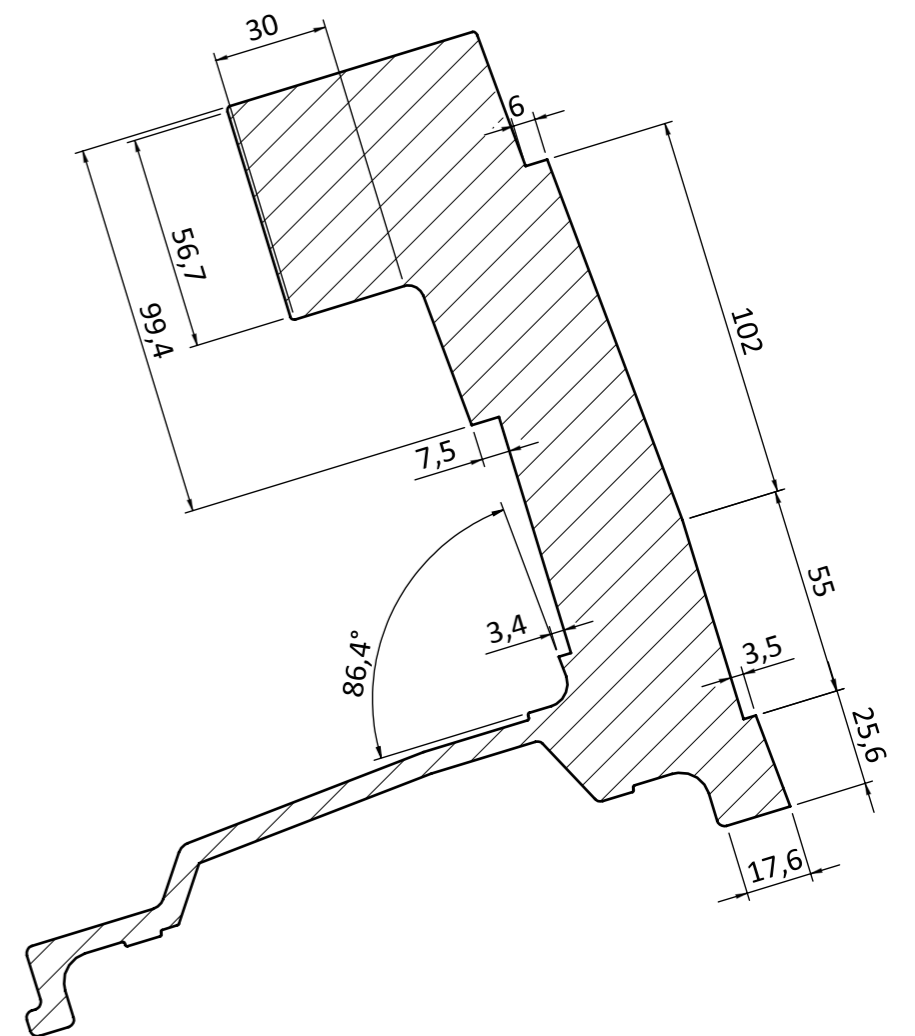


NOTA:
Sóamente se definen las cotas referentes a la versión. El resto ya vienen en los planos 2, 3, 4, y 5.

Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Dimensiones llanta Ibérica. Versión <i>FINNE</i> .		Plano nº: 7
Escala 1:2		U. Dim. mm		Hoja nº: 8
Escuela Superior de Tecnología UNIVERSITAT JAUME I		Dirigido por: Diego Escriche Villarroja		Fecha: 06.06.2017
Escuela Superior de Tecnología UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 10.06.2017

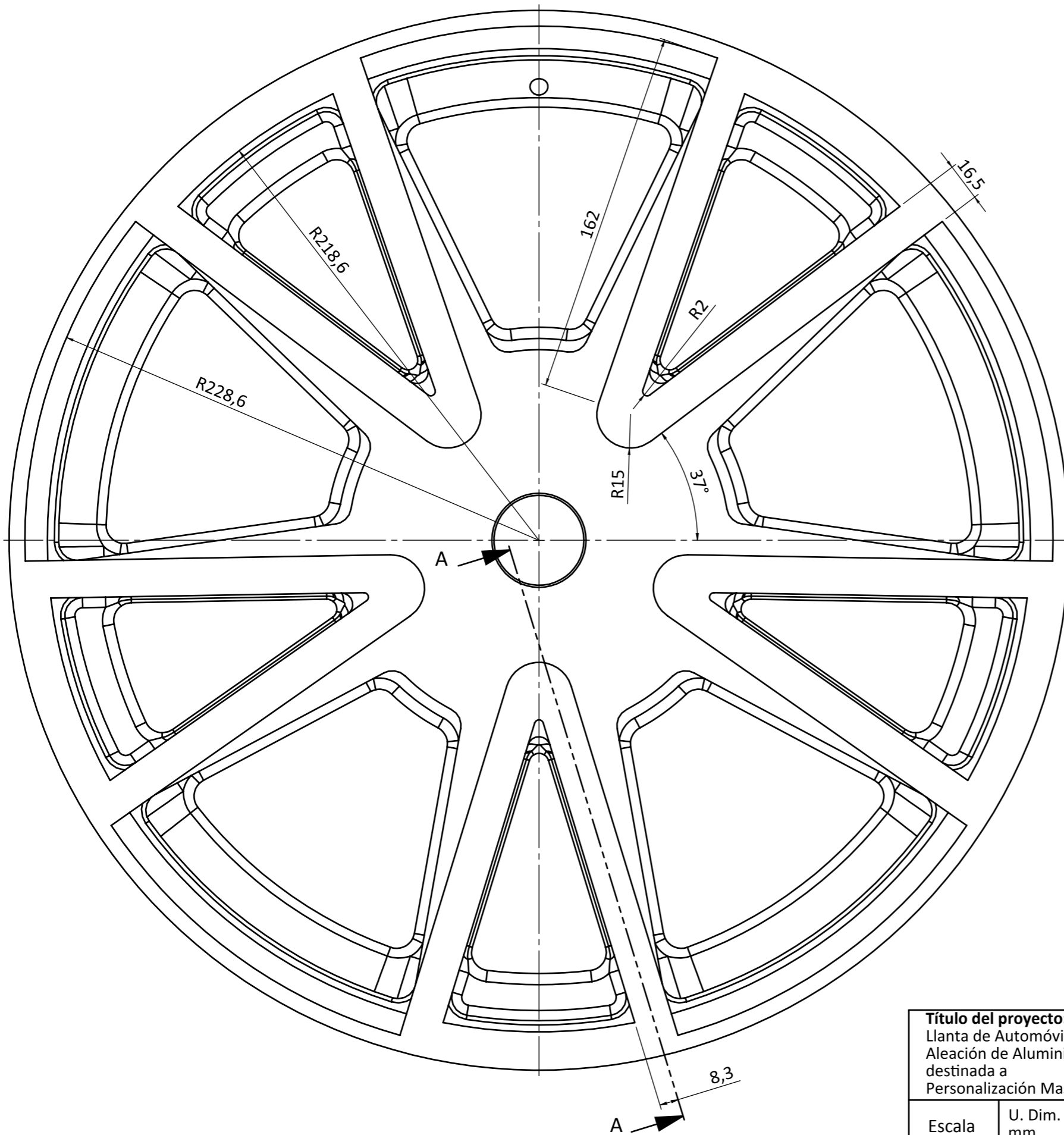


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

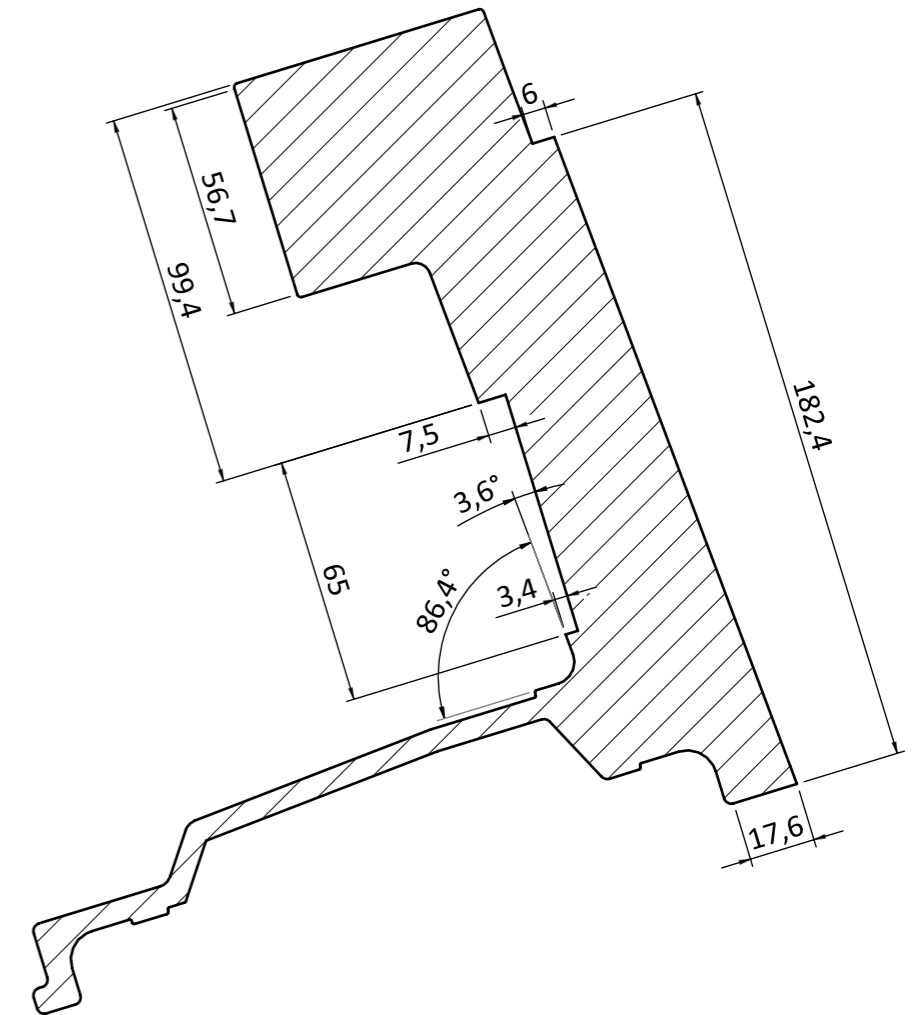


NOTA:
Sólamente se definen las cotas referentes a la versión. El resto ya vienen en los planos 2, 3, 4, y 5.

Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Dimensiones llanta Ibérica. Versión ALPHA		Plano nº: 8
Escala 1:2		U. Dim. mm		Hoja nº: 9
Escuela Superior de Tecnología UNIVERSITAT JAUME I		Dirigido por: Diego Escriche Villarroya		Fecha: 06.06.2017
Escuela Superior de Tecnología UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 10.06.2017

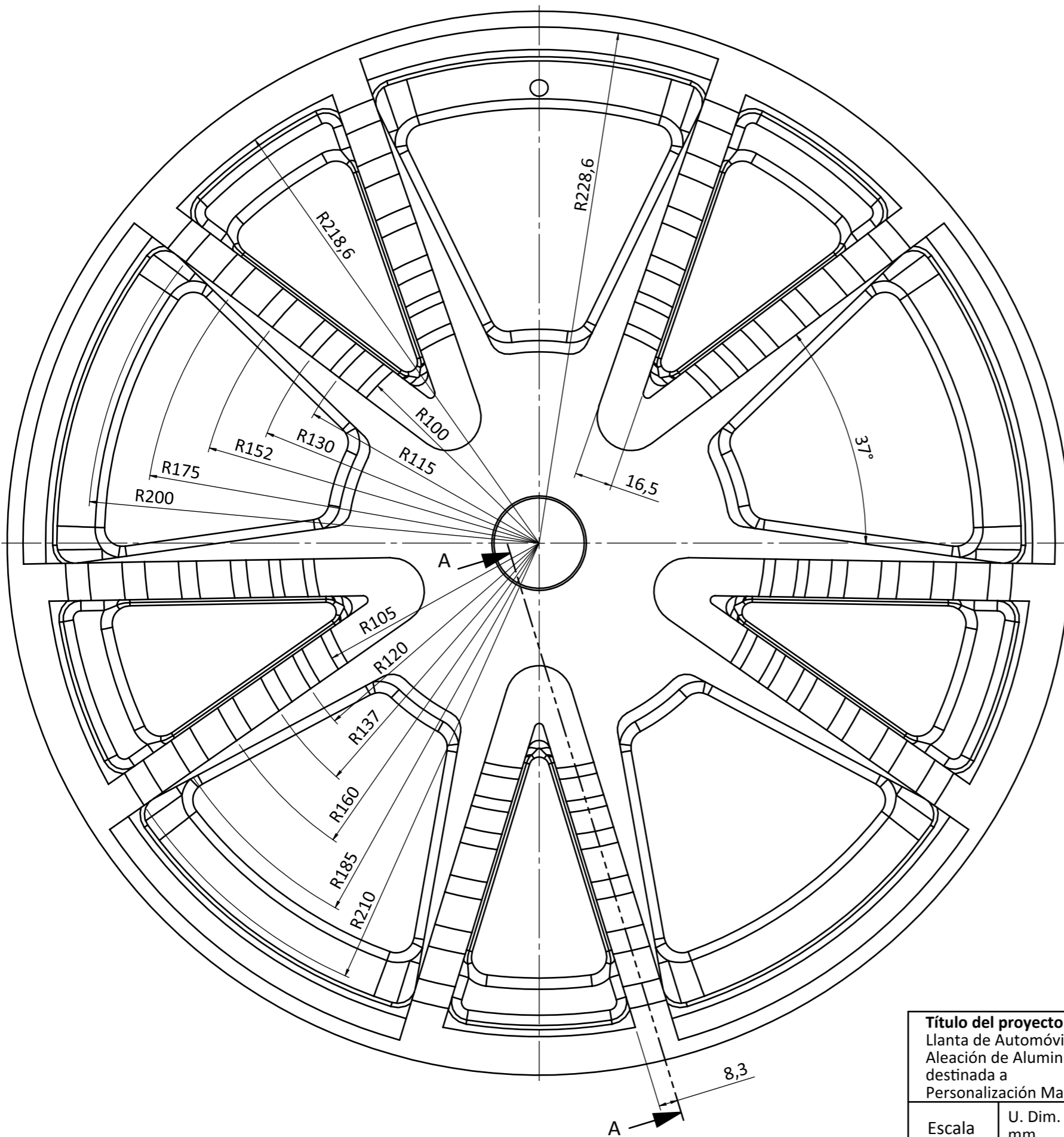


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

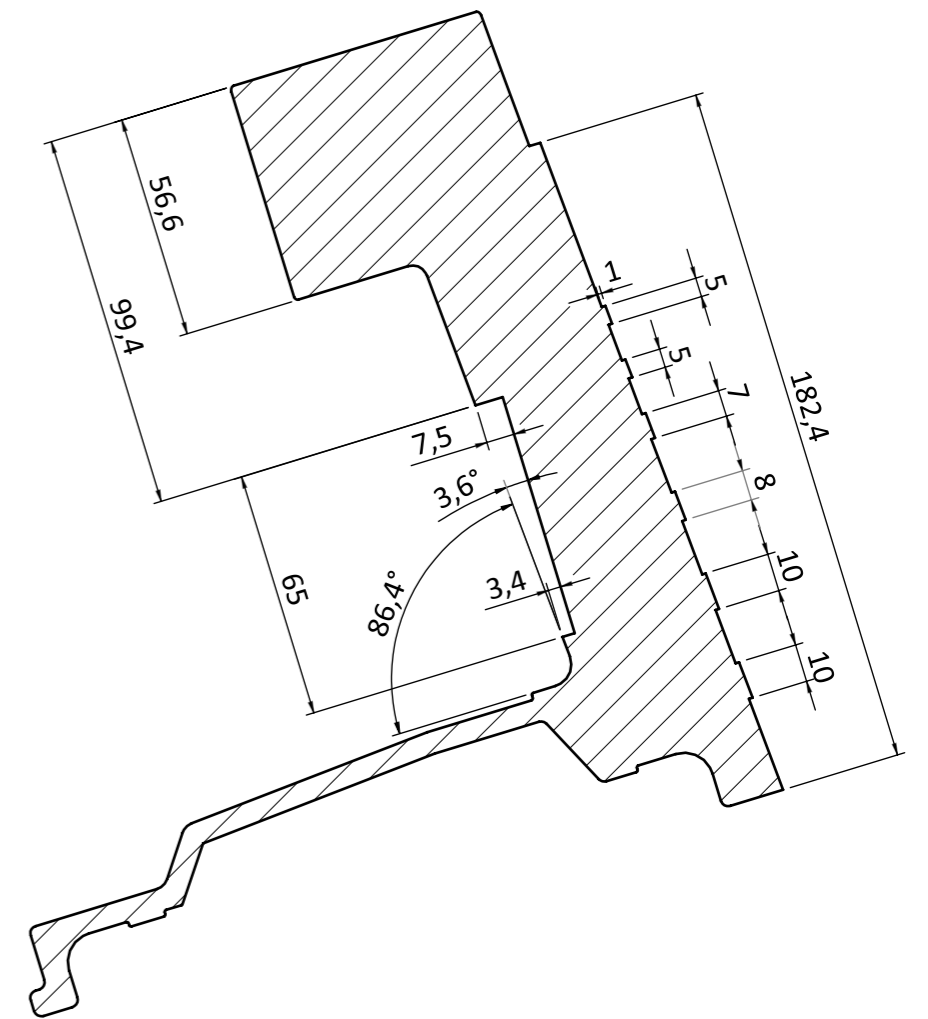


NOTA:
Sólamete se definen las cotas referentes a la versión. El resto ya vienen en los planos 2, 3, 4,y 5.

Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Dimensiones llanta Ibérica. Versión <i>FORTUN</i>		Plano nº: 9
Escala 1:2		U. Dim. mm 		Hoja nº: 10
		Escuela Superior de Tecnología		Dirigido por: Diego Escriche Villarroya
		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 06.06.2017
				Fecha: 10.06.2017

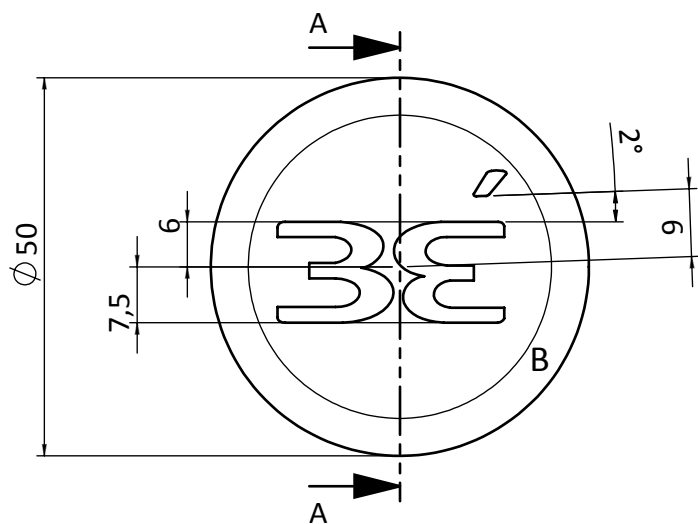


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

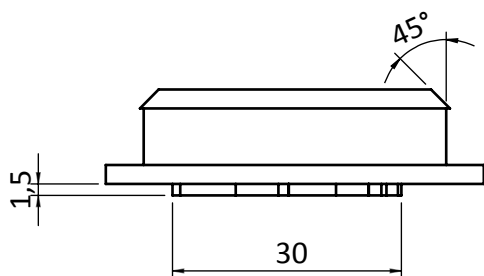
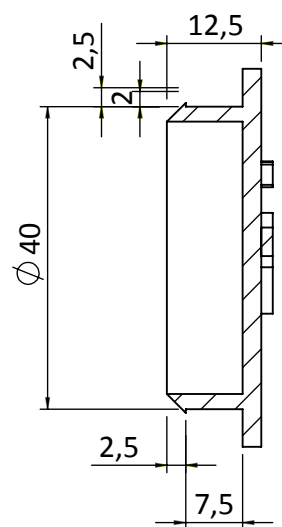


NOTA:
Sólamete se definen las cotas referentes a la versión. El resto ya vienen en los planos 2, 3, 4, y 5.

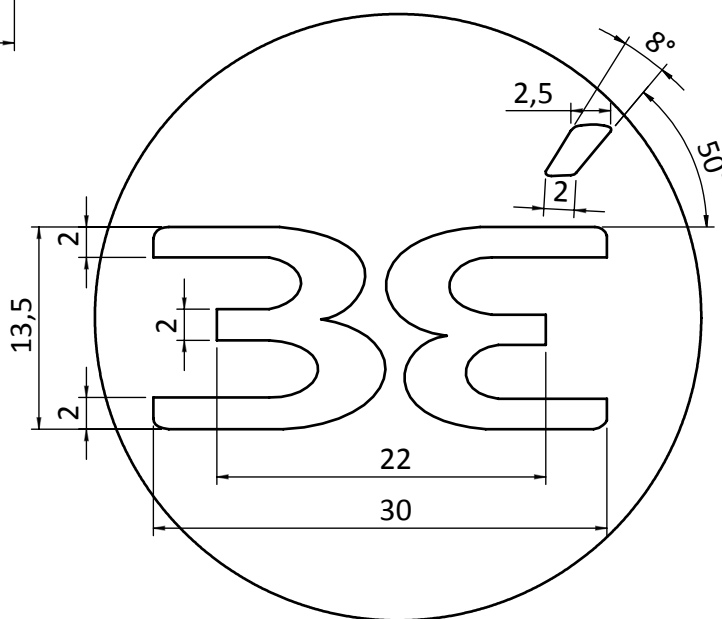
Título del proyecto: Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva		Título: Dimensiones llanta Ibérica. Versión <i>MUD</i> .		Plano nº: 10
Escala 1:2		U. Dim. mm		Hoja nº: 11
Escuela Superior de Tecnología		Dirigido por: Diego Escriche Villarroya		Fecha: 07.06.2017
UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 10.06.2016



SECCIÓN A-A



DETALLE B
ESCALA 2 : 1



Nota:

No se define la LP del producto ya que no se conoce el molde. Los valores de tolerancias dados son para facilitar el conocimiento de las dimensiones permitidas en caso de que se decida fabricar por proceso de inyección de plásticos.

Tolerancias básicas para dimensiones no críticas en inyección de plásticos (mm).

Desde	0	25	75	150	250	350	550	650	750	
Hasta	25	75	150	250	350	450	650	750	1100	
Afectada por la LP	Sí	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60	0,75	1,00	1,20	1,60
	No	0,35	0,40	0,50	0,60	0,80	0,95	1,25	1,40	1,80

Título del proyecto:
Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva

Título: Tapón central del buje. Dimensiones.

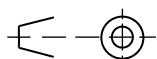
Plano nº: 11

Hoja nº: 12

Escala

1:1

U. Dim. mm



Escuela Superior de Tecnología

Dirigido por: Diego Escriche Villarroya

Comprobado por: Julio Serrano Mira

Fecha: 07.06.2017

Fecha: 10.06.2017

Pliego de condiciones

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Pliego de Condiciones

1. Objeto.....	159
2. Requisitos de materiales.....	159
3. Requisitos de fabricación.....	161
4. Requisitos de calidad.....	162
5. Ámbito de uso del producto.....	164
6. Manual de uso y mantenimiento.....	165
7. Imagen corporativa.....	167
7.1. Nombre y logotipo.....	167
8. Clausulas contractuales.....	169

1. Objeto.

En esta parte del proyecto se pasa a definir todos los términos o condiciones que el autor considera esenciales para con el producto.

De este modo, siempre que se cumplan o se sigan dichas condiciones, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de la llanta, mientras que si se decide actuar fuera de las pautas establecidas el autor pierde directamente la responsabilidad con las consecuencias.

A continuación se establecerán una serie de requisitos en diferentes segmentos del proyecto.

2. Requisitos de materiales.

Se establece que el material en el que se va a realizar el producto, en su completa morfología es una aleación de aluminio. Concretamente, se elige una de las pertenecientes al grupo de aleaciones para la fundición de aluminio-silicio. Estas se utilizan cuando se requiere alta moldeabilidad y buena resistencia a la corrosión. Concretamente se ha elegido una aleación de aluminio-silicio normalizada como:

- Según ASM y ASTM (USA): *A356.0*.
- Según norma ISO (Europa): *AlSi7Mg*.

La composición de la aleación puede verse modificada en cuanto a los pequeños porcentajes de los aleantes menos participantes, incluso estos pueden eliminarse, o insertarse otros. Dependerá de las propiedades buscadas dentro de la misma aleación.

ISO AlSi7Mg					
COMPONENTES	Al	Si	Mg	Ti	Sr
PORCENTAJE	93.15-92 %	6.5-7.5 %	0.25-0.32 %	0.08-0.15 %	0.02-0.03 %

Tabla 2.1: Composición de la aleación ISO AlSi7Mg.

- El silicio (Si) aporta fluidez en la aleación. Propiedad que beneficia en el proceso de moldeo.
- El magnesio (Mg) se añade para proporcionar una mayor resistencia gracias a la precipitación de una de sus fases. Además, hace a la aleación térmicamente tratable.
- Se pueden añadir a la aleación en pequeños porcentajes elementos como el titanio (Ti) y el estroncio (Sr) que aumentan las propiedades de resistencia del material.

Toda aleación normalizada viene con la información necesaria de para que uso o proceso es más apta y qué tratamiento, posterior a la fabricación, es el más adecuado para lograr las propiedades deseadas.

A continuación se definen ciertas propiedades del material. Se estima que siempre que la aleación de aluminio-silicio posea unas propiedades y valores de composición similares a los mostrados en la tabla* el material debería de cumplir los requerimientos normativos y funcionales.

PROPIEDAD	Valor mínimo	Valor máximo
Elongación	2%	9%
Fallo por fatiga	60 MPa	90 MPa
Resistencia a la tracción	230 MPa	250 Mpa
Límite elástico	190 MPa	200 MPa
Módulo de Young	72000 MPa	73000 MPa
Temperatura de fusión	620°C	
Temperatura de transición a semisólido	560°C	

Tabla 2.2: Propiedades mecánicas y térmicas de la aleación.

Estas propiedades mecánicas, son generales, ya que algunos de estos valores sufren variaciones dependiendo de la cantidad de material y la morfología que este adopta. De modo que se aconseja utilizarlos sólo como información adicional para conocimiento de las propiedades del material y no del un producto fabricado con este.

A estas propiedades y a más información se puede acceder desde múltiples opciones de búsqueda, ya que está normalizada y por tanto registrada.

3. Requisitos de fabricación.

Para la correcta fabricación del producto se deben de tener en cuenta una serie de requisitos que se definen tanto en este apartado del pliego de condiciones como los que vienen estipulados en la planimetría del proyecto.

La llanta desarrollada se ha diseñado con conocimiento de los diferentes procesos que se pueden utilizar para su obtención, y se han tenido en cuenta, por tanto, para que sea lo más fácil de producir.

Finalmente se ha elegido la inyección por baja presión por motivos de productividad en el proceso y calidades de producto. De modo que, en su morfología, se han tenido en cuenta ciertos aspectos de diseño para la fabricación.

Si el producto se fabrica por inyección por baja presión se debe tener en cuenta:

- El molde debe dar a un producto que contenga las dimensiones definidas en la planimetría del proyecto.
- El molde debe permitir el correcto desmoldeo de la pieza sin dar lugar a problemas que generen deformaciones en el producto. De este modo, en el diseño del molde se deberán tener en cuenta, como se han tenido en el producto, los ángulos de desmoldeo.
- Debe asegurarse el correcto llenado del molde, para asegurar que la pieza aparece sin defectos internos como bolsas de aire, rechupes o poros.
- La solidificación de la rueda debe ser lo más gradual y fluida posible, determinándose que el enfriamiento más óptimo comenzará al final de la garganta e irá avanzando en dirección a la cara hasta que acabe en el centro.
- Se aconseja, en caso de fabricación por conformado, la utilización de un molde con capacidad de división o separación de sus componentes, de este modo, en caso de desgaste o defectuosidad se podrá cambiar solamente el componente o componentes problemáticos.
- El material usado, en estado fundido, debe ser lo más puro posible, es decir, se debe tratar de conservar lo mejor posible los porcentajes de composición y además se debe evitar a toda costa la aparición de óxidos.
- La aleación elegida para la fabricación del producto debe ser tratada, posteriormente al proceso de producción, mediante el proceso especificado por la norma de esta, para asegurar las propiedades deseadas.
- Una vez obtenido el bruto este debe de poseer ciertos valores o propiedades dentro de un rango admisible especificado en los requisitos de calidad. Para lograr estos, se permiten procesos posteriores a la fabricación como por ejemplo, tratamientos térmicos.
- Los procesos de acabado (especificados en la memoria), se realizarán bajo pedido o en caso de gran demanda con una pequeña anticipación conforme a las versiones más demandadas.
- Todos los procesos de acabado de la rueda, como mecanizado, pintura o refrentado deberán de someterse a un control de calidad normalizado.

4. Requisitos de calidad.

La calidad es un factor de gran importancia en productos de este ámbito y sector, de modo que las restricciones impuestas están en todas sus áreas de producción.

Gran parte de estos requisitos de calidad vienen determinados en diferentes normas que expresan los niveles de tolerancias admitidos en las distintas partes y fases de la llanta.

Estas normas son generales o de ámbito confidencial, ya que cada cliente o fabricante exige diferentes características en el producto en consecuencia de lo que ellos consideran más eficiente para el correcto funcionamiento del producto. Es difícil obtener toda la información necesaria para la completa definición de la llanta. La mayoría de los fabricantes sí que tienen acceso a estas normativas, por el contrario, un diseñador externo encuentra más inconvenientes. De modo que atenderemos a aquellas normativas generales que se deben cumplir en toda llanta y que vienen especificadas por la UNE (definidas en el apartado 4 de la memoria).

A continuación se definirán aquellas normas y procedimientos a los que se ha tenido acceso y que ayudarán a asegurar la calidad del producto, atendiendo a los requisitos establecidos por la normativa *UNE-EN 26255* y por el cliente

- Siempre que los porcentajes de composición del baño de material, es decir, en estado fundido, sean similares a los definidos y se eviten los óxidos, la calidad del material se entenderá como aceptable.
- Para asegurar que la pieza, ya fundida, no posee defectos internos como rechupes, bolsas de aire o una elevada porosidad se aconseja utilizar maquinaria de Rayos X para la detección de estos.
- Deberán realizarse ensayos de material:
 - Se realizará un ensayo químico de composición del material.
 - Un ensayo de las propiedades mecánicas (tracción y compresión) del material.
 - Un ensayo metalográfico para verificar la micro y macro estructura.
 - Un ensayo de la dureza del material.
- Una vez el conjunto de piezas fundidas y mecanizadas deberán someterse a ciertos ensayos dimensionales. En estos se comprobarán diferentes propiedades, como:
 - Comprobación y verificación de los diferentes espesores en la llanta.
 - Comprobación de la calidad superficial de la cara de la llanta, que entre dentro de las tolerancias de rugosidad superficial.
 - Comprobación del correcto mecanizado del producto, incluyendo los diferentes taladrados que se le hayan efectuado.
 - Comprobación de que se han eliminado todas las rebabas que el mecanizado haya podido generar.
 - Comprobación de que todas las medidas entran dentro del rango establecido.
 - Comprobación de paralelismo.
 - Comprobación de equilibraje.
 - Ensayo de posicionamientos.
- Se deben realizar una serie de ensayos a las ruedas fabricadas, para asegurar su futuro funcionamiento bajo la acción para la que estén determinadas.
 - Ensayo a impacto. Se someterá la llanta a una simulación de impacto en sus zonas más críticas para asegurar que esta solamente sufre una deformación

que entra dentro de las tolerancias que estipula la norma elegida por el cliente.

- Ensayo de fatiga. Se someterá a la llanta a una simulación de trabajo, es decir, se simulará su rodamiento bajo una carga que irá fluctuando en sus valores para comprobar si las máximas tensiones internas aparecen en las zonas definidas y que estas no son críticas.
- Se deberán de realizar ensayos de superficie. Estos se llevarán a cabo en el producto ya finalizado, es decir, una vez haya pasado por todos los procesos que den lugar a la llanta final:
 - Ensayos de adherencia de la pintura.
 - Ensayos de resistencia frente a la corrosión.
 - Ensayos de resistencia frente a la humedad.
 - Ensayos de resistencia al ataque de productos químicos.
 - Ensayo frente al impacto de partículas de material o granalla.
- El lote de llantas habrá pasado el control de calidad si los valores o resultados obtenidos tras todos estos métodos son aptos.
- Una vez fabricadas y aceptadas por la normativa de calidad, el lote se empaquetará y embalará para poder ser transportado al cliente.

5. Ámbito de uso del producto.

En este apartado pasamos a definir el rango de uso permitido al diseño desarrollado, es decir, hasta donde llegan los límites de la llanta en cuanto a su uso.

El producto desarrollado se trata de una llanta de 17" (432mm) de diámetro y 7" (178mm) de ancho de garganta, fabricada en aleación de aluminio para la fundición AlSi7Mg.

Con estas características estructurales, se debe tener en cuenta que no está diseñada para adaptarse a todos los vehículos del mercado. Tolerará a vehículos que en primer lugar puedan albergar un rin de estas dimensiones y que en segundo, no sobrepase un peso (incluidas cargas adicionales) de unos 3000 Kg.

Se ha diseñado, concretamente, para destinarse a un vehículo tipo. El automóvil tipo hatchback se trata de un diseño de vehículo de índole normalmente urbana, aunque pueden verse modelos que permiten una conducción eficiente frente a medias-largas travesías. Y de ahí que se le haya dado al producto un diámetro de 17".

Por tanto, se tolerarán modelos de vehículo que comprendan:

Características	Rango de valores
Peso	Hasta 3000 Kg
Dimensiones de rueda aceptadas	7Jx17H2
ET	Entre 20 y 55 mm
Carga máxima a una rueda	800 Kg
Velocidad máxima	230 - 250 Km/h

Tabla 5.1: Características del vehículo tipo.

La llanta tolerará un rango de temperaturas normalizado, es decir, las propiedades del metal no disminuirán mucho ni a altas ni a bajas temperaturas, siempre dentro de lo usual.

Rango de Tª aceptado	Desde los -25°C a los 100°C
----------------------	-----------------------------

El diseño permite poder ajustarse tanto a ejes de vehículos con 4 sujeciones como con 5. Esto se debe a que el mecanizado de estos orificios de ajuste en la llanta se realiza posterior a encargo, conociendo ya, a qué vehículo van a ir destinadas.

Al ser un producto destinado, en su mayoría, a automóviles de índole urbana, están dimensionados de forma que puedan aguantar cualquier imprevisto o accidente de carácter leve sea por ejemplo, un golpe a un elemento urbano como un bordillo.

6. Manual de uso y mantenimiento.

En cuanto al manual de uso del producto, se aconseja:

- La llanta debe colocarse en vehículos que, en su manual, indique la aceptación de productos con las características estructurales del propiamente desarrollado.
- Para el montaje o ajuste del neumático en el producto será indispensable precisar del material o maquinaria adecuado.
- Para el montaje óptimo del producto en el automóvil se precisará:
 - De las instalaciones adecuadas, con un elevador del vehículo para el ajuste de la llanta con el neumático.
 - En caso de no disponer de las instalaciones adecuadas, se deberá usar un gato o elevador manual del automóvil.
 - Será esencial la comprobación del estado de los neumáticos, así como de su presión y su llenado.
- El proceso de montaje se dividirá en:
 - Elevación del automóvil.
 - Centrado de la llanta con el buje del eje y con los pernos de sujeción.
 - Apriete de los pernos mediante una pistola neumática o una llave manual.
 - Comprobación de que el montaje y ajuste es correcto y no hay movimiento en la rueda.
 - Bajado del automóvil y comprobación de que la altura de este es correcta. También se considera conveniente comprobar que la rueda no toca con la carcasa del automóvil.
 - Apretar los tornillos una vez bajado el automóvil para cerciorar su correcto apriete.
 - Colocación, en caso de que disponga, de los tapones de protección de los pernos.

En lo que respecta al mantenimiento del producto:

- El producto está diseñado para aguantar condiciones muy desfavorables, ya que se trata de un componente de gran importancia para el funcionamiento del automóvil.
- El correcto mantenimiento pasa por el cuidado del vehículo y sus componentes.
- Se aconseja no forzar con elevada frecuencia al producto a trabajar a muy elevadas velocidades lineales durante mucho tiempo.
- Se aconseja no forzar al producto a grandes fuerzas cíclicas que pueden dar lugar a deformaciones por los momentos que se generan. Un ejemplo será realizar giros bruscos con el vehículo a grandes velocidades y en muchas ocasiones.
- Se aconseja prevenir el impacto del vehículo frente a elementos externos que puedan deformarlo.

- Se aconseja la revisión frecuente de la llanta para poder identificar pequeñas deformaciones que no ocasionen problemas pero que puedan degenerar gravemente.
- Para un buen mantenimiento del producto se aconseja la revisión frecuente del estado del neumático, ya que este repercute directamente en la llanta y en las condiciones de conducción.
- Se aconseja el correcto y frecuente lavado del producto para mantener las propiedades protectoras del recubrimiento evitar la degradación de este y del material.
- En caso de detección de algún error de fabricación se aconseja comunicarlo directamente a la casa vendedora.
- Se aconseja, cada vez que los neumáticos estén desgastados, el cambio de los cuatro a la vez, de forma que se asegure el correcto equilibrado del automóvil y se evite la aparición de esfuerzos perjudiciales para la llanta.

7. Imagen corporativa.

A continuación pasamos a definir lo referente a la imagen corporativa del producto. En este caso al ser un diseño único establecido por un diseñador ajeno a cualquier marca productora, únicamente nos centraremos en la imagen del producto o del modelo que se ha desarrollado.

7.1. Nombre y logotipo.

El nombre comercial otorgado a la llanta desarrollada es “Ibérica”. Por tanto, el modelo *Ibérica* se comercializará como una llanta personalizable, destinada a vehículos automóviles de índole urbana tipo hatchback, con o sin carácter personalizable, con el fin de dar al usuario la opción de elegir el estilo de su producto.

El nombre comercial del producto se ha desarrollado tras un proceso o metodología de trabajo para el diseño. Tras una lluvia de ideas se define que se quiere vender un producto de carácter industrial pero con una fuerte presencia estética, por lo que el nombre no debe de ser demasiado serio, si no presentar un carácter atractivo de cara a su comercialización.

La idea de darle a la llanta el nombre de “Ibérica” viene de diferentes fuentes de inspiración que convergen en el concepto. El autor ha adquirido gran parte de sus conocimientos sobre el producto en la empresa Ronal Ibérica SAU. Además, su país de nacimiento es España, denominado como la Península Ibérica y su ciudad natal se encuentra en el sistema montañoso, Sistema Ibérico. Otro factor es el de querer darle nombre femenino ya que la palabra *llanta*, perteneciente al castellano, es de género femenino y se logra una auto-relación.

En cuanto al desarrollo del logotipo, se ha decidido darle un estilo limpio y sobrio, con líneas rectas y regularidad en la tipografía. Se han ideado dos estilos para el mismo logotipo. Uno más neutro, en negro, de esta forma se presenta como un producto serio, que se ha ideado con un objetivo funcional y que presenta un carácter estético. Que sería el principal.



The image shows the word "IBÉRICA" in a bold, black, sans-serif font. The letter 'I' is significantly larger and more prominent than the other letters. The 'E' has a horizontal bar that is slightly shorter than the others. The 'R' has a curved top. The 'A' is a simple, rounded shape. The overall style is clean and modern.

Figura 7.1.1: Logotipo Ibérica en negro.

Se añade un símbolo que se podrá acoplar al logotipo si se desea.



The image shows the word "IBÉRICA" in the same bold, black, sans-serif font as in the previous figure. To the left of the word is a circular symbol composed of many small, dark, teardrop-shaped elements arranged in a spiral pattern, resembling a stylized sun or a flower.

Figura 7.1.2: Logotipo Ibérica con símbolo en negro.

También se puede pasar a su versión contraria, con la tipografía en blanco, en caso de que se deba establecer en un fondo negro.



Figura 7.1.3: Logotipo Ibérica con tipografía blanca.

El otro estilo es más colorido, uno que se puede mostrar en los catálogos de venta para transmitir al cliente la idea de poder dar a su modelo el acabado que desee. Es más llamativo y visual, con un carácter menos serio y neutro.



Figura 7.1.4: Logotipo Ibérica en color.



Figura 7.1.5: Logotipo Ibérica con símbolo en color.

8. Clausulas contractuales.

En este apartado del pliego de condiciones se establecen las clausulas referentes al proyecto y a su autor con el fin de aportar y proteger la información y a su responsable.

- c1. Todo lo desarrollado en el proyecto así como el diseño y sus variantes es propiedad intelectual del autor, D. Diego Escriche Villarroya.
- c2. El diseño formal, el diseño estético, las diferentes opciones que este ofrece y la imagen corporativa son propiedad intelectual del autor.
- c3. El proyecto se ha desarrollado como parte del curso (12 créditos) del último año de un matriculado en el Grado de Diseño Industrial y Desarrollo del producto de la Universidad Jaume I.
- c4. La persona que ha ayudado al autor durante la realización del mismo, y por tanto ha realizado la labor de tutorización y seguimiento es D. Julio Serrano Mira, profesor en la Universidad Jaume I.
- c5. En los apartados referentes a la búsqueda de información, esta ha sido extraída y analizada de diferentes fuentes, algunas se especifican en la Bibliografía del proyecto, otras son de parte del personal y de datos donados por la empresa productora de llantas Ronal Ibérica SAU.
- c6. Toda la información acerca de las normas que presentan una relación directa con los temas del diseño y fabricación de una llanta, y con el desarrollo de un proyecto de ingeniería se ha extraído de las organizaciones AENOR y ETR-TO.
- c7. El material seleccionado para el producto está normalizado. La aleación de aluminio-silicio ha sido seleccionada por motivos de estudio, raciocinio y conocimiento del autor. No se establece que sea la única opción posible ni la más eficaz. En caso de querer modificar el material será necesario comunicarse con el autor.
- c8. El método de fabricación elegido para producir el modelo de llanta es mediante el conformado por inyección de baja presión. El autor, después de un periodo de estudio, raciocinio y conocimiento, lo ha seleccionado. No se establece como el único método posible ni como el más eficaz. En caso de querer modificar el proceso de fabricación será necesario comunicarse con el autor.
- c9. Los procesos elegidos para lograr las diferentes versiones del producto, definidos durante el proyecto como procesos de acabado, se han seleccionado tras un periodo de estudio, raciocinio y conocimiento. No se establecen como las únicas formas viables de fabricación ni como las más efectivas. En caso de querer modificar estos procesos será necesario comunicarse con el autor.
- c10. Los métodos de control de calidad establecidos en el apartado 4 del pliego de condiciones vienen normalizados por la norma general europea para el diseño de llantas y sus métodos de ensayo *UNE-EN 26255*. En caso de querer modificar ciertos aspectos, métodos, parámetros o datos referentes, se deberá establecer comunicación con el autor.

- c11. Si se establece un acuerdo de uso con el autor y se decide realizar algún cambio en lo definido a lo largo del proyecto, previamente se debe contactar con el autor.
- c12. Para el dimensionado del producto se han realizado algunas estimaciones debido a que solamente se ha dispuesto de restricciones por confidencialidad en el acceso a la normativa referente. La información obtenida procede de las normas UNE: *UNE-EN 69018, UNE-EN 69026, UNE-EN 69012 y UNE-EN 69031*.
- c13. En caso de que se llegue a un acuerdo para la producción y comercialización del producto se deberán restablecer ciertos valores referentes al dimensionado debido a que el proyecto se ha desarrollado sin el acceso completo a toda la normativa referente.
- c14. La planimetría para la correcta definición del producto aparece en el capítulo Planos. Estos se han desarrollado atendiendo a la normativa vigente referente a la elaboración de planos para un proyecto de ingeniería y a la normalización en la elaboración de planos de llantas para automóvil. Aparece en las normas *UNE-EN 26291-1 y UNE-EN 26291-2, UNE-EN 157001, UNE-EN 1032, UNE-EN 1027, UNE-EN 1039, UNE-EN ISO 1029*.
- c15. El estado de mediciones y los presupuestos poseen ciertos valores sacados de fuentes externas como internet, datos facilitados por Ronal Ibérica SAU, o estimaciones de valores como por ejemplo en algunas tasas horarias. Por tanto, en caso de establecer una relación formal autor cliente con motivo de la producción y comercialización real del proyecto, se deberán restablecer aquellos datos que se consideren necesarios.
- c16. El uso del proyecto queda restringido al autor. La cesión del uso de este será establecida por un contrato en el que participe el autor y el solicitante de uso.
- c17. Si no se cumple con lo establecido en las cláusulas, se dará nulidad al acuerdo.
- c18. Los derechos de explotación o uso se cederán mediante un acuerdo legal. En caso de que el otro participante decida establecer relaciones con un tercero este deberá contactar previamente con el autor. En caso negativo se dará nulidad al acuerdo.
- c19. En la redacción del proyecto se ha definido un lote de productos para fabricar. Si este número de productos se desea modificar ya sea porque se supere o se aminore se hará mediante una renegociación con el autor.
- c20. Se cede el proyecto, para el análisis y evaluación del mismo al tutor del autor D. Julio Serrano Mira y al tribunal de evaluación del grado de Diseño Industrial y Desarrollo de productos designado por la Universidad Jaume I.

Estado de mediciones

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

INDICE ESTADO DE MEDICIONES.

1. Definición del volumen de piezas a fabricar.....	177
2. Elementos fabricados.....	178
2.1. Costes unitarios de materias primas.....	178
2.2. Piezas de Aleación de aluminio AlSi7Mg.....	178
3. Elementos comprados.....	179
3.1. Pernos de sujeción, tapones para los pernos y tapón para buje.	179
3.2. Maquinaria necesaria para fabricación.	181
4. Recuento de piezas.....	184

1. Definición del volumen de piezas a fabricar.

En primer lugar, es necesaria la definición del número de llantas que se van a producir en la primera tirada, es decir, el lote.

Dado que es un producto nuevo, si se estima que todavía no lo ha adquirido ningún cliente y por tanto, se tratará de una pieza de carácter comercial, es decir, que no va destinada a un vehículo en concreto. No se puede definir un gran lote para comenzar, pero sí lo suficientemente necesario para vender dentro de toda Europa y extranjero si la homologación lo permite.

Se aconseja previamente establecer una relación comercial con uno o varios intermediarios que, desde un punto de venta físico o en la web, tenga un mayor acceso al cliente.

El primer lote pues, se enviará a estos, y servirá también para tener un mayor conocimiento real de qué modelos o versiones son las más vendidas o solicitadas.

El volumen de llantas será:

MODELO	CANTIDAD
IBÉRICA ALPHA	6.500 unidades
IBÉRICA FINNE	3.000 unidades
IBÉRICA QiQ	1.500 unidades
IBÉRICA FORTUN	2.500 unidades
IBÉRICA MUD	1.500 unidades
TOTAL	15.000 unidades

Tabla1.1: Definición del volumen de llantas a fabricar

Fabricaremos un número de llantas cercano al necesario para consumir la vida útil del molde.

El peso y volumen que necesitamos en estos casos será el del bruto de fabricación.

2. Elementos fabricados.

En este apartado se definen los componentes que la empresa sí puede fabricar. Por tanto se deberá tener en cuenta el coste de la materia prima y lo que va a suponer para la masa de la pieza o piezas definidas.

2.1. Costes unitarios de materias primas.

En la tabla 2.1 se definen los costes de la materia prima que se comprará y posteriormente se utilizará para la fabricación del producto a desarrollar. Estos valores son utilizados más adelante junto a las masas, volúmenes o superficies de las piezas para el cálculo del precio de nuestro producto en lo equivalente a la materia prima.

El precio de la aleación ISO AISi7Mg va variando constantemente en torno a un índice denominado como *BML*, que establece que la tonelada de esta aleación cuesta alrededor de los 1.417,95€. Por lo que el precio de un Kg de esta, va oscilando entre los 1,8 y los 1,7 €.

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	IMAGEN
Lingotes de aleación de AISi7	1,75 €/Kg	

Tabla 2.1: Precio de materia prima.

2.2. Piezas de Aleación de aluminio AISi7Mg.

El AISi7Mg constituye el 100% de la pieza esencial que se ha desarrollado. Toda la llanta, obviando elementos que se añaden posteriormente y con fines decorativos y protectores es de esta aleación.

Para este momento el volumen y masa que se necesita es el del bruto de partida, es decir, la pieza con sus mayores medidas, antes de sufrir ninguna modificación.

Pieza	Masa pieza (Kg)	Nº de piezas	Precio unitario material pieza	Precio total
Llanta	13,87	1	24,27 €	24,27 €

Tabla 2.2: Costes de piezas de AISi7Mg.

3. Elementos comprados.

En este apartado del estado de mediciones se van a tratar todos los elementos necesarios para la fabricación de llantas, es decir, aquellos que pueda facilitar otra empresa o empresas ajenas a la productora de llantas. Para más información consultar el apartado 4.4. *Elementos comprados de los Anexos.*

Tanto este capítulo del proyecto como el de presupuestos están desarrollados de forma que un diseñador externo es contratado por una empresa, de modo que, se realizarán los cálculos y los presupuestos teniendo en cuenta todo lo que tiene ya la factoría y en lo que debe invertir la esta.

3.1. Pernos de sujeción, tapones para los pernos y tapón para buje.

Como se menciona, la llanta se engancha al eje del automóvil a través del buje y también de una serie de tornillos (4 o 5 en la mayoría de los casos).

Estos tornillos o pernos se suelen tapar con unos tapones que actúan como protector. Como se menciona en la memoria del proyecto se ha decidido que estos elementos se comprarán a una empresa externa ya totalmente fabricados.

Como proveedores de la rueda, asumimos también el gasto del tapón. De esta forma vendemos el conjunto disponible para su comercialización. El material elegido es el ABS, y se estiman 5 tapones por llanta.

El precio del ABS en el mercado es de unos 2,25 €/Kg.

Estas piezas suelen venderse, valor promedio, independientemente de la diferencia de tamaños, además de que el precio no varía mucho, a unos 0,5 € la unidad.

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO
Tapón ABS para perno	75.000 unidades. (5 x 15,000)	0,5 €
COSTE TOTAL		37.500 €

Tabla 3.1.1: Mediciones de los tapones.

Como proveedor de estas piezas podría elegirse uno del tipo Simoni Racing (Italia). Especializado en la fabricación de componentes de vehículos y componentes de ruedas.

En su catálogo dispone de un gran número de tapones en diferentes versiones de tamaño y estética y a un precio asequible.



Figura 3.1.1: Imagen corporativa de Simoni Racing.

El enlace a su web oficial: <http://www.simoniracing.com/store/en/>

Para el tapón del buje, se estudiará cuanto puede costar que nos fabriquen uno. Se estimarán unos de buena calidad que nos cuesten en torno a unos 15 €/unidad.

Tapón para buje	15 €/unidad
Cantidad	16.000 unidades.
COSTE TOTAL	240.000 €

Tabla 3.1.2: Coste promedio de tapón de buje

Se ha encontrado un proveedor, y posible fabricante de estas piezas. Anilloso. En su stock, posee tanto tapas personalizadas como oficiales, y de todos los tamaños. Podría ser una opción de contacto para dicho producto.



Figura 3.1.2: Imagen corporativa Anilloso.

El enlace a su web oficial: <http://anilloso.es/>

Los pernos de sujeción de la llanta y el eje se incorporarán también en el paquete de comercialización. La casa suministradora Oscaro provee tornillos originales y aptos para prácticamente todos los vehículos.

El precio de estos sí que varía dependiendo del modelo de vehículo y del tamaño del perno. De modo que se estimarán los modelos más caros.

Elemento	Precio unitario	Cantidad	Total
Perno acero para una llanta	2,72 €	5	13,6 €7llanta
Perno acero para el lote	2,72 €	5 x 15.000	204.000 €7 lote

Tabla 3.1.3: Coste promedio de los pernos de sujeción.



Figura 3.1.3: Imagen corporativa Oscaro.

Enlace a su web oficial: <http://www.oscaroso.es/>

La válvula es un componente que depende dimensionalmente del perfil de garganta diseñado y ambos dependen a su vez de la normativa. La profundidad del orificio de válvula de la llanta Ibérica es de 24mm, por tanto se necesita una válvula que dimensionalmente sea apta. El proveedor Sernesa, presenta una gran variedad de productos y de fiabilidad.

Dependiendo del tamaño el precio varía, pero en nuestro caso, una válvula metálica apta estará entre 2,5 y 3 €.

Elemento	Precio unitario	Cantidad	Total
Válvula para llanta	3 €	1	3 €
Válvula para lote	3 €	15.000	45.000 €



Tabla 3.1.4: Coste promedio de la Válvula de hinchado de neumático.








Figura 3.1.4: Imagen corporativa Sernesa.

3.2. Maquinaria necesaria para fabricación.

A continuación describiremos toda la maquinaria que se necesita para la fabricación de la llanta, de esta forma se obtiene una idea del tamaño de la inversión y de la cantidad de componentes necesarios para la fabricación de una llanta.

MÁQUINA	ÁREA	IMAGEN
Horno fundidor	Fundición	
Cuchara transporte de aluminio	Fundición	

<p>Inyectora (B.P)</p>	<p>Fundición</p>	
<p>Máquina de Rayos X</p>	<p>Rayos X</p>	
<p>Horno de tratamiento</p>	<p>Tratamiento térmico</p>	
<p>Taladro</p>	<p>Taladro</p>	
<p>Tornos 4 ejes</p>	<p>Mecanizado y Refrentado</p>	

Máquinas cepilladoras o desbarbadoras	Cepillado	
Máquina de ensayo con gas helio.	Estanqueidad	
Cadena de pintura	Pintura	

Tabla 3.2: Elementos participantes en la fabricación de una llanta.

Con esta lista vemos aquello necesario para la fabricación del producto. Se interpreta que la empresa con la que se establece la relación ya dispone tanto de la instalación, la maquinaria o equipos y al personal.

Consecuentemente, todo lo descrito no entrará dentro del presupuesto. Sin embargo, sí lo hará el utillaje específico para dar lugar al producto, para estas máquinas. Es decir, el molde, platos de torno, otras mordazas, etc.

4. Recuento de piezas.

Se hará el recuento de piezas desde dos puntos de vista, el unitario (coste de todas las piezas necesarias para una sola llanta) y el total (coste de todo lo necesario para el lote).

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	COSTE ELEMENTO
001	Tapones pernos	5	0,5 €	2,5 €
002	Tapones buje	1	15 €	15 €
003	Pernos de sujeción	5	2,72 €	13,6 €
004	Válvula	1	3 €	3 €
005	Llanta	1	24,27 €	24,27 €
COSTE TOTAL UNITARIO		58,37 €		
COSTE LOTE		875.550 €		

Tabla 4.1: Coste de material y elementos comprados unitario del producto.

Presupuestos

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Presupuestos

1.	Costes de producción.....	191
1.1.	Tasa horaria de maquinas.....	191
1.2.	Coste de mano de obra.....	192
1.3.	Coste de utillaje.....	194
1.4.	Coste de mantenimiento de utillaje.....	195
1.5.	Coste de fabricación.....	196
2.	Precio total y PVP.....	198
3.	Rentabilidad y viabilidad.....	201
3.1.	Rentabilidad.....	201
3.2.	VAN, Cash Flow y TIR.....	201
4.	Presupuesto del trabajo realizado por el autor.....	203

1. Costes de producción.

Junto al capítulo anterior, Estado de mediciones, desarrollaremos todos los costes referentes al producto.

El producto hasta ahora se sabe que cuesta 58,37 €, de los cuales 24,27 € son pertenecientes al coste de materia prima unitario y 34,1 € al de elementos comprados.

Los costes de producción (C_p) se pueden dividir en varios en otros costes: la tasa horaria de las máquinas (Thm), los costes de mano de obra (Cmo), los costes de utillaje (Cu) y los costes de mantenimiento del utillaje (Cmu).

$$C_p = Thm + Cmo + Cu + Cmu$$

Se debe tener en cuenta que hay versiones que no se someten a algunos procesos, como las que no sean refrentadas. A estas, por ejemplo, no se les debe añadir el coste de operario o la tasa de maquinaria de refrentado.

1.1. Tasa horaria de las máquinas.

Como se puede observar en el capítulo de Estado de mediciones, se va a necesitar de una serie de maquinaria para la fabricación completa del producto.

MAQUINA	CANTIDAD	TIEMPO UNITARIO	TASA HORARIA	h. TRABAJADAS	COSTE UNITARIO	COSTE LOTE
Inyectora	1	0,05 h	20 €/h	750 h	1 €	15.000 €
Rayos X	1	0,016 h	15 €/h	250 h	0,24 €	3.750 €
Horno trat. térmico	1	8 h	30 €/300 pza*h	400 h	0,81 €	12.000 €
Taladro	1	0,0083 h	35 €/h	125 h	0,29 €	4.375 €
Torno mecanizado	1	0,05 h	45 €/h	750 h	2,25 €	33.750 €
Cadena pintura	1	6 h	80 €/150 pza*h	600 h	3,2 €	48.000 €
Torno refrentado	1	0,033 h	35 €/h	500 h	1,16 €	17.500 €
				TOTAL	8,95 €	134.375 €

Tabla 1.1.1: Tasa horaria de maquinaria. Unitaria y total.

En el horno de tratamiento térmico y la cadena de pintura, las ruedas no entran de una en una, sino que en el horno caben unas 300 llantas por tanda, y en la cadena de pintura unas 150 llantas. En la tasa de la cadena de pintura se cuenta con el coste de la pintura.

Thm total unitaria	8,95 €
Thm total para el lote.	134.375 €

1.2. Coste de mano de obra.

Para diferentes momentos del proceso completo de fabricación será necesaria la intervención de operarios (control visual, carga y descarga, cambios de herramienta y reglajes, etc.). De modo que se debe tener en cuenta en qué sectores serán necesarios (fundición, rayos, mecanizado, pintura, refrentado y control de calidad).

El coste de un operario para una empresa se estima a unos 15,15 €/h. Contando con todos los gastos en seguridad social, salario, etc.

Fundición:

Para una llanta, hará falta 1 operario al tanto del proceso. Por tanto, si una llanta tarda en inyectarse y enfriar 3 minutos:

OPERARIO	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL U.
Fundición	0,05 h	15,15 €/h	0,76 €/llanta

Tabla 1.2.1: Coste unitario operario fundición.

En el caso del lote, ya se deberá de tener en cuenta los turnos de operarios.

Si una llanta tarda en fabricarse 3min (0.05h), en 8h que es un turno, se harán 160 llantas. Para las 15,000 que se desean se necesitan 94 turnos, o 94 operarios.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
Fundición	94	8h	15,15 €/h	11.016 €/lote

Tabla 1.2.2: Coste por lote operario fundición

Rayos:

En esta parte, también hará falta un operario encargado de controlar la calidad del producto, mediante la visualización del estado interno por la máquina de rayos X.

OPERARIO	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL U.
Rayos X	0,016h	15,15 €/h	0,24 €/llanta

Tabla 1.2.3: Coste unitario operario rayos X.

Para el lote, sabiendo que con una llanta se tarda alrededor de 1 minuto, y que un turno son 8h, saldrán unas 500 llantas. Para las 15,000 se necesitarán 30 empleados.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
Fundición	30	8h	15,15 €/h	3.636 €/lote

Tabla 1.2.4: Coste por lote operario rayos X.

Mecanizado:

El tiempo de mecanizado es el mismo que el de fundición, y también necesitaré de un solo operario para revisar el proceso. Por tanto:

OPERARIO	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL U.
Mecanizado	0,05 h	15,15 €/h	0,76 €/llanta

Tabla 1.2.5: Coste unitario operario mecanizado.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
Mecanizado	94	8h	15,15 €/h	11.016 €/lote

Tabla 1.2.6: Coste por lote operario mecanizado

Pintura:

Será necesaria la acción de un empleado para colgar y descolgar las ruedas de la cadena de pintura, el resto del proceso está completamente automatizado. Una rueda se cuelga en 10s, y se descuelga en el mismo tiempo por tanto se utilizarán 20 segundos por rueda.

OPERARIO	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL U.
Pintura	0,006 h	15,15 €/h	0,09 €/llanta

Tabla 1.2.7: Coste unitario operario pintura.

Para el lote, sabiendo que un operario en 8 horas colgará y descolgará 1,333 ruedas. Por tanto para el lote entero se necesitarán 12 operarios.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
Mecanizado	12	8h	15,15 €/h	1.454,4 €/lote

Tabla 1.2.8: Coste por lote operario pintura.

Refrentado:

Para el proceso de colocar y descolocaren el trono, así como de comprobar la calidad del producto refrentado se hará por un empleado. Una rueda se tarda en refrentar 2 minutos.

OPERARIO	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL U.
Refrentado	0,033 h	15,15 €/h	0,5 €/llanta

Tabla 1.2.9: Coste unitario operario refrentado

En cuanto al lote, un operario en su turno hará 242 llantas. Por tanto se requerirá de 62 operarios.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
Pintura	62	8h	15,15 €/h	7.514,4 €/lote

Tabla 1.2.10: Coste por lote operario refrentado

Control de calidad:

Para comprobar y asegurar la calidad del producto, se necesita de operarios destinados a realizar diferentes ensayos me las diferentes propiedades de la llanta. Se estima que con 2 operarios para todo el lote será suficiente.

OPERARIO	CANTIDAD	T. DE TRABAJO	TASA	COSTE TOTAL
C. Calidad	2	8h	15,15 €/h	242,4 €/lote

Tabla 1.2.11: Coste por lote operario control calidad

Por tanto, el coste unitario por llanta de los operarios de calidad será:

OPERARIO	COSTE TOTAL U.
Calidad	0,016 €/llanta

Tabla 1.2.12: Coste unitario operario control calidad.

1.3. Coste de utillaje.

De los utillajes, el más importante es el molde, ya que es el que nos va a generar el producto. De modo que el molde lo separaremos del resto de utillaje.

Molde o coquilla de la llanta	35.000 €/unidad
--------------------------------------	------------------------

Tabla 1.3.1: Precio del molde.

La vida promedio de un molde suele estar entre las 15,000 y las 20,000 inyecciones de producto. Puesto que el lote definido es de una cantidad menor, no necesitaremos ni otro molde ni reparar los componentes del mismo. Por tanto, de momento, sólo necesitaremos invertir en un molde.

Matriz inferior	10.000 €/unidad
------------------------	------------------------

Matriz Superior	8.000 €/unidad
------------------------	-----------------------

Juego de 4 laterales extractores	2.500 €/unidad
---	-----------------------

Es conveniente pedir componentes extra para dejarlos en stock en caso de que puedan aparecer problemas en el proceso y de esta forma se disponga de recambios rápidamente. Además en caso de que se amplíe el lote de productos la fabricación no se detendrá.

Coste de molde por llanta	3,7 € /llanta
----------------------------------	----------------------

Tabla 1.3.2: Precio del molde por llanta.

Algunos de estos componentes necesarios para la maquinaria pueden no estar en la empresa fabricante debido a que no ha contado hasta ahora con un producto de con estas características. Este utillaje con el fin exclusivo de producir una llanta, no se conoce con exactitud, de modo que se procede a realizar un presupuesto de este. En su mayoría, se trata de piezas para maquinaria CNC lo cual incrementa su precio.

A continuación se realiza una lista de lo que es posible necesitar, aunque ciertos componentes, como se ha explicado, pueden estar ya poseídos por la empresa fabricante. Y se estima un presupuesto de lo que podría invertirse en utillaje.

Lista de posible utillaje	
Platos de agarre para tornos CNC (mecanizado) de 500mm de Ø	
Platos de agarre para tornos CNC (refrentado) de 500mm de Ø	
Garras de agarre externo para husillos de CNC	
Garras de agarre interno para husillos de CNC	
Herramientas de corte cilindrado para CNC	
Mordazas para máquinas de taladrado CNC	
Herramientas para taladrado CNC	
Herramientas de corte (brocas) para taladro CNC	
Herramientas de corte (placas) para mecanizado y refrentado CNC	
PRESUPUESTO TOTAL para el lote.	100.000 €
Coste unitario por llanta	6,67 €/llanta

Tabla 1.3.3: Coste del utillaje.

1.4. Coste de mantenimiento de utillaje.

Con mantenimiento de utillaje se quiere hablar del mantenimiento del molde. Este requiere de un mantenimiento frecuente con el fin de mantener la calidad del producto fundido y de evitar el deterioro de este.

Para ello es necesario conocer o estimar la cantidad de llantas que se pueden fundir hasta que el molde necesite mantenerse, el tiempo de mantenimiento de este, el número de operarios y su coste para mantener el molde y el coste de las herramientas para el mantenimiento.

El molde suele aguantar en torno a unos 3 días en máquina. Por cada turno, de 8 horas, se suelen fundir unas 80 llantas. Por tanto, se establece como valor medio, que el molde aguantará 3 días, o 9 turnos, o 72 horas, o 720 llantas.

Un molde se mantiene en unas 8 horas, coincidiendo con el tiempo de trabajo (turno) de un operario, y siendo que tan solo se dispone de un molde, requeriremos de un solo operario. Si el molde puede hacer 720 ruedas en una tirada, para completar el lote, se necesitarán 21 estancias en máquina. Y de esto, 19 mantenimientos, ya que la 1ª y la última no se mantienen.

OPERARIO	T. MANT.	TASA OP.	FRECUENCIA	COSTE
Mant. Molde	8 h	15,15 €/h	1 cada 720 Uds.	0,17 €/mant.
Mant. Molde.	8 h	15,15 €/h	19	3,23 €/lote

Tabla 1.4.1: Coste operario mantenimiento del utillaje.

El coste del utillaje necesario para mantener una llanta (rotalíes, herramientas para pulir, barras pulidoras, discos abrasivos, herramientas de grabado, granalla, material de soldadura,

recambios de componentes como tornillos, etc) está presupuestado en torno a los **20000€**. Por tanto, uno saldrá a **1052,63 €/mant.** y si con uno conseguimos 720 llantas: **1,46 €/llanta.**

1.5. Coste de fabricación.

Como ya se ha mencionado habrá que saber que procesos aparecen en la fabricación de cada una de las versiones y si estos se llegan a repetir incluso.

El coste de fabricación de la llanta QiQ (1.500 unidades) con una pintura y un refrentado, será:

$$C_p = Th_m + C_{m_o} + C_u + C_{m_u}$$

CENTRO DE COSTE	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Tasa horaria de máquinas	12,24 €	18.360 €
Mano de Obra	2,37 €	3.555 €
Utillaje	10,37 €	15.555 €
Mantenimiento Utillaje	1,63 €	2.445 €
Suma de centros de coste	26,61 €	39.915 €

Tabla 1.5.1: Coste fabricación llanta QiQ.

**Se recuerda que posterior al refrentado el producto debe volver a la cadena de pintura para el recubrimiento de la zona mecanizada*

El coste de fabricación de la llanta FINNE (3.000 unidades) con una pintura y un refrentado, será:

$$C_p = Th_m + C_{m_o} + C_u + C_{m_u}$$

CENTRO DE COSTE	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Tasa horaria de máquinas	12,24 €	36.720 €
Mano de Obra	2,37 €	7.110 €
Utillaje	10,37 €	31.110 €
Mantenimiento Utillaje	1,63 €	4.890 €
Suma de centros de coste	26,61 €	79.830 €

Tabla 1.5.2: Coste fabricación llanta FINNE.

El coste de fabricación de la llanta ALPHA (6.500 unidades) con una pintura, un refrentado y otra capa de pintura, será:

$$C_p = Th_m + C_{m_o} + C_u + C_{m_u}$$

CENTRO DE COSTE	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Tasa horaria de máquinas	12,15 €	78.975 €
Mano de Obra	2,46 €	15.990 €
Utillaje	10,37 €	67.405 €
Mantenimiento Utillaje	1,63 €	5.005 €
Suma de centros de coste	26,61 €	172.965 €

Tabla 1.5.3: Coste fabricación llanta ALPHA.

El coste de fabricación de la llanta FORTUN (2.500 unidades) variará dependiendo del formato escogido, si sólo pintada o refrentada. Por tanto el coste de fabricación será:

$$C_p = Th_m + C_{m_o} + C_u + C_{m_u}$$

- Sí es refrentada: Coste unitario = **26,61 €**. Coste del lote = **66.525 €**.
- Sí es pintada: Coste unitario = **26,61 €**. Coste del lote = **66.525 €**.

El coste de fabricación de la llanta MUD (1.500 unidades) con una pintura, un refrentado, otra capa de pintura y por último otro refrentado, será:

$$C_p = Th_m + C_{m_o} + C_u + C_{m_u}$$

CENTRO DE COSTE	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Tasa horaria de máquinas	16,6 €	24.900 €
Mano de Obra	2,96 €	4.440 €
Utillaje	10,37 €	15.555 €
Mantenimiento Utillaje	1,63 €	2.445 €
Suma de centros de coste	31,56 €	47.340 €

Tabla 1.5.4: Coste fabricación llanta MUD.

A las llantas QiQ, FINNE, FORTUN, y MUD se les puede añadir, en caso de que se desee la zona refrentada pintada de otro color, el coste de pintado de esa zona por un proceso de ionizado. Este coste será un suplemento de valor sobre el coste de fabricación de estas versiones, estimándose dentro el coste de la cadena de pintura y del empleado.

Coste de pintura ionizada	8,29 €/ unidad
----------------------------------	-----------------------

2. Coste total y PVP.

Una vez se conoce el coste de producción y de materias primas y elementos comprados se procede a definir el resto de costes que se estiman de porcentajes del mismo coste de fabricación y posteriormente el coste de comercialización y el PVP.

Estimación de gastos referentes al producto:

- Costes directos: coste de fabricación + mat. prima + elem. comprados.+ coste diseño.
- Costes indirectos: 10 % de los costes directos.
- Coste industrial: coste directo + coste indirecto.
- Costes de comercialización: 20% de coste industrial.
- Costes totales: coste industrial + costes de comercialización.
- Beneficio de venta: 30% de costes totales.
- PVP: Coste total + beneficio de venta.

LLANTA IBÉRICA “QiQ”

Materias primas	24,27 €
Productos comprados	34,1 €
Coste de fabricación	26,61 €
Coste de diseño de producto.	0,93 €
Costes directos	85,91 €
Costes indirectos	8,6 €
Coste industrial	94,51 €
Coste de comercialización	18,9 €
Coste total	113,41 €
PVP	147,43 € → 150 €

Tabla 2.1.1: Coste Llanta Ibérica QiQ.

*El PVP se redondea para hacer un coste más atractivo. Si la zona refrentada se quiere en color el PVP aumentará +8,29 €.

LLANTA IBÉRICA “FINNE”

Materias primas	24,27 €
Productos comprados	34,1 €
Coste de fabricación	26,61 €
Coste de diseño de producto.	0,93 €
Costes directos	85,91 €
Costes indirectos	8,6 €
Coste industrial	94,51 €
Coste de comercialización	18,9 €
Coste total	113,41 €
PVP	147,43 € → 150 €

Tabla 2.1.2: Coste llanta Ibérica FINNE.

*El PVP se redondea para hacer un coste más atractivo. Si la zona refrentada se quiere en color el PVP aumentará +8,29 €.

LLANTA IBÉRICA “ALPHA”

Materias primas	24,27 €
Productos comprados	34,1 €
Coste de fabricación	26,61 €
Coste de diseño de producto.	0,93 €
Costes directos	85,91 €
Costes indirectos	8,6 €
Coste industrial	94,51 €
Coste de comercialización	18,9 €
Coste total	113,41 €
PVP	147,43 € → 150 €

Tabla 2.1.3: Coste llanta Ibérica ALPHA.

*El PVP se redondea para hacer un coste más atractivo. Si la zona refrentada se quiere en color el PVP aumentará +8,29 €.

LLANTA IBÉRICA “FORTUN”

Al tener dos opciones de acabado y con ello diferente coste por frecuencia de operaciones de fabricación (pintura y refrentado o pintura, refrentado y otra pintura) se obtienen dos PVP. El desglosado de estos es igual a las opciones anteriores.

- **Llanta refrentada: 150 €.**
- **Llanta pintada: 150 €.**

**El PVP se redondea para hacer un coste más atractivo. Si la zona refrentada se quiere en color el PVP aumentará +8,29 €.*

LLANTA IBÉRICA “MUD”

Materias primas	24,27 €
Productos comprados	34,1 €
Coste de fabricación	31,56 €
Coste de diseño de producto.	0,93 €
Costes directos	90,86 €
Costes indirectos	9,1 €
Coste industrial	99,96 €
Coste de comercialización	19,99 €
Coste total	119,95 €
PVP	155,94 € → 160 €

Tabla 2.1.4: Coste llanta Ibérica MUD.

**El PVP se redondea para hacer un coste más atractivo. Si la zona refrentada se quiere en color el PVP aumentará +8,29 €.*

El beneficio por producto, quitando el valor de los costes es de 36,6 € en las versiones QiQ, FINNE, FORTUN y ALPHA; y de 40,05 € en la versión MUD. La media deja un beneficio de **37.18€.**

Se define el PVP que es un plus de 0.3 veces el coste total. Faltará la suma del IVA.

A continuación sacamos el coste total y el PVP medios de un modelo Ibérica, valor que posteriormente utilizaremos en el cálculo de la rentabilidad.

Coste total medio de llanta Ibérica	114,5 €
PVP medio de llanta Ibérica	152 €

3. Rentabilidad y viabilidad.

A continuación se procede a estudiar la rentabilidad del producto, de esta forma, se obtendrá una idea del posible beneficio a obtener según una previsión de venta. De la rentabilidad estudiaremos la viabilidad, deduciendo así, a partir de qué año comenzarán los beneficios reales.

Se estima que el primer lote que se ha definido previamente, funciona en el mercado y se vende bien, de forma que se aumenta la demanda. En un comienzo, esta estimación está prevista para venderse como producto comercial, destinado a cualquier cliente que desee el producto. Así pues, el primer año se venderán las 15,000 unidades que se han definido. El segundo año se duplicarán las ventas en torno a 30,000 unidades (año de consolidación). A partir de ahí irán incrementando cada año en torno a un 15% las ventas y además se subirá el precio en torno a un 3% (inflación).

3.1. Rentabilidad.

- Beneficio Bruto = Ingresos por ventas – Costes totales
Beneficio Bruto = $(15.000 \times 152) - (15.000 \times 114,5) = 562.500 \text{ €}$
- Rentabilidad = Beneficio bruto/Inversión = $562.500/175.500 = 3,21 \text{ €}$.

Se pueden observar resultados positivos tanto en el beneficio bruto como en la rentabilidad. No es excesivamente alto, pero con los años la inversión irá disminuyendo, y la rentabilidad aumentando. Concluimos que se puede justificar la inversión y el desarrollo del proyecto.

3.2. VAN, CashFlow y TIR.

El formulario referente a estos cálculos es el siguiente:

$$\text{VAN (Valor Actual Neto): } \sum_{j=1}^n \frac{\Delta \text{ Flujo Caja}_j}{(1+i)^j}$$

- Flujo de Caja (Cash Flow) año = Ingresos año – Gastos año.
- $i \rightarrow$ incremento del precio del dinero \rightarrow inflación (%).

El Valor Actual Neto lo calcularemos siguiendo la formula:

$$\text{VAN} = \text{Flujo de Caja} / (1 + \text{inflación})^{\text{año}} - \text{Inversión inicial}$$

$$\text{VAN} = \text{Ingresos año} - \text{Gastos año} / (1 + \text{inflación})^{\text{año}} - \text{Inversión inicial}$$

Como se indica con anterioridad, se estima un incremento del 3% del precio del dinero (inflación).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversiones	175.500 €	35.000 €	50.000 €	35.000 €
Uds. Vendidas	0	15.000	30.000	34.500
Gastos	0	1.717.500 €	3.435.000 €	3.950.250 €
Ingresos	0	2.280.000 €	4.560.000 €	5.244.000 €
Beneficios	0	557.700 €	1.115.400 €	1.282.710 €
Flujo de Caja	-175.000 €	527.500 €	1.075.000 €	1.258.750 €
VAN		477.135,92 €	963.290,60 €	1.116.934,56 €

Tabla 3.2.1: VAN de la llanta Ibérica.

$$VAN_1 = 527.500 / (1+0,03)^1 - 35.000 = 477.135,92 \text{ €}$$

$$VAN_2 = 1.075.000 / (1+0,03)^2 - 50.000 = 963.290,60 \text{ €}$$

$$VAN_3 = 1.258.750 / (1+0,03)^3 - 35.000 = 1.116.934,56 \text{ €}$$

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella que nos indica en cuantos años se ha amortizado todo lo invertido. Es decir, cuando el VAN = 0.

El TIR tiene lugar justo después del primer año, logrando amortizar lo invertido.

4. Presupuesto del trabajo realizado por el autor.

Este último apartado define y especifica todo lo referente al coste que supondrá la contratación del autor para el desarrollo del proyecto presente.

Se trata de un presupuesto, donde se estima el tiempo de dedicación al proyecto y el coste por esa dedicación es decir la tasa horaria del autor.

Dentro de dicha tasa horaria el autor tendrá que hacerse responsable de todos los gastos que conlleva ser autónomo y poseer un negocio personal.

Se estima, que un diseñador profesional, con experiencia y con una tasa estándar puede tardar en realizar el proyecto alrededor de un plazo de 2 meses y medio.

Se estima la tasa horaria a 35€/h.

Trabajando, 5 días a la semana 8 horas al día:

Coste de diseño	14.000 €
------------------------	-----------------

Coste de diseño por llanta	0,93 €/llanta
-----------------------------------	----------------------

Bibliografía

Llanta de Automóvil en Aleación de Aluminio destinada a Personalización Masiva
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Autor: Diego Escriche Villarroya
Tutor: Julio Serrano Mira
Julio 2017

Índice Bibliografía.

- 1.** Objeto.
- 2.** Alcance.
- 3.** Antecedentes.
 - 3.1. Análisis y estudio de mercado.
 - 3.2. Tendencias en el mercado.
 - 3.3. DAFO.
- 4.** Normas y referencias.
 - 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.
 - 4.2. Bibliografía.
 - 4.3. Programas de cálculo.
 - 4.4. Plan de gestión de la calidad.
- 5.** Definiciones y abreviaturas.
 - 5.1. Abreviaturas.
 - 5.2. Definiciones.
 - 5.3. Nomenclaturas.
- 6.** Requisitos de diseño.
- 7.** Estudio de soluciones.
 - 7.1. Radios insertables.
 - 7.2. Apliques o insertos en los radios.
 - 7.3. Radios con estética intercalada.
 - 7.4. Radios con varias opciones de refrentado.
 - 7.5. Tapones para los pernos de sujeción.
 - 7.6. Evaluación y conclusión.
- 8.** Resultados finales.
 - 8.1. Descripción general del producto.
 - 8.2. Elección del material.
 - 8.3. Proceso de fabricación del producto.
 - 8.4. Proceso de personalización.
 - 8.5. Cálculos para el dimensionado del producto.
 - 8.6. Grabados, leyendas y numeraciones.
 - 8.7. Ambientaciones.

Previamente a detallar la bibliografía del proyecto, mencionar que en este caso el orden sigue al de la memoria.

3. Antecedentes.

3.1. Análisis y estudio del mercado.

- Temario de la asignatura DI1011 Empresa.
- Temario de la asignatura DI1026 Marketing.

- MERCADO DEL AUTOMIVIL:
 - http://www.efe.com/efe/america/comunicados/sector-del-automovil-desafios-para-un-mercado-mundial-a-dos-velocidades/20004010-TEXTOE_22378864
 - [http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/51269/doc251722_INFORME DE SITUACION SOBRE EL SECTOR DE LA AUTOMOCION EN ESPANA.pdf](http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/51269/doc251722_INFORME_DE_SITUACION SOBRE EL SECTOR DE LA AUTOMOCION EN ESPANA.pdf)
 - <http://noticias.coches.com/informes>
 - <http://www.anfac.com/portada.action>
 - http://www.elobservatoriocetelem.es/wp-content/uploads/2015/05/Observatorio_Cetelem_Auto_2015_peq.pdf
 - http://www.efe.com/efe/america/comunicados/sector-del-automovil-desafios-para-un-mercado-mundial-a-dos-velocidades/20004010-TEXTOE_22378864
 - [http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/51269/doc251722_INFORME DE SITUACION SOBRE EL SECTOR DE LA AUTOMOCION EN ESPANA.pdf](http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/51269/doc251722_INFORME_DE_SITUACION SOBRE EL SECTOR DE LA AUTOMOCION EN ESPANA.pdf)

- INFORMACION DE LAS LLANTAS:
 - <http://noticias.coches.com/consejos/llantas-de-coches/175426>
 - <https://www.motorpasion.com/respuestas/aumento-de-llanta-aumento-de-consumo>
 - <https://www.quioteca.com/mecanica-automotriz/llantas-de-aleacion-su-importancia-y-lo-que-hay-que-saber/>
 - <https://en.wikipedia.org/wiki/Wheel>
 - <https://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>
 - <http://www.elcomercio.com/deportes/carburando/historia-llanta.html>
 - <http://cochesmiticos.com/los-primeros-neumaticos-historia/>
 - <https://es.wikipedia.org/wiki/Rueda>
 - <http://es.slideshare.net/zapoc/la-historia-y-evolucion-de-la-rueda>
 - <http://es.slideshare.net/iagoneng/la-rueda-pbl-tecnologa-3470969>
 - <https://www.timetoast.com/timelines/historia-y-evolucion-de-la-rueda>
 - <https://historiade.jimdo.com/inventos/historia-de-la-rueda/>
 - <http://rinesonline.blogspot.com.es/2013/05/hace-cuanto-hablamos-de-rines-historia.html>
 - <http://motortown.es/el-gran-desconocido-la-llanta/>

- MERCADO DE LA LLANTA:
 - <http://noticias.coches.com/consejos/llantas-de-coches/175426>
 - <https://www.motorpasion.com/respuestas/aumento-de-llanta-aumento-de-consumo>
 - <https://www.quioteca.com/mecanica-automotriz/llantas-de-aleacion-su-importancia-y-lo-que-hay-que-saber/>

- <http://motortown.es/el-gran-desconocido-la-llanta/>
 - <https://www.autonocion.com/llantas-de-fibra-de-carbono-asi-se-desarrollan-fabrican-y-prueban-contrabordillos/>
 - <https://hipertextual.com/2016/05/ventajas-llantas-fibra-de-carbono>
 - <https://hipertextual.com/2015/07/llantas-de-fibra-de-carbono-ford-mustang>
 - <https://www.actualidadmotor.com/ford-gt-llantas-fibra-carbono/>
 - <http://www.diariomotor.com/2015/07/12/shelby-gt350r-ford-mustang-llantas-fibra-de-carbono/>
 - <http://www.cosasdecoches.com/llantas-de-fibra-de-carbono/>
 - <http://www.elmundo.es/motor/2016/01/18/569d377546163ff0038b4642.html>
 - <https://www.motor.es/noticias/llantas-fibra-carbono-bmw-m4-gts-201625362.html>
- MATERIALES:
 - Temario de las asignaturas DI1010 Materiales I y DI1015 Materiales II.
 - Información de documentos de la empresa Ronal Ibérica SAU.
 - https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_carbono
 - <https://es.wikipedia.org/wiki/Acero>
 - https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_inoxidable
 - <https://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>
 - https://es.wikipedia.org/wiki/Aleaciones_de_aluminio
- FABRICANTES DE LLANTAS:
 - <http://www.cms.com.tr/en>
 - <http://www.cms-wheels.de/en/home>
 - <http://www.borbet.de/en/Wheels/c-RAEDERPROGRAMM>
 - http://www.borbet.de/en/About-us/p-BB_AboutUs
 - <http://bbs.com/de/index.php>
 - <http://www.ronal-wheels.com/es/inicio.html>

3.2. Análisis y estudio de tendencias actuales.

- VEHÍCULOS PERSONALIZABLES:
 - <http://www.autopista.es/conductoras/articulo/coches-personalizables-mini-500-cactus-105060>
 - <http://www.autopista.es/reportajes/articulo/coches-mas-vendidos-por-segmento-2016>
 - <https://www.motor.es/noticias/ranking-ventas-utilitarios-2016-201625693.html>
- LLANTAS AUDI:
 - https://shops.audi.com/es_ES/web/accesorios/deporte-y-diseno/ruedas-completas/ruedas-completas-de-verano
 - https://shops.audi.com/es_ES/web/accesorios/deporte-y-diseno/ruedas-completas/ruedas-completas-de-invierno
 - https://shops.audi.com/es_ES/web/accesorios/deporte-y-diseno/llantas-de-aluminio-fundido

- LLANTAS BMW:
- <http://www.bmw.es/home/topics/propietarios/accesorios-originales.categoryId=ManufacturerAccessoryCategory6.html>
- <http://felgenkatalog.auto-treff.com/>

- LLANTAS RONAL:
- <http://www.ronal-wheels.com/es/showroom/ronal.html>

- TIPOS DE AUTOMÓVIL:
- https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_autom%C3%B3viles
- <http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/%C2%BFque-tipo-de-coche-necesitas>
- <http://www.todocoche.com/tipo/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Familiar>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Sed%C3%A1n>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Liftback>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Hatchback>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Tricuerpo>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Monovolumen>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Descapotable>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Cup%C3%A9>

- TAMAÑO DE LAS LLANTAS:
- <http://noticias.coches.com/consejos/llantas-de-coches/175426>
- <https://www.motorpasion.com/respuestas/sobre-tamanos-y-medidas-de-las-llantas>
- <http://www.diariomotor.com/2010/05/11/el-efecto-en-las-prestaciones-de-llantas-de-un-tamano-superior/>
- <http://debates.coches.net/showthread.php?107016-El-porque-Las-llantas-cuanto-mas-diametro-menos-prestaciones>

4. Normas y referencias.

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Temario de la asignatura DI Proyectos de Diseño.
- AENOR
- <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- **La mayoría de las normas están en PDF.*
- http://www.iesc.gov.ar/iesc/Include/documents/iso9001/ISO9001_2008.pdf

- DGT
- <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/normativa-y-legislacion/reglamento-traffic/vehiculos/normas-basicas/>
- <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/normativa-y-legislacion/reglamento-traffic/circulacion-general/normas-basicas/>

- http://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2015/03MARZO/0330-Equipamiento-obligatorio-y-aconsejable.shtml#.WMrqkm_hDIU
- GOBIERNO DE ESPAÑA
- <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-82689>

5. Definiciones y abreviaturas.

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_turismo_\(autom%C3%B3vil\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_turismo_(autom%C3%B3vil))
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>
- TIPOS DE AUTOMÓVIL:
- https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_autom%C3%B3viles
- <http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/%C2%BFque-tipo-de-coche-necesitas>
- <http://www.todocoches.com/tipo/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Familiar>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Sed%C3%A1n>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Liftback>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Hatchback>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Tricuerpo>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Monovolumen>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Descapotable>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Cup%C3%A9>

6. Requisitos de diseño.

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Tenacidad>

7. Estudio de soluciones.

- Temario de la asignatura DI Metodología de diseño.

8. Diseño de detalle. Resultados finales.

8.2. Elección del material.

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Aleaciones_de_aluminio
- https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_inoxidable
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Acero>
- <http://carbosystem.com/fibra-de-carbono-2/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_carbono

8.3. EL proceso de fabricación.

- Temario de la asignatura DI1020 Diseño para Fabricación I.
- Temario de la asignatura DI1021 Diseño para Fabricación II.
- <http://www.ronal-wheels.com/es/calidad/produccion/llantas-forjadas.html>
- <http://www.apptech-forgedwheels.com/about-us/what-is-apptech>
- <http://portugas.website/index.php?newsid=400128>
- <https://albrodpulf1.wordpress.com/2014/07/11/analisis-tecnico-llantas/>

8.5. Cálculos.

- Temario de la asignatura DI1013 Mecánica y Resistencia de Materiales.
- Temario de la asignatura DI1029 Sistemas Mecánicos.
- <https://www.km77.com/precios/citroen/ds3/2010/ds3-thp-150>
- <https://www.km77.com/precios/audi/a1/2010/a1-14-tfsi-122-cv-ambition>
- <https://www.km77.com/precios/opel/adam/2015/adam-s-2014>
- <https://www.km77.com/precios/fiat/500/2008/500-sport-14-16v-100-cv3>
- <https://www.km77.com/precios/mini/mini/2014/cooper-d>
- <https://www.wheel-size.com/>
- <https://www.wheel-size.com/size/mini/cooper/2016/>
- <https://www.wheel-size.com/size/mini/cooper/2017/>



I3ÉRICA