



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



TORIBIO CASADO, DIEGO

Julio - 2015



## UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

### ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del  
Producto.**

# **Rediseño y Optimización de la Horquilla de un Monociclo**

**Autor:**

**Toribio Casado, Diego**

**Tutor:**

**Geijo Barrientos, José Manuel**

**CMelM/Expresión Gráfica en la  
Ingeniería**

**Valladolid, Julio 2015.**



# Índice General

- a. Resumen y Palabras clave
- b. Memoria
- c. Planos
- d. Pliego de Condiciones
- e. Mediciones y Presupuesto
- f. Estudio de Seguridad y Salud



Q



Resumen  
y  
Palabras clave



# Resumen:

En el presente trabajo de fin de grado se presenta un estudio con el que se pretende dar un nuevo enfoque tanto a la línea estética como a la funcional de un monociclo. Para ello, el objetivo principal es la realización de una horquilla de monociclo con un diseño innovador que use materiales hasta ahora no testados en monociclo, como es la fibra de carbono.

Así mismo, en la realización de este trabajo, nos centraremos en ver como poder llevar a cabo la construcción y la puesta en marcha de un proyecto ambicioso en esta singular variedad de ciclismo. Se llevará un estudio tanto ergonómico como de presupuesto, entrando a fondo en la fabricación industrializada del producto además de su seguridad.

# Palabras clave:

Seguidamente, se exponen cinco palabras clave con las que se pretende que el lector de este trabajo de fin de grado se haga una ligera idea de lo que se quiere tratar y solventar con él, dando así una información del desarrollo del proyecto. Estas palabras son:

- Rediseño monociclo.
- Optimización horquilla.
- Innovación.
- Seguridad Industrial.
- Ergonomía.

Estas cinco palabras hacen un especial hincapié al resumen sobre lo que se pretende conseguir en este proyecto.



b



Memoria



# 0. ■ Índice Memoria.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Enunciado y justificación del proyecto .....</b>              | <b>3</b>  |
| 1.1. Justificación del proyecto .....                               | 3         |
| <b>2. Estudio del arte: estudio de mercado .....</b>                | <b>5</b>  |
| 2.1. Monociclos clásicos o de iniciación .....                      | 6         |
| 2.2. Monociclo jirafa o multi-wheel.....                            | 7         |
| 2.3. Monociclo largas distancias.....                               | 8         |
| 2.4. Monociclo de montaña o de cross .....                          | 10        |
| 2.5. Monociclo de trial o FreeStyle/Street .....                    | 11        |
| <b>3. Descripción y justificación de la solución adoptada .....</b> | <b>13</b> |
| 3.1. Descripción .....  | 13        |
| 3.2. Justificación de la solución adoptada .....                    | 16        |
| 3.3. Componentes .....  | 19        |
| <b>4. Materiales .....</b>  | <b>29</b> |
| 4.1. Materiales utilizados en los monociclos actuales .....         | 29        |
| 4.2. Materiales usados en el producto diseñado.....                 | 30        |
| <b>5. Procesos de fabricación de la horquilla .....</b>             | <b>35</b> |
| 5.1. Fabricación.....   | 35        |
| 5.2. Ensamblaje .....   | 37        |
| 5.3. Calidad.....   | 38        |

|  |    |
|--|----|
| 6. Montaje, embalaje y transporte .....                                | 39 |
| 7. Logotipo .....  | 43 |
| 8. Anexo I: Ergonomía .....  | 45 |
| 9. Anexo II: Datos finales y Análisis por Elementos Finitos (FEM)..... | 49 |
| 10. Anexo III: Hojas de procesos .....                                 | 55 |
| 11. Anexo IV: Impacto ambiental. Rueda de LIDS .....                   | 65 |
| 12. Bibliografía .....   | 69 |

# 1.

## Enunciado y justificación del proyecto.

En este trabajo se plantea la realización de un proyecto en el que se rediseñará y optimizará un monociclo de largas distancias, principalmente su estructura principal: **la horquilla**.

Se buscará una innovación en materiales puesto que como se verá más adelante en el estudio de mercado, la variedad existente es muy escasa, por lo que el hecho de realizar una horquilla de monociclo en otro material con el cual ahora no se está fabricando ya es un hecho de innovación.

Además también se innovará estéticamente, con lo que se le caracterizará con una nueva línea estética más dinámica y que de la sensación de estabilidad como puede ser el rombo (a lo largo del proyecto se explicará este punto).

Otro tema a tener en cuenta es que en el proyecto también se tendrán en cuenta todo lo relacionado con poder llevar a cabo la realización, construcción y puesta en venta del monociclo partiendo de cero, es decir, todo lo necesario para ponerlo en circulación en el mercado.

### Justificación del proyecto.

La principal razón de por qué realizar este proyecto es principalmente la necesidad que se percata en la innovación en este campo, tanto con respecto a materiales como a formas y líneas estéticas de los monociclos. Los monociclos actuales del mercado parecen estancados en un solo diseño o en una sola línea estética con un solo material, esto puede ser debido al pequeño número de población que ejercita este deporte, ya que el hecho de montar en monociclo como deporte se puede considerar un deporte minoritario.

Al ser practicado por pocas personas, el interés de estudio o de innovación se reduce debido al posible fracaso a la hora de vender la idea. En el caso de este proyecto no se abandona la idea ya que la innovación aportada tanto funcional como económica es sustancialmente importante, por lo que se podría considerar un proyecto posible.

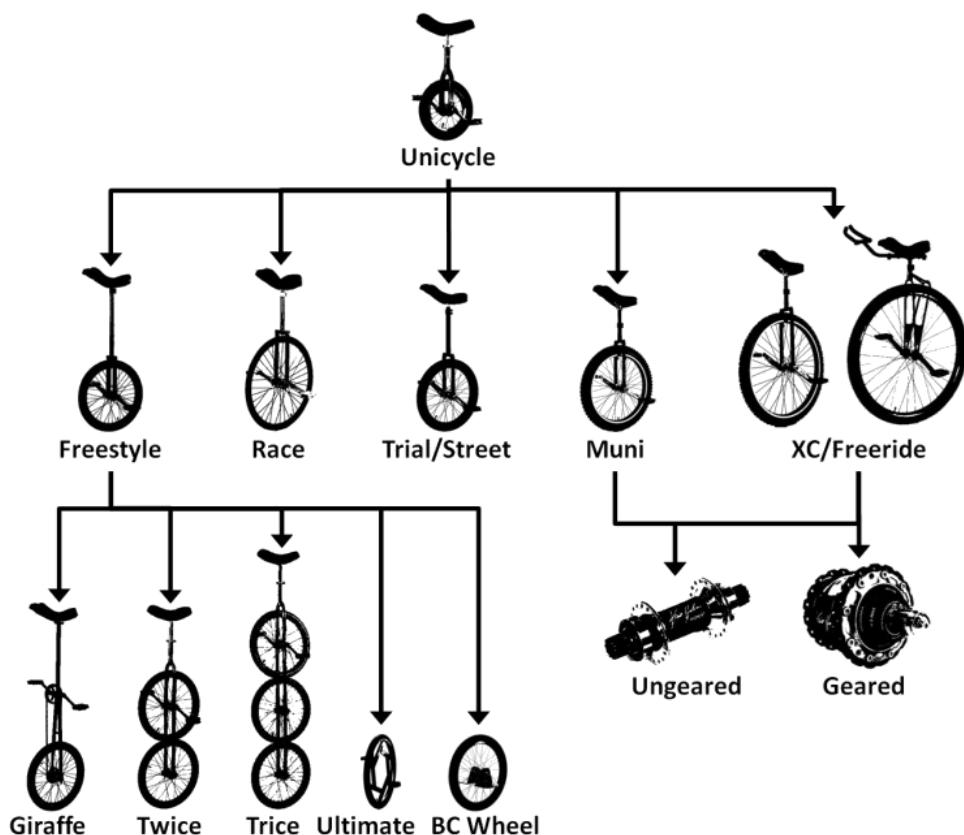
Sin embargo se puede ver también que el principal mercado relacionado a este campo es un mercado que está dispuesto a innovar debido a que montar en monociclo es un ejercicio físico tan completo que está empezando a coger empuje entre el público. Montar en monociclo es un ejercicio en el que se armoniza equilibrio con agilidad y fuerza, consiguiendo utilizar un amplio número de músculos del cuerpo, principalmente de tronco inferior, pero también de la parte superior para dotar al usuario del equilibrio necesario. Estos puntos serán tratados en el apartado de ergonomía.



# 2

## ■ Estudio del arte: estudio de mercado.

En el mundo del monociclo, al igual que en el de la bicicleta, existen diversos estilos dependiendo del uso y la situación que se le dé a éste:



(1) Esquema tipos de monociclo

Por eso se tiene que realizar un amplio estudio de mercado, viendo en cada estilo o tipo donde fallaba cada diseño y así optar mejor sobre qué tipo de monociclo trabajar.

## 2.1. Monociclos clásicos o de iniciación.

Este monociclo lleva lo esencial que llevan todos, estructura de acero con un sillín ergonómico acorde a los movimientos del monociclista. La rueda es también simple, con una llanta de pared simple y tamaño pequeño/mediano (20"). Toda esta fabricación simple se debe a que si es un monociclo de iniciación no debería tener lo más alto de gama para el usuario ya que, al ser novel en este ejercicio, el usuario sin quererlo sufrirá caídas que, no especialmente herirán al usuario, pero sí podrían perjudicar al monociclo ya que, en una caída, el monociclo se suele soltar para que el que lo monta no salga perjudicado.

Como ya mencionamos anteriormente, los materiales principalmente usados en estos monociclos son materiales baratos pero resistentes, como el acero. Sin embargo la llanta de este modelo, por ejemplo, está realizada en aluminio.



(2) Monociclo clásico o de iniciación.

El precio de estos monociclos de iniciación ronda entre los 60 y 90€ dependiendo de marcas, materiales y calidad en los acabados.

## 2.2. Monociclo jirafa o multi-wheel.

Este monociclo sigue la misma estructura que los monociclos anteriores, pero en este caso la transmisión se realiza mediante una cadena al piñón fijo de la rueda, es decir, el monociclo tiene una transmisión fija en la que si dejas de dar pedales la rueda deja de girar. No puede tener el mismo mecanismo que una bicicleta porque en el caso de dejar de dar pedales, la rueda sigue girando pudiendo dar lugar a una caída por no controlar el monociclo.

Sigue, como se dijo antes, una estructura similar a los monociclos de iniciación; esto quiere decir que suelen llevar una rueda pequeña (20" de diámetro) con la misma construcción en materiales, tanto en la horquilla como en la rueda, sillín o pedales. Lo que le diferencia del anterior y de forma notable es la altura, pues estos monociclos pueden llegar a medir en torno a los 1,50 metros de altura hasta casi los 2,50 metros o incluso más.



(3) Monociclo jirafa

Además, estos monociclos tienen otra manera de construcción que sigue la misma filosofía de altura, son los monociclos “multi-wheel” que hacen la transmisión como un monociclo clásico en un eje fijo en la rueda pero consiguen una mayor altura con la disposición de más ruedas en el monociclo.



(4) Monociclo multi-wheel

Los precios de estos monociclos ya ascienden algo más, llegando a valer alrededor de los 230€ los monociclos jirafa o entre 200€ y 330€ (dependiendo del número de ruedas) los monociclos multi-wheel.

## 2.3. Monociclo largas distancias.

Este monociclo es construido de forma similar a los monociclos clásicos o de iniciación y a los jirafa o el multi.wheel, ya que sigue la misma filosofía que todos de una horquilla y una rueda con un eje fijo. Sin embargo, en este caso, los materiales empiezan a ser más refinados y de más calidad.

Esto es debido a que el uso de estos monociclos comienza a ser más exclusivo, ya empezamos a entrar en un ámbito de un uso más asiduo en el que, gracias al tamaño de la rueda (aumentamos el tamaño de las 20" de los anteriores a estos que van desde las 24" a las 36"), se consiguen recorrer unas distancias mayores, es decir, más kilómetros de forma más rápida.

También se mejora el confort gracias a la realización de sillines más acolchados y a que al ser la rueda más grande las irregularidades del terreno se absorben mejor.

Al ser la rueda más grande, la llanta tiene que ser más resistente u optar de un mayor número de radios, más que en las bicicletas. Añadiendo, además, que estos monociclos suelen verse acompañados de un freno, ya que el momento de inercia que crea la rueda al girar es más grande por su mayor diámetro y detenerla costaría más que un monociclo de los anteriores. También se les suele dotar de un manillar para aumentar el confort y la postura a la hora de circular con él.



(5) Monociclo largas distancias

En cuestión de materiales nos comenzamos a centrar en aluminios de mayor calidad para la construcción de las piezas estructurales como la horquilla, la llanta o la tija del sillín. Sin embargo tendrá más variedad de materiales también por el cambio del número de piezas que este montará, como disco de freno, maneta de freno, sistemas hidráulicos, mejoras en los rodamientos, etc...

En relación a los precios, éstos ya varían tendiendo a subir debido a lo exclusivo que empiezan a ser estos monociclos y lo exclusivos que son también los materiales, buscando unas características determinadas para este uso. Podremos encontrar monociclos de largas distancias de entre 80€ y 210€ los de tamaños más pequeños (24") y hasta 690€ los de tamaño mayor (36").

## 2.4. Monociclo de montaña o de Cross.

En este caso se estudiarán los monociclos que podrían llamarse “todo terreno”, es decir, estamos viendo unos monociclos que nos servirán tanto para ir por caminos, por el campo, como para meternos de lleno en la montaña haciendo rutas.

Esto lo podemos realizar gracias a la principal característica de estos monociclos que es lo resistentes que pueden llegar a ser, soportando con creces los ciclos de esfuerzos a los que son sometidos con los baches, cambios de terrenos y de niveles.

La construcción sigue siendo la misma y con relación a los tamaños pasamos a unos más medios, estando comprendidos entre las 24" y las 29" de rueda. También pueden venir acompañados de un freno para un mejor control en los cambios de nivel y con sus partes estructurales construidas en aluminio.

Sin embargo, esta resistencia característica de estos monociclos es gracias a los ejes que suelen montar, los cuales son los que soportan los mayores esfuerzos, pues es dónde se concentran todas las cargas y por lo que tienen que ser muy resistentes.

Añadiendo además que las llantas que suelen montar estos monociclos suelen ser llantas construidas con doble pared para ofrecer una mayor resistencia y además con un mayor número de radios (48 radios frente a los 32 o 36 que suelen montar los de larga distancia).



(6) Monociclo de montaña/cross

Los precios de estos monociclos no varían mucho en comparación con los anteriores ya que, al igual que ellos, tienen piezas que buscan características concretas para lo que van a ser usados. Estos precios varían entre los 260€ hasta los 850€ que pueden llegar a costar los de más altas prestaciones.

## 2.5. Monociclo de trial o FreeStyle/Street.

Estos monociclos son usados de maneras más agresivas para los materiales, es decir, con estos monociclos se salta para evitar obstáculos o para realizar trucos con ellos, por lo que los materiales tienen que resistir golpes y choques, sobre todo las ruedas.

Además la construcción de sus partes como los sillines o las bielas son diferentes a los anteriores. En el caso de los sillines, estos son más finos para disminuir peso y para optimizar el agarre a la hora de saltar con el monociclo, ya que cuando se pretende saltar con un monociclo se consigue agarrando el sillín y tirando de él. La construcción de las bielas será más resistente, pues estas recibirán golpes en su uso. Incluso las ruedas serán diferentes a los anteriores, cambiando aspectos como el tamaño para tener una mayor estabilidad.

El tamaño o diámetro de las llantas se queda en un tamaño reducido, esto es debido a que el control y el manejo es mejor con un tamaño menor (se usan las 20" como en el monociclo de iniciación).

También destacaremos la sección de las horquillas que suelen ser de forma cuadrada para cambiar el momento de inercia y aumentar la resistencia a flexión y a impacto, haciendo el monociclo más resistente. Además, el eje de la rueda que usarán estos monociclos será similar a los de montaña, esto es debido a que son lo suficientemente resistentes para lo que van a ser usados.



(7) Monociclo de trial o FreeStyle/Street

Los precios de estos monociclos no son excesivamente elevados, ya que este es el estilo de monociclo más popular y como consecuencia más vendido de todos los estilos, obteniendo unas mayores economías de escala. Este precio ronda 460€.



# 3

## ■ Descripción y justificación de la solución adoptada.

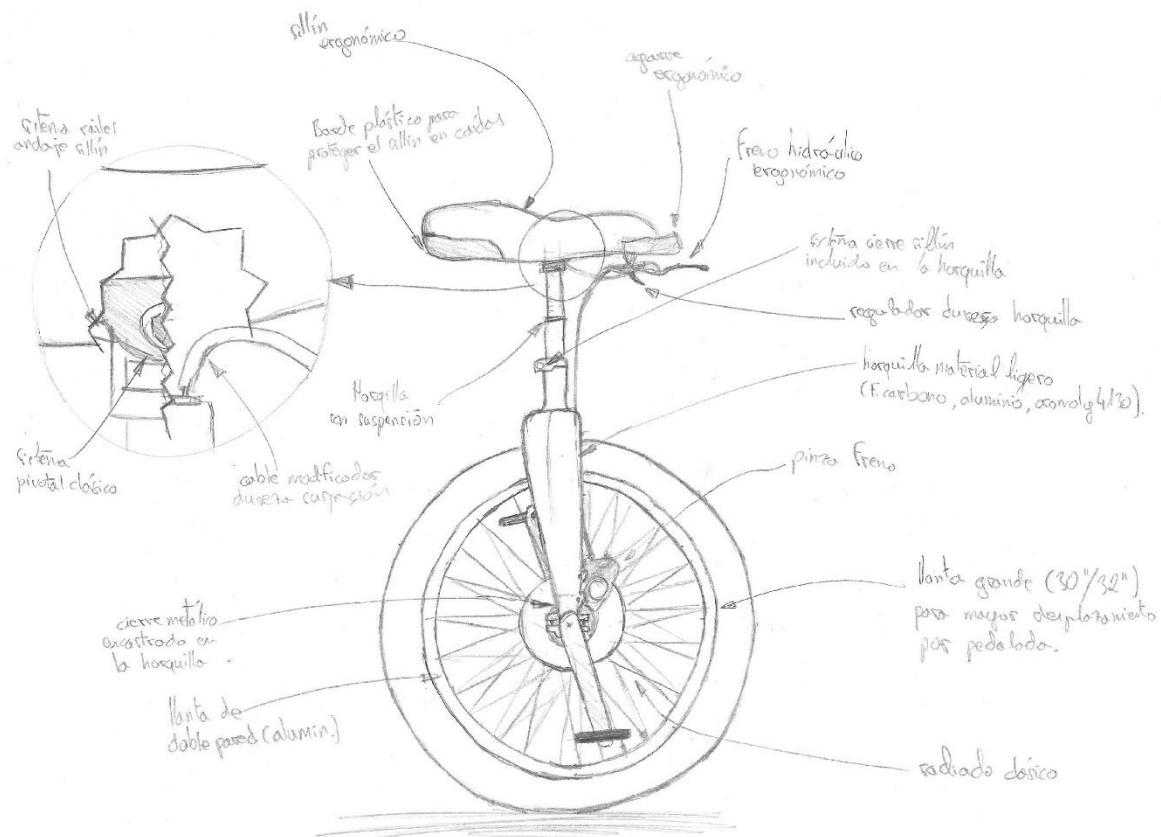
### 3.1. Descripción.

Una vez ya realizado el estudio de mercado, se pasará a la realización de un monociclo polivalente que sirva tanto para largas distancias, como para rutas en campo, de montaña y/o por caminos.

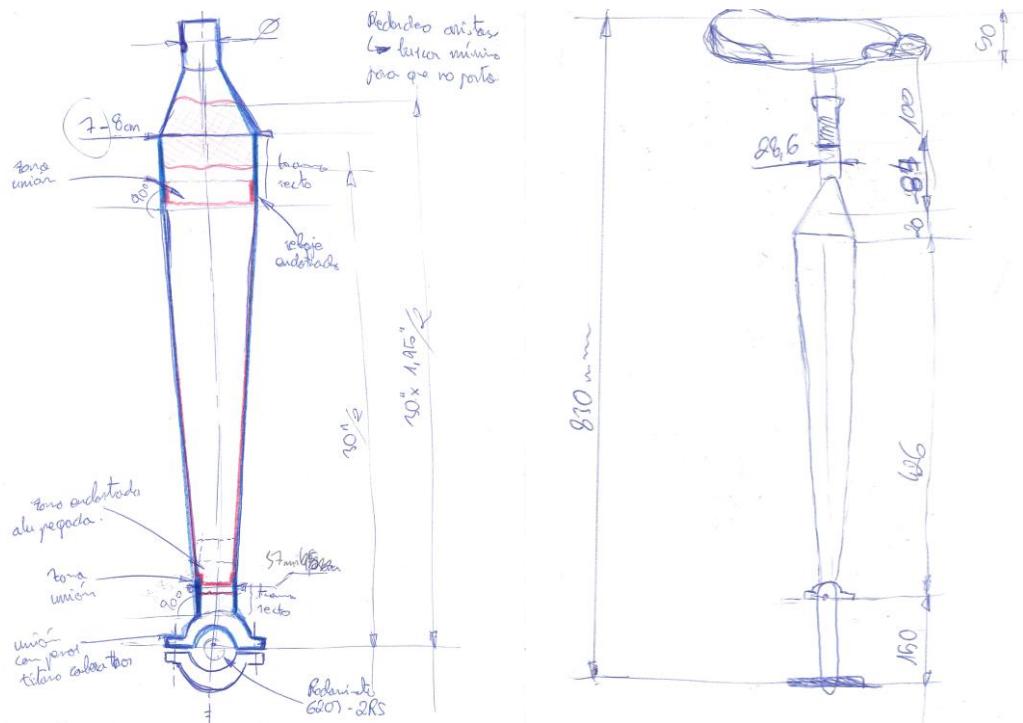
Este trabajo no se centrará en la realización de un monociclo al completo, si no que **se realizará el diseño e innovación en cuestión de estética y de materiales de la horquilla de un monociclo.**

Además se optará por la incorporación de accesorios que ya empiezan a ser comunes y normales en las bicicletas y que se puedan incluir en el monociclo (los cuales se explicarán más adelante).

## Boceto final seleccionado.



(8) Boceto conjunto monociclo



(9) Boceto horquilla

Se puede observar que la línea de la horquilla adquiere una sección rómbica con aristas redondeadas. Esta sección rómbica es constante, sin embargo hacemos un cambio de dimensión constante a lo largo de los brazos de dicha horquilla. Los procedimientos de ensamblaje y el material, así como sus características más destacables, serán explicados en sus correspondientes apartados posteriores.

En cuanto al tamaño, se opta por hacer un tamaño algo singular, 29" de diámetro de rueda, ya que parece que será lo correcto si se quiere un monociclo polivalente. El porqué de esta opinión reside principalmente en que, como pudimos ver, los monociclos de largas distancias podían llegar a tamaños de ruedas de hasta 36" y que, por el contrario, los de montaña y/o cros tienen un tamaño más reducido, 29". Conclusión, se decide por el mayor tamaño posible en montaña que aumente el confort en carretera.

## 3.2. Justificación de la solución adoptada.

Se realizará este rediseño en la horquilla del monociclo porque principalmente se quería buscar una línea más deportiva y más limpia, por ello se realiza una línea rombica.

Otra de las razones por las que se realza esta estética es por la construcción en el material que se ha elegido. La idea principal es la construcción de la horquilla en fibra de carbono, idea que no se abandona hasta el final del proyecto. Sin embargo, sí hay duda sobre qué tipo de fibra de carbono usar. Este tema será abordado en la sección de materiales.

En conclusión, viendo lo existente actualmente en el mercado del monociclo se puede apreciar que una gran variedad de monociclos están construidos en aluminio, un material liviano y resistente pero que a la vez es muy costoso de conseguir, si es un aluminio de primera calidad, y contaminante de obtener, aunque sea aluminio de segunda calidad, ya que para que sea aluminio de segunda calidad primero ha tenido que ser de primera, por lo que su obtención es contaminante.

Al realizarlo en fibra de carbono, la contaminación es menor que al realizarlo en aluminio. Pero no es ésta la principal razón por la que decidimos construir el monociclo en fibra de carbono; la principal razón, aparte de lo anterior descrito, es por la solución innata que nos daría en la construcción de curvas y/o redondeos pensados en el diseño de la horquilla.

Así pues, gracias al conocimiento de este tema y al estudio de él para complementar dichos conocimientos, sumado al estudio de mercado realizado, se percata la oportunidad de innovar en horquillas de monociclo, sobretodo en material, con un material que hoy en día está en auge en el mundo del ciclismo, ya que está siendo utilizado tanto para bicicletas de montaña o BTT como en bicicletas de carretera, incluso de ciclocrós.

Además, otro punto de innovación es la adicción de una tija con suspensión de confort incluida. Ésta será explicada en el apartado de componentes.

## Diseño final



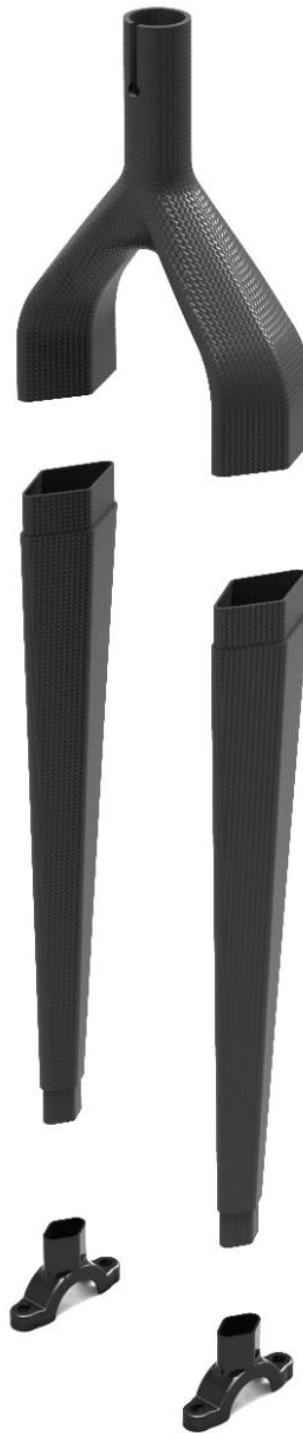
(10) Conjunto horquilla en 3D.



(11) Vistas conjunto horquilla

### 3.3. Componentes.

En relación a los componentes del objeto diseñado, la horquilla, podríamos subdividirla en las diferentes partes que la formarían a la hora de fabricarla para ensamblarla.



(12) Horquilla despiezada

Este proceso, será explicado de forma más detallada en el apartado de procesos de fabricación.

Aun así tenemos que hablar de los diferentes componentes que vamos a incorporar en el monociclo que no nos encargaremos de diseñar. Estos elementos son los que se subcontratarán o, mejor dicho, se adquirirán a distribuidores para poderlos incluir al monociclo.

Antes de hablar de estos diferentes componentes que tendremos que adquirir, añadimos que el monociclo será puesto a la venta en dos versiones diferentes. Estas se diferenciarán únicamente en que una de ellas llevará un eje con marchas (explicado a continuación) y el otro modelo o versión será el que montará un eje de una única marcha o relación, es decir, un eje tradicional en el que podrá acoplarse un freno de disco para poder frenarlo.

En este proyecto, hablaremos principalmente del monociclo que más se quiere vender, que es el monociclo que montará un eje con marchas.

Así pues, se procede a hacer un listado de las diferentes piezas o componentes que montará el monociclo:

- Radios:

En el monociclo se montarán unos radios comerciales de 302mm de longitud obtenidos a un distribuidor. Dichos radios serán fabricados en aluminio y vendrán acompañados de sus respectivas cabecillas para realizar el apriete y centrado de la rueda del monociclo. Estas cabecillas son de latón y, todo el conjunto, vendrá pintado de color negro.

Nos dan un peso al monociclo de aproximadamente 245,813g y, comprados al distribuidor nos saldrían a un precio de 0,895€ por radio.

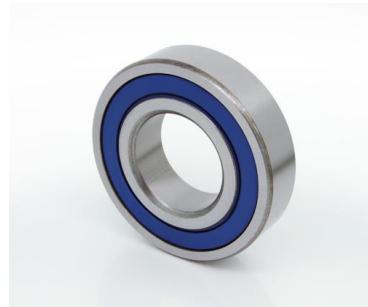


(13) Radios

- Rodamientos:

En relación a los rodamientos, puesto que tenemos poca mecánica, solamente montaremos dos, que irán montados en el eje del monociclo, soportando los dos el peso del monociclista y todos los castigos a los que este los someta.

Son rodamientos sellados del tipo 6203-2RS (según nomenclatura de SKF®) fabricados en Acero Al cromo y, puesto que cada uno pesa aproximadamente 67g, nos añaden un peso al monociclo de 134g.



(14) Rodamientos

- Buje o eje:

En este caso encontramos la pieza más cara y costosa del monociclo. Se trata de un buje con marchas, concretamente el buje Schlumpf Kris Holm®.

El precio elevado de esta pieza se debe a la complejidad de haber conseguido un buje de monociclo que contiene marchas o la posibilidad de avanzar a diferentes velocidades con la misma pedalada, es decir, el funcionamiento de este se resume en: presionando con el talón o tobillo el botón central del eje (en la imagen de color dorado) se puede optar por dos velocidades de marcha diferentes, una en la que el ratio de pedalada sea 1:1 y otra marcha en el que el ratio de pedalada sea 1:5, en otras palabras, una marcha en la que por cada pedalada la rueda avance una vuelta y otra en la que por cada pedalada se avance una vuelta y media de la rueda.

¿Qué se consigue con esto? Con esto conseguimos entonces que si este eje se monta en un monociclo de 24" avanzaremos como en un coker de 36" y si lo montas en uno de 36" conseguiríamos avanzar como en uno de 44", aumentamos la distancia recorrida por pedalada sin necesidad de aumentar más aún el tamaño de la rueda.



(15) Buje Schlumpf Kris Holm®.

Económicamente hablando, es un eje de monociclo caro, pero estamos dispuestos a montarlo en nuestro monociclo ya que estamos intentando buscar de lo bueno, lo mejor.

El precio es de 915,187€, precio de distribuidor, con un peso aproximado de 600g.

- Bielas:

Ya visto el eje del monociclo, se presentan las bielas que montará. Es de añadir que, montando el eje o buje anteriormente dicho, solamente podremos montar unas bielas de tipo ISIS de la marca KH.

Así pues, se opta por montar bielas, o de montaña o de largas distancias, dependiendo de lo que el cliente elija puesto que el precio es el mismo, Kris Holm Moment – ISIS – Aluminio.



(16) Bielas Kris Holm Moment – ISIS – Aluminio.

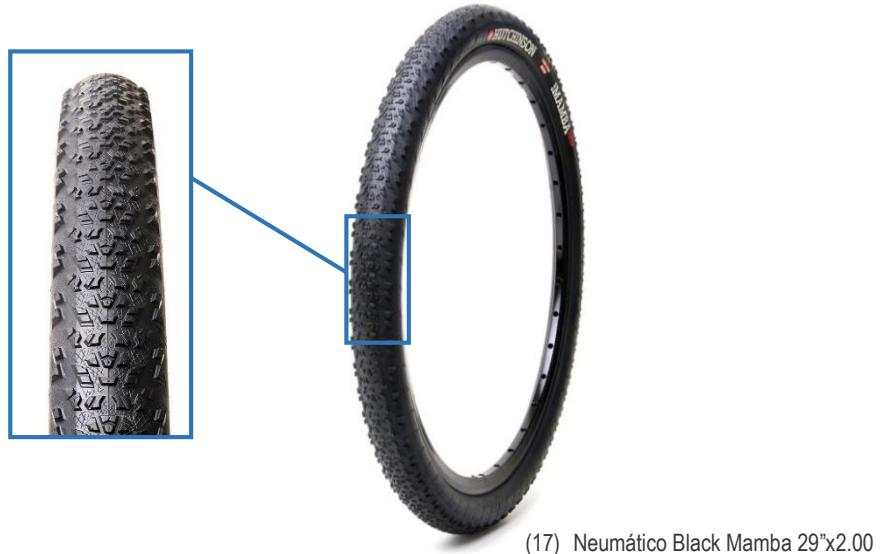
Estas bielas las adquiriremos al distribuidor por un precio de 49,223€ el par de bielas, y con un peso muy reducido de 60g por par de bielas.

- Neumático 29":

En el caso del neumático se busca un neumático que cumpliese con los requisitos de tamaño y de dibujo para poder utilizar el monociclo por cualquier terreno sin preocupación de que éste pierda adherencia.

Se opta por el neumático Black Mamba 29x2.00 tubeless de la marca Hutchinson

Este neumático es un neumático ligero, con un peso aproximado de 505g, y de buena resistencia, ya que aguanta de 3 a 6 bares de presión. Todo ello conseguido gracias al entramado de construcción de éste, el cual no es de los más densos del mercado (127 hilos por pulgada) que nos protegería mejor ante pinchazos, pero si aumentamos esa cantidad de hilos por pulgada, el peso de este también aumentaría no siendo lo que nosotros buscamos. Añadiendo, además, que el neumático está equipado con la tecnología Tubeless, lo que nos ahorra la instalación de una cámara para dar presión al neumático, y que por lo tanto nos ahorra peso.



(17) Neumático Black Mamba 29" x 2.00

El precio de distribuidor de nuestro neumático, finalmente, es de unos 38,063€.

- Llanta 29":

Por último, y para finalizar la rueda, se decide montar una llanta rígida Taurus de 29" para que concuerde con el tamaño seleccionado, fabricada en aluminio y con un precio de 12,675€ adquirida al distribuidor y un peso de alrededor de 600g.



(17) Llanta rígida Taurus 29"

- Pedales:

En relación a los pedales, principalmente se buscaron unos pedales funcionales que siguieran la línea de diseño del monociclo.

Se pretende equipar al monociclo con un diseño limpio y simple con una base sólida. Así encontramos los pedales de la marca wellgo, concretamente los pedales planos wellgo CNC M142.



(18) Pedales Wellgo CNC M142

La construcción de estos pedales se basa en un armazón construido en Aluminio 6061 extruido, al que se le mecaniza por CNC para obtener la forma final vista. El eje lo obtenemos de una aleación Cr-Mo, ya que es un material con excelente comportamiento en cuanto a esfuerzos mecánicos, ya sea de flexión o de desgaste de rozamiento; éste también está mecanizado por CNC. Añadiremos como característica importante, el montaje de rodamientos sellados en este pedal, con lo que se conseguirá un notable alargamiento de su vida útil.

Estas características hacen que tenga un peso reducido de 236g por par y que, sin embargo, el precio no sea demasiado elevado: 34,868€ por par.

- Cierre tija:

Se decide por el montaje de un cierre de tija simple, eficaz y fácil de usar en cualquier circunstancia. Para ello se opta por comprar el cierre rápido NIMBUS Double Quick fabricado en aluminio y en 5 colores diferentes.



(19) Cierre rápido tija NIMBUS Double Quick

En relación al peso vemos que es algo más pesada de lo que cabría esperar, 77g, pero aun así se incorporará a nuestro monociclo por las características anteriormente dichas y por el precio proporcionado por el distribuidor: 14,925€.

- Tija:

La tija es otra de las características con la cual se distinguirá la imagen de marca del monociclo y, además, podrá ser utilizado como estrategia de marketing para una mejor venta del producto.

Esta tija es una tija con suspensión incorporada que se basa, primordialmente de la utilización de varios muelles en su interior, para ser exactos, de 3 muelles, dando así una mayor sensación de confort.

Sin embargo, se verá necesario la realización de un rediseño de ésta, suprimiendo uno de los muelles y acortando el resto, ya que la tija no puede ser de la longitud en la que se comercializada. Además, también se necesitará un rediseño del soporte del sillín, pues estas tijas están construidas primordialmente para sillines con railes y, los del monociclo, son comercializados en un tipo de anclaje pivotal.

Estos rediseños en la tija del sillín serían ínfimos, por lo que no se presta más atención en la realización de ésta y finalmente se opta por tomar como válidos, para cálculos de presupuesto y de vista estética, la ofrecida y patentada por la marca Airwings®, concretamente la tija Evolution plata.



(20) Tija de sillín Airwings ® Evolution plata

Esta tija viene a pesar alrededor de los 736,5g y a costar 104,25€ (precio distribuidor).

- Sillín:

En relación al sillín se decide el montaje del sillín Kris Holm FUSION FREERIDE – Montaña de la marca KH.

La elección de este sillín fue inicialmente por la ergonomía que éste presenta, ya que la ergonomía en el monociclo es un tema importante, pues no deja de ser la posición del monociclista la que juega el papel más significativo en la estabilidad a la hora de montar en el monociclo.

Estas características ergonómicas que nos llamaron la atención fueron principalmente la hendidura prostática y el confort suministrado por su dureza, ideal para monociclos de Montaña y Largas Distancias.

Se añadirá también que este sillín fue elegido por la línea estética que sigue, ya que es concretamente lo buscado para el monociclo, y por la construcción de éste; posee un refuerzo trasero más alto para una mejor protección y durabilidad.



(21) Sillín Kris Holm FUSION FREERIDE – Montaña de la marca KH.

El peso aproximado de este sillín es de 816g y el precio de distribuidor de este sillín es de 31,5€.

- Tuercas y tornillería:

En cuanto a tornillería, no se buscará nada especial, tornillos de huella hexagonal de acero inoxidable (precio aprox. 0,455€ por unidad) y tuercas, de acero inoxidable también, autoblocantes (precio aprox. 0,188€ por unidad).



(23) Tornillo allen M6 y tuercas auto-blocantes

Todos estos tornillos serán de métrica 6 y no necesitaremos un amplio stock, ya que cada monociclo montará 4 tornillos y 4 tuercas.

# 4

## Materiales:

### 4.1. Materiales utilizados en los monociclos actuales.

Para comenzar la decisión sobre que material usar en el diseño de la horquilla del monociclo nos basaremos en el estudio de mercado realizado anteriormente, así podremos ver de qué materiales se suelen hacer los monociclos, dependiendo su estilo o su calidad.

Primeramente se puede observar que los monociclos de iniciación o de más baja calidad se fabricaban en materiales baratos y con las características necesarias mínimas. Este material es un aluminio de baja calidad obtenido de la segunda fundición de este material, es decir, en cierto modo es como si este material estuviese obtenido de productos reciclados.

Según vamos avanzando en dicho proceso de estudio de mercado observamos que el material utilizado no varía, se sigue usando aluminio como principal material de construcción en las horquillas de los monociclos. Sin embargo, las calidades de estos aluminios varían; se buscan ya características concretas dependiendo del uso que se le quiera dar al monociclo que monte dicha horquilla.

Vemos como los aluminios conseguidos para monociclos de largas distancias, por ejemplo, son unos aluminios livianos, pero a la vez que resistan las solicitudes a las que se someta, es decir, soporte el peso del usuario y las torsiones generadas a la hora de montar en dicho monociclo a la hora de mantenerse sobre él, pedalear y/o girar. En contrapunto a este monociclo tenemos los de montaña, también usado para caminos y largas distancias pero a éste se le somete a más fuerzas de choque por los baches o a mas momentos de torsión por los desniveles a los que se somete este estilo, sin embargo, seguimos utilizando el aluminio como material estructural.

Ocurre lo mismo con los monociclos de trial, Street o free style.

Este aluminio que todos los monociclos usan es, más concretamente, Aluminio 6061. Es una aleación endurecida que contiene, además del propio aluminio, magnesio y silicio, existiendo el aluminio en la mezcla en un porcentaje entre el 95,85% y el 98,56%. El resto serán materiales, como el hierro, cobre, cromo, zinc, titanio y/o manganeso, en menor proporción.

Además de alear el aluminio, cabe destacar que suele ir acompañado de un tratamiento

térmico, el cual viene dado por su nomenclatura T6 (tenemos, por lo tanto, un aluminio 6061 T6). Este procedimiento térmico hace que el aluminio presente una resistencia máxima a tracción que ronda los 290MPa y que el límite elástico pase a tener valores que puedan llegar a los 275MPa.

Estas características, aleación y tratamiento térmico, hacen por lo tanto que sea un material muy aclamado en este mundo. Sin embargo, en este proyecto se ha querido ir un paso más allá, ya que, visto la evolución de materiales en el campo del ciclismo, podemos pensar que, aunque el aluminio sea buena solución, hay razones más que suficientes para pensar en otros materiales como aleaciones más livianas de aceros, titanios y fibras de carbono, etc.

## 4.2. Materiales usados en el producto diseñado.

Ahora pues, la elección de este nuevo material ha pasado desde su realización en acero Cromoly 4130, el cual presenta una relación resistencia-peso que hizo barajar la posibilidad de poder usarlo, tocando materiales naturales como la madera o el bambú dado su ecodiseño o su facilidad de conformación; hasta polímeros como fibra de carbono o de vidrio por su alta resistencia y su ligereza, aunque el punto de su coste económico de fabricación echaba un poco por tierra el producto.

Como conclusión se decide realizar el monociclo de largas distancias en fibra de carbono ya que, a pesar de su coste económico se puede observar que unas grandes economías de escala pueden abaratar costes, es decir, a mayor número de producciones de esta horquilla en fibra de carbono, mayor será la amortización de gastos como por ejemplo en los moldes y en el resto del proceso de fabricación, además gracias al mundo del ciclismo, este material está teniendo un desarrollo más que notable en el campo de los deportes de deslizamiento como son las bicicletas y hasta los monopatines.

Se opta finalmente por él, principalmente, por sus características mecánicas. Se sabe que la fibra de carbono puede llegar con creces a la resistencia mecánica que tiene el aluminio anteriormente mencionado (aluminio 6061 T6), es más, puede alcanzar resistencias mecánicas envidiadas hasta por algunos aceros, y que además el peso se reduciría con creces debido al carácter polimérico de la fibra de carbono y a la disminución de espesores en las secciones de la construcción de la horquilla.

Tenemos así el primer los primeros puntos positivos de la utilización de fibra de carbono sobre la utilización del aluminio 6061 T6, pero además sabemos que el proceso de obtención de piezas en fibra de carbono es mucho más ecológico que el mismo proceso de obtención de las mismas piezas finales diseñadas para el producto en aluminio.

Esto es debido a que el proceso de obtención del aluminio es un proceso muy nocivo en cuanto a contaminación, ya que el aluminio no se obtiene directamente de la fusión de su mineral de origen, si no que se obtiene por electrolisis, (que es un proceso que consume mucha energía) aunque este gasto energético no se puede comparar al de la obtención de la fibra de carbono, ya que también necesita de mucha energía para poder obtenerse. Sin embargo, en cuestión de fabricación, al ser un diseño en el que la sección de la horquilla es variable, no se puede hacer con perfiles extruidos, por lo que debería hacerse en molde, y entonces sí que la utilización de fibra de carbono es mucho más fácil de usar y de conseguir la pieza final recortando en procesos con respecto al aluminio y recortando, por tanto, en costes.

Visto entonces que el material elegido es la fibra de carbono, ahora nos quedará elegir qué tipo de fibra de carbono.

Puesto que existen varios diferentes tipos en el mercado dependiendo de densidades, entramados y grosos. Estos tipos de fibras de carbono se pueden diferenciar por un índice K que va desde el 1K hasta el 12K, este índice nos indica de manera aproximada la anchura del tejido, la fibra de carbono 1K tiene un tejido que se aproxima a 1mm, las 6K aproximadamente 6mm, las 12K aproximadamente 12mm y así sucesivamente. La definición K está relacionada por cada 1.000 fibras de carbono que componen el tejido.

Añadido a lo anterior, y a modo de apunte, también hablaremos de la fibra de carbono HMX proporcionada y principalmente usada por la marca de bicicletas Scott®. Esta fibra de carbono tiene una mayor mano de obra en cuanto a la disposición en los moldes y al curado de la misma ya que estas fibras se componen de tejidos de fibras de carbono unidireccionales. Este tipo de fibras nos ofrecen una mayor libertad de disposición en los moldes ya que, al ser unidireccionales, pueden disponerse de tal manera que conformen la curva con mayor sencillez que una tela entramada ya que la entramada tiene la limitación de que el entretejido dificulta la conformación de curvas.

Este último es el material, la fibra de carbono HMX, era el material por el que nos destacamos desde un principio, sin embargo, finalmente, se optó por descartar esta opción ya que tiene un elevado costo de producción, el cual no rentabilizaría la calidad obtenida ya que encarecería excesivamente el producto final, viendo que el acabado deseado se puede obtener con la fibra de carbono corriente que se suele usar en las bicicletas.

Como conclusión, finalmente se opta por utilizar una fibra de carbono 3K, ya que, como se puede ver, es la más estandarizada actualmente en la construcción de cuadros o chasis de bicicletas, pienso que podría ser el tipo de fibra de carbono idónea y que, sin tener un excesivo precio ni de mano de obra ni de precio de cantidad, cubriría todas nuestras necesidades en cuanto a características mecánicas (módulo de Young: 230GPa, un coeficiente de Poisson: 0,39, alargamiento: 1,5% y una densidad de 1,76g/cm<sup>3</sup>).

Sin embargo, y en contra a todo lo anteriormente descrito, habrá dos piezas que sí que tendremos que realizar en el aluminio 6106 T6 citado anteriormente. Esas piezas son las zonas de las bridas de los rodamientos en la parte inferior de la horquilla (explicado más adelante), esto se debe a que ahí habrá un par de taladros en los que tendremos que realizar unos aprietes con unos tornillos para fijar los rodamientos del eje del monociclo a la horquilla, generando una zona de presión en la que actúa el tornillo y la tuerca que no resistiría la fibra de carbono.



(22) Detalles aluminio horquilla (casquillos)

Por lo tanto, tendremos unas piezas de aluminio obtenidas por inyección con sus posteriores procesos de acabado, que serán adquiridas a un distribuidor y que podrían ser incluidas en nuestro modelo sin problema alguno gracias a la adhesión de éstas con un pegamento polimérico explicado más adelante en la parte de procesos de fabricación de la horquilla.



(23) Detalles aluminio horquilla (casquillos)



# 5

## ■ Procesos de fabricación de la horquilla.

### 5.1. Fabricación.

Una vez se ha optado por la realización de la horquilla en fibra de carbono 3K se procederá a su fabricación.

Al optar por la producción en serie de esta horquilla en fibra de carbono, el proceso de fabricación que se llevará a cabo comienza con la elaboración de las diferentes partes que conforman la horquilla.

Esta elaboración tiene su comienzo en el corte de las diferentes capas de fibra de carbono que formarán cada parte de las piezas, para ello, se comenzará disponiendo las mallas de fibra de carbono de tal manera que se aproveche el mayor espacio posible, es decir, que no se desaproveche material, todo ello de manera computarizada. Una vez se esté conforme con la disposición de las diferentes piezas pasaremos al corte de éstas con un plotter controlado por ordenador que las cortará en una máquina de corte con mesa plana.

Ya obtenidos los diferentes cortes se pasará a la disposición de todas ellas para formar las diferentes piezas que formarán la horquilla del monociclo. Esta disposición no se hará de manera aleatoria, sino que, antes del corte, se pensó en como irán dispuestas las distintas capas de fibra para que la orientación de las fibras quede de tal manera que nos dé la resistencia requerida con el peso más óptimo. Todas estas capas se dispondrán cubriendo un elemento llamado vejiga, la cual se basa de una bolsa de aire con una forma aproximada de la pieza que vamos a realizar.

Después de cubrir dicha vejiga con las capas de fibra de carbono, esta se introduce en un molde obtenido como negativo de la pieza realizada por ordenador gracias al archivo 3D (CAD) de la horquilla, al cual se le ha aplicado un agente desmoldeante para facilitar el desmoldeo de la pieza. Una vez ya introducido y encerrado en el molde, éste se coloca en una prensa que, a la vez de cerrar el molde ejerciendo una alta presión constante por todo el molde, elevará la temperatura de éste para propiciar el curado de la resina epoxi que utilizamos para unir las diferentes capas. Posteriormente se

hinchará la vejiga para que las capas de fibra de carbono se adhieran a las paredes del molde, quedando con la forma requerida.

Ya alcanzada la temperatura y superado el tiempo de curado con esa presión constante procederemos a la extracción de la pieza del molde para que, los técnicos encargados de ello, revisen las piezas en busca de imperfecciones generadas por el agente desmoldeante. Una vez conformes con el acabado de la pieza, esta pasará a una fresadora guiada por CNC para realizar los rebajes oportunos en las zonas de los insertos para poder encajar las diferentes piezas, con las tolerancias y acabados superficiales requeridos.



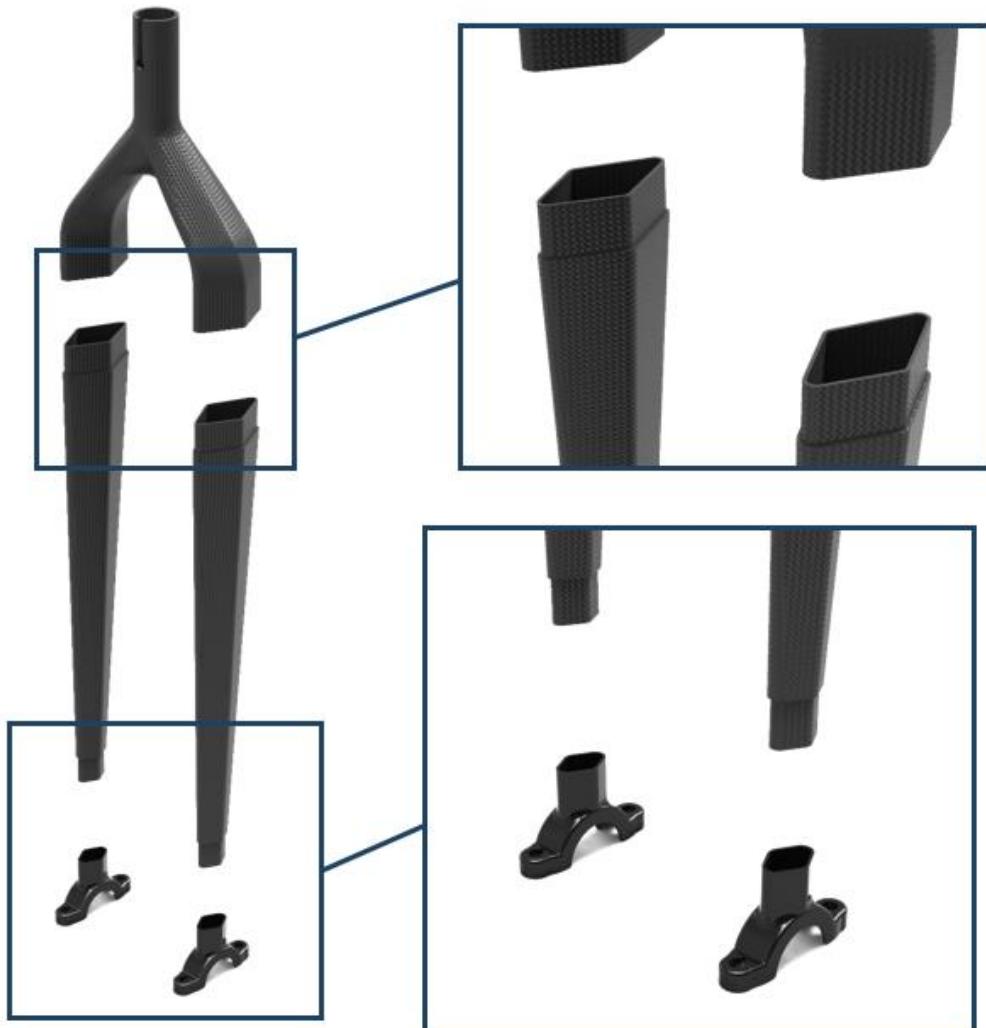
(24) Detalles fresado tija.

Tenemos que añadir, llegados a este punto, que la pieza que conformaría la parte superior se le sometería a un corte del sobrante en el tubo superior y el mecanizado de la hendidura para poder apretar y ajustar la tija del sillín.

## 5.2. Ensamblaje.

Posteriormente, ya obtenidas las piezas que conformarían la horquilla, procederemos al ensamblaje de éstas.

Además de las piezas obtenidas de fibra de carbono, los casquillos de aluminio donde se ajustarían los rodamientos del eje (en la parte baja de la horquilla), los mandaremos fabricar a una empresa externa, es decir, serán piezas subcontratadas añadidas posteriormente.



(25) Detalles fresado ensamblaje.

La unión entre las piezas de fibra de carbono se realizará con un adhesivo de base epóxica caracterizado por ser un adhesivo aeroespacial muy fuerte y duradero. Posteriormente se procederá al ensamblaje de los casquillos superiores que se unirán de la misma forma y con el mismo material.

Una vez unidas las piezas con este adhesivo de por medio se introducen las partes en un horno durante aproximadamente media hora para conseguir un buen curado del pegamento.

Como acabado final, se opta por dejar a la vista las capas de la fibra de carbono dándole un lacado tricapa, ya que opino que este material tiene su propia estética. Posteriormente se le someterá a un curado en horno, sometiéndola a una temperatura de entre 70 y 90 grados centígrados, para que la laca adquiera dureza y un acabado cristal, acabando el proceso con su posterior inspección de calidad.

Finalmente, se procederá a la incorporación de nuestra imagen corporativa en el monociclo añadiéndola por la adición de una calcomanía, así como dotar a cada horquilla de su número de serie con una pegatina.

## 5.3. Calidad.

Una vez obtenida la horquilla ensamblada y antes de proceder a realizar la operación de acabado superficial, se realizarán una serie de operaciones con las que validaremos la conformidad de que la horquilla está siendo construida de manera correcta y que cumple los requisitos exigidos.

Para ello, una vez ensamblada, esta será dispuesta en una mesa de mediciones electrónica diseñada para este fin en la que corroboraremos que las piezas han sido correctamente ensambladas, quedando correctamente alineada y siguiendo estrictamente las medidas del diseño.

Sin embargo, a lo largo del proceso de fabricación, este proceso de calidad no será el único que experimentará la horquilla. Como se dijo en el apartado de fabricación, al salir las piezas de fibra de carbono del molde, se les someterá a una serie de inspecciones visuales de la superficie para ver que el agente desmoldeante del molde no ha dejado imperfecciones y, en el caso de encontrarlas, corregirlas.

Además, una vez se haya pasado ya por todos los procesos mencionados, en otras palabras, una vez se haya lacado y horneado la horquilla, se someterá a otra inspección visual para comprobar: que la laca ha cubierto de manera uniforme toda la horquilla, que tiene el mismo espesor de capa por toda la superficie, que no hay partes que hayan quedado sin cubrir, etc... Además, en este último proceso no se le incorporará la calcomanía de nuestra marca hasta que el operario no esté conforme de que el acabado final y la calidad de la horquilla sea la adecuada.

# 6

## ■ Montaje, embalaje y transporte.

Llegados al punto en el que ya hemos obtenido la horquilla., se procederá a montar el resto del monociclo para su posterior embalaje y transporte.

Primeramente se instalará la rueda, la cual ya habrá sido montada y equilibrada anteriormente en otra sección de nuestra empresa. El montado de los componentes que conforman la rueda y su posterior equilibrado sigue el mismo proceso que el de una bicicleta, montando los 32 radios a 3 cruces (esto quiere decir que en la línea que va desde la cabecilla del radio hasta el buje, éste se cruza con 3 radios diferentes; y así ocurre con todos los demás radios de la rueda) y equilibrándola para que ésta siga una trayectoria recta sin desviaciones, ya que si se suprimiese este paso, el desgaste tanto del monociclista como de los componentes se acusaría de manera pronunciada. Después se instalará el neumático y se le adquirirá una baja presión que no es suficiente para montar en el monociclo, ya que la presión correcta se hará o por el usuario o cuando el monociclo se encuentre completamente instalado en el punto de venta.

Ya instalada la rueda, se montarán las bielas en el buje, dejándolas bien ajustadas, seguido del cierre de la tija. Posteriormente se insertará la tija del sillín pero no se ajustará del todo, ya que será el usuario el que realice este ajuste dependiendo de su altura y comodidad a la hora de montar.

El sillín y los pedales se empaquetarán de manera separada para ahorrar espacio y prevenir que el embalaje se deteriore por éstos. Sin embargo, ambos serán recubiertos de plástico protector de burbujas para que lleguen en buenas condiciones a su destino.

Ya montado el monociclo se procederá al embalaje de éste. Inicialmente, la parte estructural y más importante de nuestro monociclo, la horquilla, será recubierta con tubo de espuma de polietileno para protegerla, seguidamente tendremos dos formas de presentarlo: cuando lo vendamos a un usuario en particular o por menor y cuando lo vendamos a una tienda o por mayor.

La diferencia reside en que en un embalaje meteremos un único monociclo cuando es para un usuario particular, y que meteremos tres monociclos en un mismo embalaje, para aprovechar más el espacio, cuando los monociclos son adquiridos por una tienda o al por mayor.

El espacio sobrante que quedará en las cajas será rellenado con un material de relleno. Este material de relleno será una espuma vegetal 100% biodegradable (un saco de 150litro nos cuesta alrededor de 39,67€ la unidad) que tiene una capacidad de absorción de humedad y líquidos del 600% y que absorbe impactos 1,8 veces mejor que el poliestireno expandido.

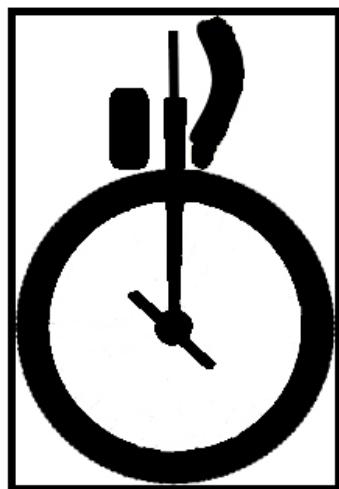


(26) Material de relleno (espuma vegetal)



(29) Tubo protección horquilla (polietileno espumado)

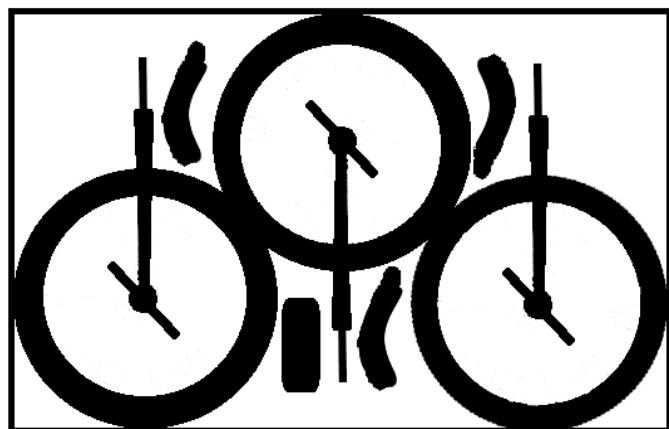
- **Presentación esquemática de la disposición del producto en una caja de cartón para la distribución al por menor**, es decir, para usuarios particulares:



(30) Esquema distribución única.

En este caso, la caja tendrá una medida de ancho de 736mm, el largo será de 250mm y el alto de 1700mm.

- **Presentación esquemática de la disposición del producto en una caja de cartón para la distribución al por mayor**, es decir, para tiendas de venta cara al público:



(31) Esquema distribución múltiple.

En este caso las dimensiones de altura y longitud serían las mismas que en el caso anterior, pero el ancho de esta varía a 1800mm.

En el primer caso, el envío se encargará la empresa transportista que encarguemos para ello, sin embargo, en el segundo caso, el empaquetado será realizado por la empresa de tal manera que se introducirán tres monociclos por caja, como se ha visto antes, para poder rentabilizar el envío.

Estas cajas serán apiladas en palets europeos de 1200x1800, llevando cada palet 4 cajas con un total de 12 monociclos.



(32) Distribución en pallet,



# 7

## ■ Logotipo.

En relación al diseño de la imagen de marca se opta por el nombre XFR (extrem free ride) incluido en dos formas básicas: el círculo y el rombo.

La explicación de esta elección es debido a que con el círculo se logra ser fiel a una gran representación, a la única rueda de un monociclo, mientras que el rombo es el símil del porqué nuestra marca es diferente al resto, la horquilla, la cual está construida con una sección rómbica.

La disposición de ambas formas, así como el nombre, se realizan de tal manera para que transmitan una sensación de estabilidad, es decir, se busca un logotipo simétrico con fuerza de peso en el contraste de azul y negro en la que el rombo, gracias a ser una figura geométrica simétrica en los 2 ejes, como la mayoría de los paralelogramos, dé una sensación de fuerza y estabilidad.



(33) Logotipo XFR



# 8 ■ Anexo I: Ergonomía.

En cuestiones ergonómicas nos centraremos inicialmente en el estudio de la posición del usuario, la cual se asemeja bastante a la posición de una persona cuando monta en bicicleta y cuya filosofía es similar, a la hora de montar en un monociclo apropiado para su altura y medidas antropomórficas.



(34) Posición montado.

En esta imagen se puede observar como a la hora de mantenerse estable en el monociclo en movimiento, la línea del sillín suele ir paralela al terreno, sin embargo cuando se pretende subir o bajar cuestas, la inclinación de esta línea varía. Esto es debido a que el monociclista pretenderá contrarrestar la acción de la gravedad modificando su inclinación para conseguir que el centro de gravedad del conjunto hombre-monociclo recaiga sobre el punto de contacto del monociclo con el suelo.

Dejando aparte el caso especial en el que el monociclista sube o baja pendientes o sortea desniveles, se observa que la postura en el monociclo es una postura cómoda y erguida. Esto se debe a que gracias a esta postura se logra colocar mejor el centro de gravedad en la vertical del punto de contacto del monociclo con el suelo, además de proporcionar una mayor facilidad en el juego de mantener esta idea.

Otro dato ergonómico interesante es uno muy similar al que se puede encontrar en las bicicletas. Esto es que cuando el conjunto pies-bielas se encuentra en una posición de reposo en la que estos están en posición horizontal o paralelos al terreno, la altura de la tija será la correcta siempre y cuando la vertical trazada por la rodilla siguiendo la línea de la tibia y el peroné forme un ángulo de 90° con el terreno o, en otras palabras, en la posición de distancia máxima de pedal-sillín:



(35) Forma de medir tallas en bicicleta (similar en monociclos).

La pierna tiene que llegar sin problemas. Para ello el usuario colocará la tija a una altura en la que en esta situación éste llegue con la pierna totalmente estirada y apoye el talón, así, cuando esté usándolo, llegará de manera cómoda, pues el usuario apoyará la puntera, disminuyendo de esta forma la distancia media primeramente.

Una vez estudiada la postura del usuario sobre el monociclo, se pasará a ver cuáles son los requisitos en cuanto a medidas para que éste logre una postura cómoda sobre el monociclo y como lo solventamos en nuestro diseño.

Se observa, según la siguiente tabla, las medidas, dependiendo de la altura de la persona, el tamaño del monociclo que debería o podría montar, o que longitud de bielas es aconsejable que monte:

| Tamaño del monociclo              | Longitud mínima de la pierna |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 12"                               | 48 cm                        |
| 16"                               | 55 cm                        |
| 18"                               | 58 cm                        |
| 20"                               | 61 cm                        |
| 24"                               | 68 cm                        |
| 26"                               | 74 cm                        |
| 36"                               | 84 cm                        |
| Muni 19" / 20"                    | 64 cm                        |
| Muni 24"                          | 77 cm                        |
| Muni 29"                          | 77 cm                        |
| Principiantes, incluso 2 cm menos |                              |

(36) Tabla 1: comparación tamaño rueda/longitud pierna.

| Tabla de Medidas Popular |                   |                   |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Altura                   | Entrepierna       | Longitud de Biela |
| Menos de 152 cms         | Menos de 70 cm.   | 165               |
| Entre 152 y 158,5 cms    | Entre 70 y 74 cm. | 167.5             |
| Entre 158,5 y 174 cms    | Entre 74 y 80 cm. | 170               |
| Entre 172 y 183 cms      | Entre 80 y 86 cm  | 172.5             |
| Entre 183 y 198 cms      | Entre 86 y 93 cm. | 175               |
| Mas de 198 cms           | Más de 99 cm.     | 177.5 - 180.0     |

(37) Tabla 2: comparación altura/longitud pierna/longitud biela

Como conclusión, en el monociclo diseñado, se actuará, dependiendo de la altura de la persona, ajustando correctamente la altura de la tija gracias al cierre rápido con el que se dotará al diseño final del monociclo y, además, montando las bielas de la longitud adecuada que nuestro usuario precise.



# 9 ■ Anexo II: Datos finales y Análisis por Elementos Finitos (FEM).

Utilizando los materiales anteriormente dichos hemos obtenido el siguiente peso para sus respectivas piezas:

- Brazo de la horquilla: 92g cada una
- Casquillo superior: 18g cada uno
- Casquillo inferior: 13g cada uno
- Cuerpo superior: 137g

Estos pesos, sumados a la resina epoxi usada para unirlos, el proceso de lacado y las calcomanías con la imagen corporativa y de advertencias, nos hacen tener una horquilla que no se acerca al medio kilogramo de peso, para ser concretos 453g.

Esto, sumado al peso de los componentes detallados en el apartado de componentes nos hace tener un monociclo de 4463.31g, o lo que es lo mismo, un monociclo de 4,5kg, mientras que los monociclos existentes ahora mismo en el mercado están entorno a un peso de 6kg.

| Monociclos en el mercado | Monociclo diseñado |
|--------------------------|--------------------|
| 6.000 g                  | 4.500 g            |

(38) Tabla 3: comparación pesos monociclo alta gama y diseñado

Posteriormente se dará paso al análisis por elementos finitos en el que se estudiarán los diferentes casos de estrés a los que se podría someter el diseño de nuestra horquilla.

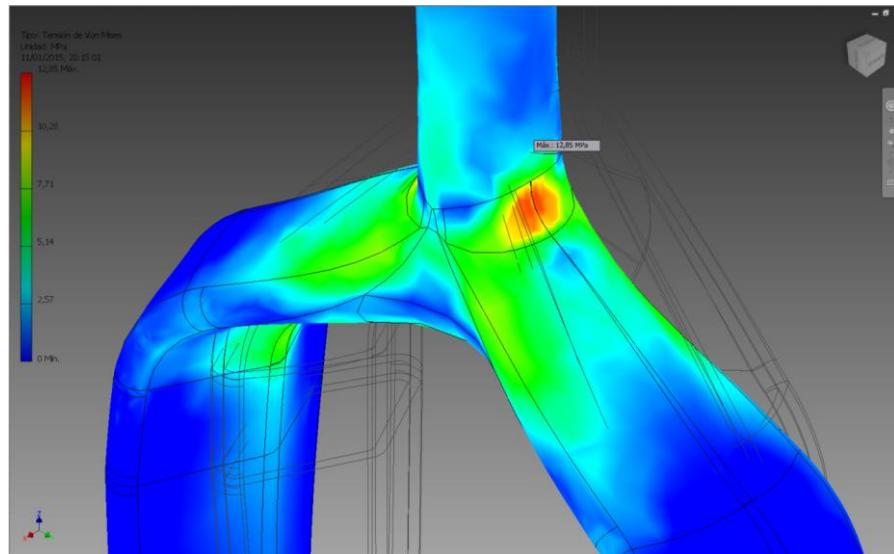
Optamos, principalmente, por realizar el análisis de tal manera que nuestra horquilla soportaría el peso de una persona de 80Kg directamente en la parte reservada para el alojamiento de la tija ignorando que la tija tiene su propia suspensión y absorbería el impacto, ya que, si en este primer análisis se encuentran fallos, el diseño sería inservible, teniendo que volver a empezar desde el principio el rediseño completo.

### Imágenes finales del monociclo:



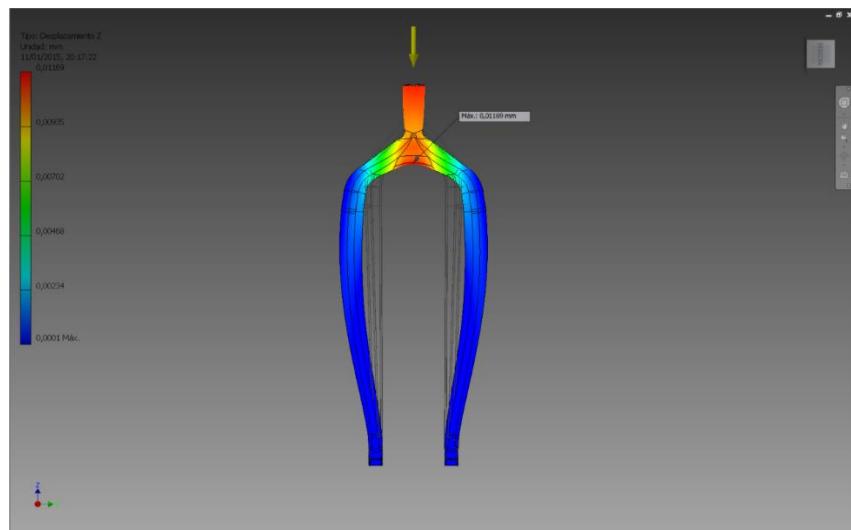
- **Usuario de 80kg montado en el monociclo en estático:**

En este análisis, se realiza un estudio aplicando toda la fuerza de un peso estático de 80kg en la parte superior del cuello del tubo donde irá la tija y se apoyará la horquilla en los casquillos superiores, así se obtiene que el punto más problemático, en cuanto a tensiones, es la zona de cambio de sección en el cuello de la horquilla. Como resultados se observa que la tensión máxima de Von Mises a la que se somete es de 12,85MPa, y que por lo tanto, como el módulo de Young de nuestro material es de 230GPa, se obtiene como solución que el diseño aguanta con creces este caso.



(40) Zona máximas tensiones en estático

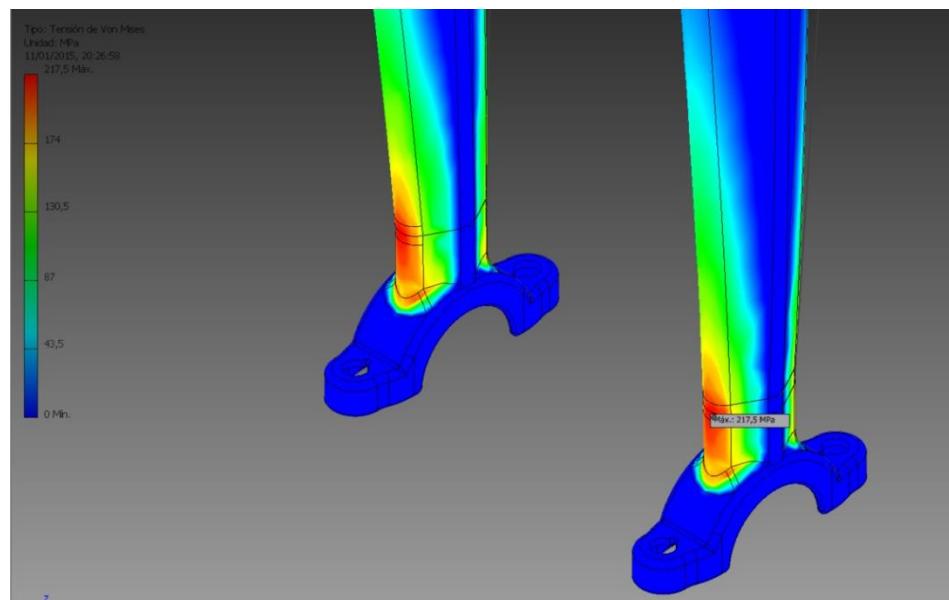
Además, se añade al estudio la solución de un desplazamiento máximo en el eje central (eje Z) de 0,01169mm, lo que se toma como un resultado más que admisible.



(41) Zona máximas desplazamientos en reposo

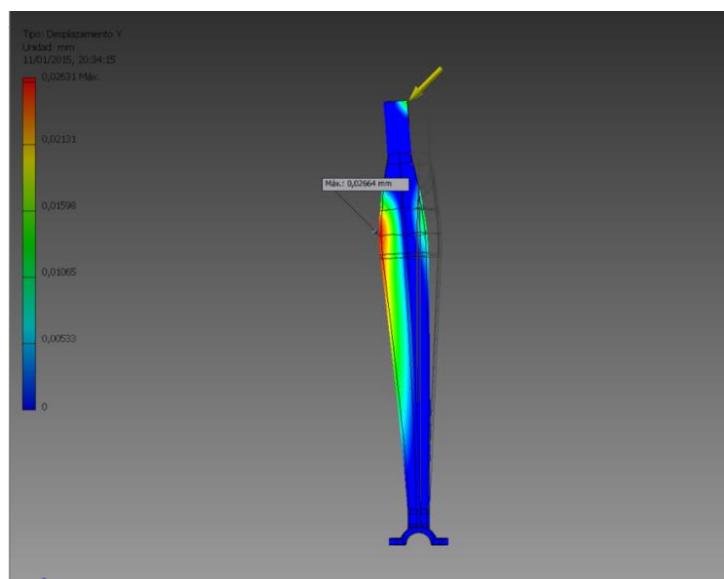
- **Usuario de 80kg montado en el monociclo manteniendo el equilibrio a 45º de inclinación con respecto al suelo:**

En este caso se realiza el estudio en el caso de que el usuario esté en una pendiente con cierta inclinación y que además él esté manteniendo el equilibrio para no caerse. Para ello se supone un caso extremo de que el ángulo formado entre el eje vertical del monociclo y el suelo sea de 45º. Como solución se observa que el punto que sufre mayores tensiones se encuentra en la unión de los casquillos superiores con la horquilla, siendo esta tensión de Von Misses de 217,5MPa por el diseño también lo soportaría.



(42) Zona máximas tensiones inclinado

En este caso se arquearía una distancia hacia delante (o hacia atrás, dependiendo de hacia donde se incline el usuario) 0,02631mm, lo cual también es admisible.

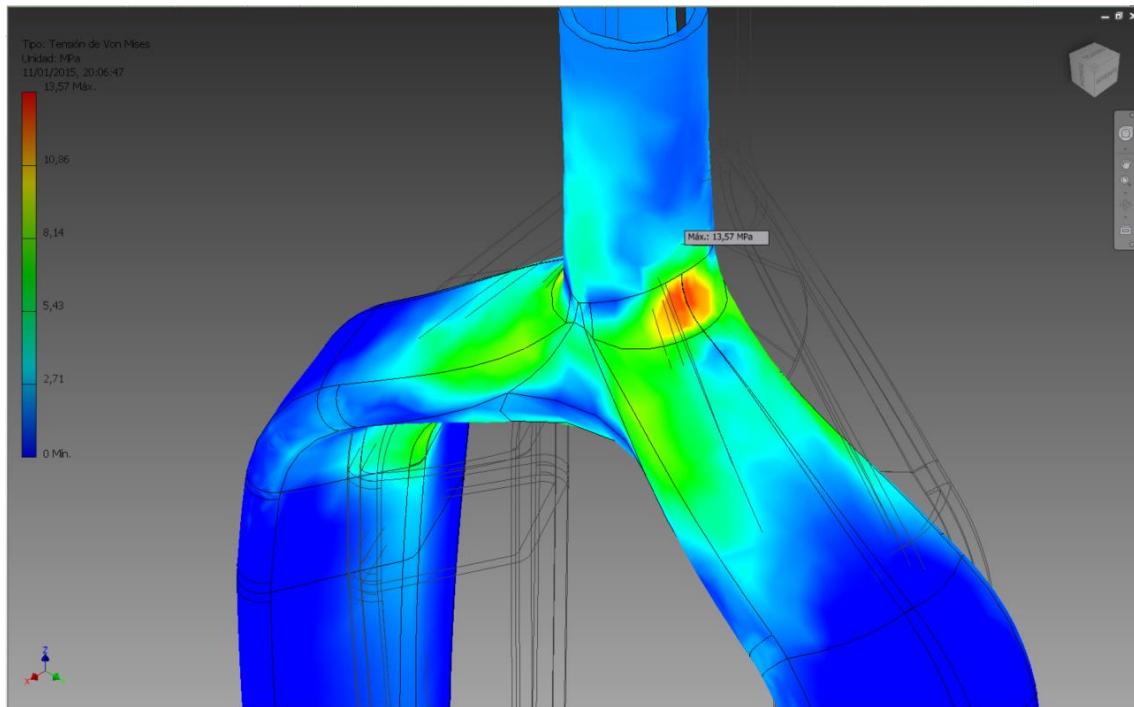


(43) Zona máximas desplazamientos inclinado

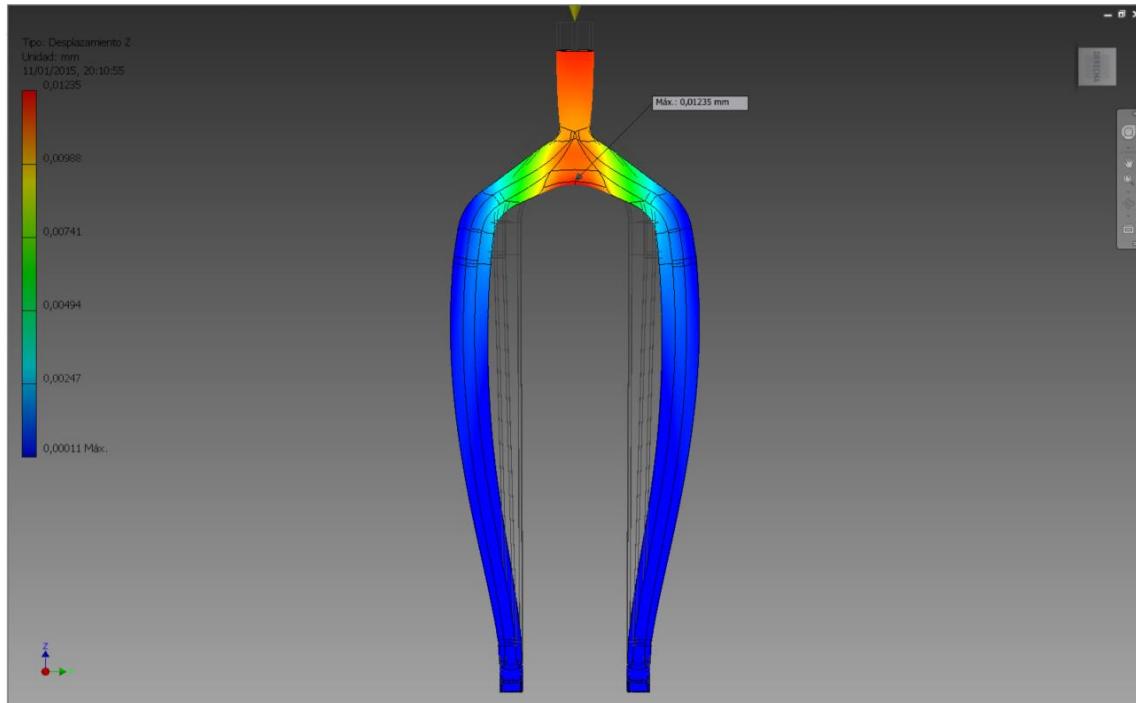
- Por último, se toma el supuesto de que el **usuario de 80Kg, sumando los 4,5Kg del monociclo, tuviese que pasar un obstáculo de 60cm sentado en el monociclo y cayendo todo el peso sobre la horquilla, y sobre 1,50m de altura en el mismo caso:**

En el caso de caer de 60cm se observa que el punto con mayores tensiones se concentra en el mismo que en el caso de estar sentado sobre el monociclo en estático (en el cambio de sección del cuello de la horquilla).

Se finaliza con la obtención de unos valores de tensiones de Von Mises en este punto de 13,57MPa, algo superior que en el caso estático, pero no lo suficiente como para deteriorar nuestro diseño, por lo que aceptamos como válido este valor.



Con relación a los desplazamientos obtenidos en el estudio, al igual que en las tensiones, observamos un valor algo superior al del caso estático, pero aun así, seguiría siendo un valor más que admisible. Este valor es de 0,01235mm en el eje del monociclo.

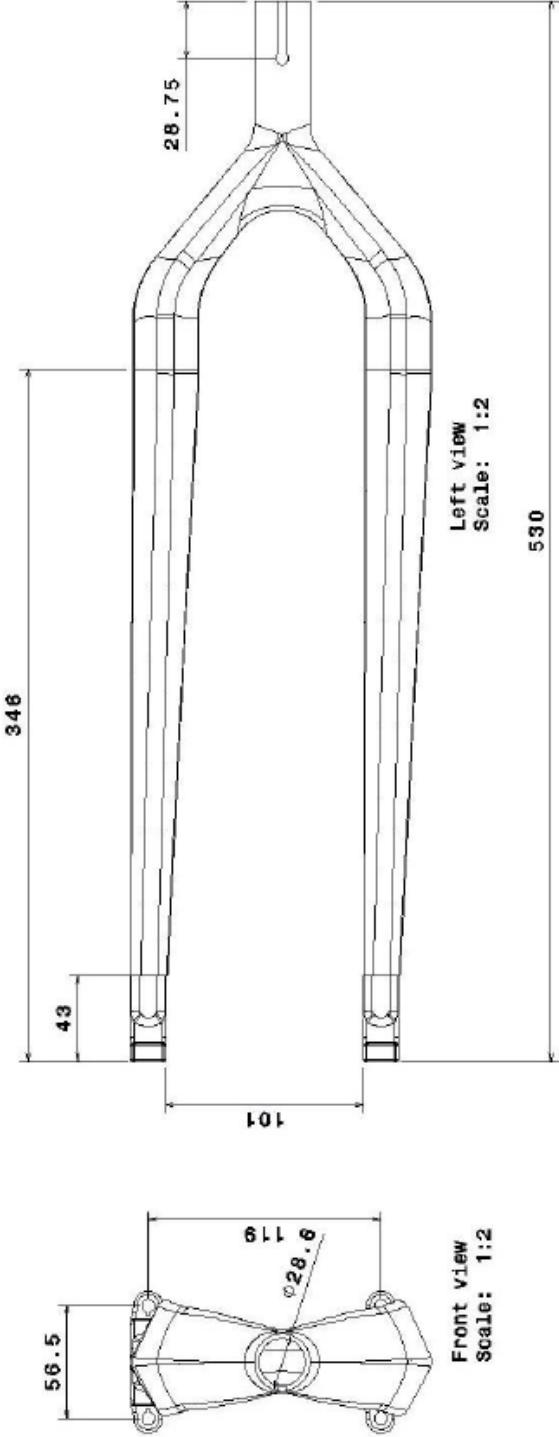


(45) Zona máximas desplazamientos pasando obstáculo

Por otro lado, en el supuesto de una caída con el usuario montado desde una altura de 150cm, obtenemos una fuerza de impacto al llegar al suelo similar, debido a que no variamos en exceso la altura (90cm), así que los resultados serían similares.

Como conclusión entonces llegamos a la convicción que el diseño de la horquilla aguanta perfectamente las solicitudes al que será sometido, por lo que el diseño está correctamente construido, pudiendo asegurar al comprador que el monociclo será de altas prestaciones.

# 10. ■ Anexo III: Hojas de procesos.

|   |   |  |
|---|---|--|
| UVA.EII   | <b>HOJA DE PROCESOS</b>                     | Fecha: 15/01/15                                    |
|   | Proceso obtención de horquilla              |  |
|   | Material:<br>Aluminio y fibra de carbono 3K | Material Bruto:<br>Malla fibra de carbono en rollo |
| Croquis:  |   |  |
|  |   |  |

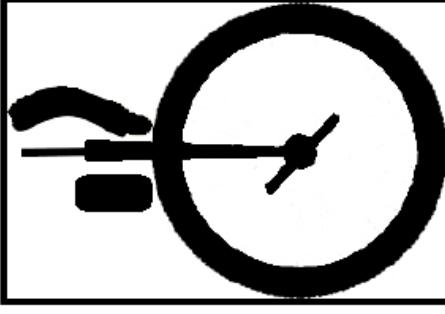
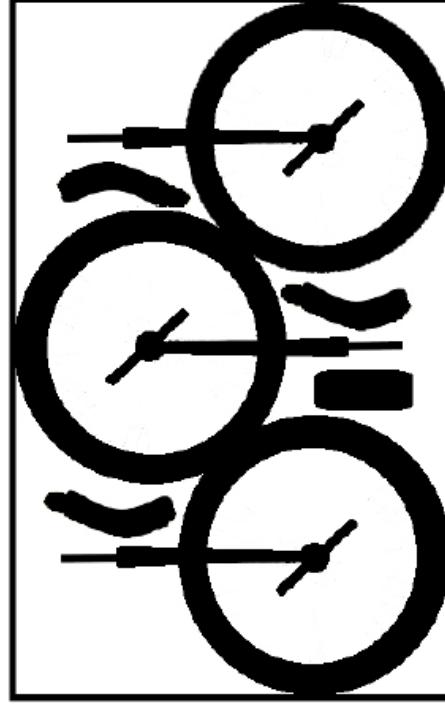
| Fase | Operación | Descripción   | Herramientas                                       | Designación  |
|------|-----------|---|--|--|
| 1.   | 1.        | Preparación de la tela de fibra de carbono para su corte.   | Fibra de carbono suministrada en rollos.           | Desenrollar, colocar y extender, asegurándose de que no queden arrugas, la tela en la mesa de corte. |
| 2.   | 1.        | Colocar las piezas a cortar en el programa de modo que se aproveche al máximo el espacio y pretender dejar el mínimo material sobrante. |  |  |
|      | 2.        | Iniciar el programa de corte  | Cortadora mecánica guiada por ordenador            | Corte de las diferentes capas de fibra de carbono mediante una máquina de corte CNC                  |
|      | 3.        | Recoger, clasificar y almacenar las diferentes piezas que conformarán el producto.  |  |  |
|      | 1.        | Disponer las diferentes piezas, siguiendo las especificaciones de la orientación de la fibra, envolviendo la vejiga.                    |  |  |
|      | 2.        | Distribución del agente desmoldeante en el interior del molde.  | Vejiga de conformado, molde, taladro               |  |
|      | 3.        | Colocar la pieza con la vejiga en el interior del molde.  | equipado con herramienta para atornillar, válvula, | Conformación de las piezas estructurales de la horquilla.  |
|      | 4.        | Colocar las piezas del molde que encerrará todo dentro para un correcto trabajo en la pieza.  | compresor, prensa de calor y sonda.                |  |
|      | 5.        | Cierre del molde asegurándolo con los pernos que se diseñaron para este fin.  |  |  |

| Fase | Operación | Descripción  | Herramientas | Designación  |
|------|-----------|--|--------------|--|
|      | 6.        | Colocación de la válvula para el inflado de la vejiga con el aire a presión suministrado por el compresor para que las capas adquieran la forma del molde  |              |  |
|      | 7.        | Poner el molde ya asegurado en la prensa   |              |  |
|      | 8.        | Insuflar aire a presión con el compresor en el interior del molde hinchando la vejiga  |              |  |
|      | 9.        | Colocar, en el orificio diseñado en el molde para ello, la sonda para controlar la presión y la temperatura en el molde                                    |              |  |
| 3.   | 10.       | Poner en funcionamiento la prensa aplicando calor y presión exterior constante.  |              | Conformación de las piezas estructurales de la horquilla |
|      | 11.       | Controlar la temperatura y la presión mediante la sonda y esperar el tiempo de curado de la resina.  |              |  |
|      | 12.       | Una vez haya curado, detener el compresor, abrir la prensa y desconectar la válvula de inflado, siguiendo estrictamente este orden.                        |              |  |
|      | 13.       | Desmontar el molde extrayendo todos los pernos de seguridad y quitando todas las piezas que permitían encerrar de manera correcta la pieza en su interior. |              |  |
|      | 14.       | Extracción de la pieza y de la vejiga de su interior   |              |  |

| Fase | Operación | Descripción   | Herramientas   | Designación                          |
|------|-----------|---|--|--------------------------------------|
| 4.   | 1.        | Inspección visual y táctil de la pieza obtenida en la operación anterior.   | Un operario que realice la inspección visual y lijadora. | Inspección de la pieza obtenida.     |
|      | 2.        | En el caso de irregularidades por el agente desmoldeante reparar con lijadora.  |  |                                      |
| 5.   | 1.        | Colocación de la pieza en la bancada de la fressadora.  | Fresadora CNC  | Mecanizado de las piezas.            |
|      | 2.        | Cerrar pantalla de seguridad.   |  |                                      |
| 6.   | 3.        | Cargar programa CNC e iniciar lo.   | Pegamento de base epóxica, horno                         | Ensamblado de las diferentes piezas. |
|      | 4.        | Finalizado el programa, abrir pantalla de seguridad y extraer la pieza acabada  |  |                                      |
| 6.   | 1.        | Limpiar piezas una vez mecanizadas.   | Pegamento de base epóxica, horno                         | Ensamblado de las diferentes piezas. |
|      | 2.        | Aplicar pegamento especial para la unión de piezas de fibra de carbono en las dos partes a unir.  |  |                                      |
|      | 3.        | Unir piezas para ensamblarlas, tanto las obtenidas anteriormente como los casquillos superiores suministrados por la empresa subcontratada. |  |                                      |
|      | 4.        | Introducir las piezas en un horno aproximadamente media hora para fomentar el curado.   |  |                                      |

| Fase | Operación | Descripción   | Herramientas   | Designación                               |
|------|-----------|---|--|---|
| 6.   | 5.        | Sacar la horquilla del horno y almacenar para que adquieran una temperatura ambiente.                             | Pegamento de base epóxica, horno   | Pegamento de base epóxica, horno.         |
| 7.   | 1.        | Colocar la horquilla en un soporte en una mesa electrónica  |  |   |
|      | 2.        | Comprobar en los diales que la alineación de los brazos de la horquilla es el correcto                            |  | Comprobación de un alineamiento correcto. |
|      | 3.        | Comprobar en los diales que la alineación del cuello del tubo donde irá albergada la tija del sillín es correcto. |  |   |
|      | 4.        | Almacenar en carro para su posterior transporte a la sección de acabados.   | Mesa de mediciones electrónicas.   |   |
|      | 1.        | Recepción de lote en carro.   |  |   |
|      | 2.        | Limpiar la horquilla de posible polvo.  |  |   |
| 8.   | 3.        | Aplicar una primera mano con pasadas a velocidad media y una distancia cercana                                    | Sala limpia, equipo de pintura, horno, perchas, recipientes, agua, pinzas, trapos antiestáticos. | Acabado superficial.                      |
|      | 4.        | Aplicar la segunda y tercera capa a una distancia más alejada con pasadas finas y rápidas                         |  |   |
|      | 5.        | Colocar en perchas para introducir en horno.  |  |   |

| Fase | Operación | Descripción  | Herramientas  | Designación          |
|------|-----------|--|---|----------------------|
|      | 6.        | Introducir en horno de curado a una temperatura de 70-90°C para secar y endurecer la pintura.          |   |                      |
|      | 7.        | Extraer del horno una vez la laca haya conseguido el acabado exigido y llevar al área de etiquetación. | Sala limpia, equipo de pintura, horno, perchas, recipientes, agua, pinzas, trapos antiestáticos | Acabado superficial. |
| 8.   | 8.        | Disponer calcomanías con la imagen de marca y adquirir a cada horquilla con su número de serie         |   |                      |
|      | 9.        | Disponer en carros para traslado a la zona de montaje y embalaje                                       |   |                      |

|          |   |  |
|----------|---|--|
| UVa.EII  | <b>HOJA DE PROCESOS</b><br>Proceso de montaje y embalaje  | Fecha: 15/01/15  |
|          | Material:<br>Aluminio y fibra de carbono 3K   | Denominación:<br>Monociclo   |
| Croquis: |    |  |
| Fase     | Operación   | Descripción  |
| 1.       | 1. Colocar el buje en el soporte.<br>2. Montar los radios de 302mm con el buje y la llanta de 29" (radiar llanta).<br>3. Alinear o centrar rueda para un correcto equilibrado.<br>4. Montar neumático e hinchar con una presión baja. | Herramientas   |
|          |   | Designación  |
|          |   | Llave de radios, llave allen 6mm, desmontables de neumático, compresor, llave fija 10mm. |
|          |   | Montaje del monociclo.   |

| Fase | Operación   | Descripción  | Herramientas                     | Designación                                  |
|------|---|--|----------------------------------|--|
| 1.   | 5. <b>Montar rodamientos en el buje.</b><br>6. <b>Montar rueda en la horquilla.</b><br>7. <b>Montar bielas especificadas por el usuario o cliente.</b><br>8. <b>Montar el cierre de la tija.</b><br>9. <b>Insertar tija y apretar levemente.</b>  | Llave de radios, llave allen 6mm, desmontables de neumático, compresor, llave fija 10mm.   |                                  | Montaje del monociclo.                       |
| 2.   | 1. <b>Embalar y proteger con plástico de burbujas la pareja de pedales.</b><br>2. <b>Embalar y proteger con plástico de burbujas el sillín.</b><br>3. <b>Introducir monociclo en una caja.</b><br>4. <b>Introducir pedales y sillín.</b><br>5. <b>Introducir factura, garantía y manual de uso del monociclo.</b><br>6. <b>Rellenar espacio restante con poliestireno expandido.</b><br>7. <b>Cerrar y etiquetar para el envío.</b> | Plástico de burbujas, dispensador de plástico de burbujas, cajas (736x250x1700mm), cinta embalar, PS expandido, impresora etiquetas.   |                                  | Embalado para usuario particular (PORMENOR). |
| 3.   | 8. <b>Enviar</b>  |  |                                  |  |
| 3.   | 1. <b>Embalar y proteger con plástico de burbujas las 3 parejas de pedales.</b><br>2. <b>Embalar y proteger con plástico de burbujas los 3 sillines.</b><br>3. <b>Introducir los 3 monociclos en una caja alternados en posición.</b><br>4. <b>Introducir pedales y sillines.</b>   | Plástico de burbujas, dispensador de plástico de burbujas, cajas (1800x250x1700mm), PS expandido, cinta embalar, impresora etiquetas, euro palet (1200x1800), film transparente de embalaje. | Embalado para tienda (PORMAYOR). |  |

| Fase | Operación   | Descripción  | Herramientas | Designación.                     |
|------|---|--|--------------|----------------------------------|
| 3.   | 5. Introducir factura, garantías y manuales de uso de cada monociclo.<br>6. Rellenar espacio restante con poliestireno expandido.<br>7. Cerrar.<br>8. Montar en euro palet.<br>9. Cargar el euro palet con 4 cajas (12 monociclos).<br>10. Embalar y proteger con film transparente el conjunto palet-cajas.<br>11. Enviar. | Plástico de burbujas, dispensador de plástico de burbujas, cajas (1800x250x1700mm), PS expandido, cinta embalar, impresora etiquetas, euro palet (1200x1800), film transparente de embalaje. |              | Embalado para tienda (PORMAYOR). |

# 11.

## Anexo IV: Impacto ambiental. Rueda de LIDS.

### Optimización del sistema de fin de vida:

- Las partes de aluminio son fácilmente reciclables
- Escaso mantenimiento, por lo que menos probabilidad de fallo

### Desarrollo de un nuevo monociclo:

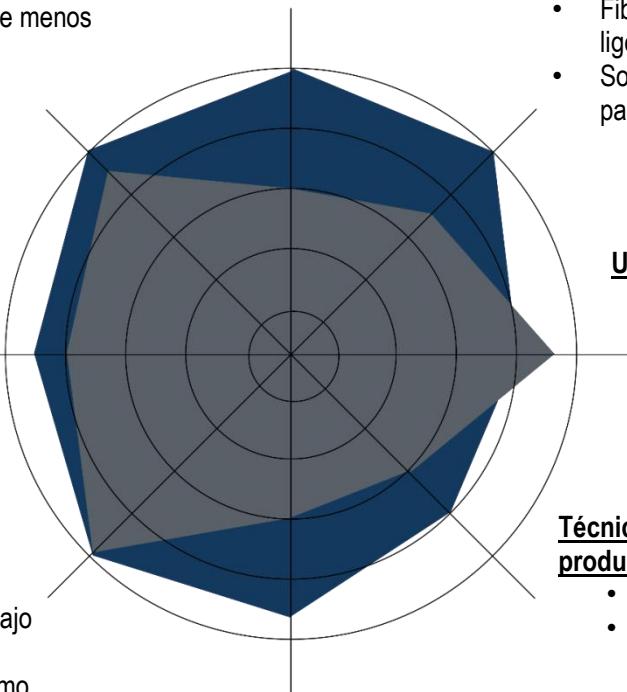
- Innovación en el diseño
- Innovación en materiales

### Selección de materiales óptimos:

- Fibra de carbono como sinónimo de ligereza y peso
- Solventar problemas incluyendo partes de aluminio reciclado 6061

### Optimización de vida útil:

- Uso de materiales de larga durabilidad, sumado al acabado superficial.
- El mantenimiento es menos que una bicicleta
- Posibilidad de venta en distintas medidas



### Reducción del impacto durante el uso:

- El uso de la bicicleta, así como el monociclo, está considerado de bajo impacto
- Optimizar (tanto en materiales como en dimensiones) el packaging para reducir emisiones

### Uso de materiales:

- Utilizar la cantidad de fibra de carbono necesaria disminuyendo el material sobrante

### Técnicas de optimización de la producción:

- Realización de pieza a pieza
- Curado de varias a la vez (lo que de la capacidad del horno)

### Optimización del sistema de distribución:

- Venta al por mayor en cajas que contienen 3 monociclos
- Ahorro de espacio desmontando partes
- Posibilidad de venta al por menor

## Explicación:

En la anterior rueda de LIDS se pretende hacer una comparativa de ciertas características (las que un comprador puede considerar más determinantes a la hora de adquirir un nuevo monociclo) entre dos monociclos: monociclo de alta gama: **Monociclo Kris Holm 24" Schliumpf** y el monociclo desarrollado en este proyecto: **Monociclo XFR**.

Estas características a tener en cuenta son tales como:

- Desarrollo de un nuevo monociclo.
- Selección de materiales óptimos.
- Uso de materiales.
- Técnicas de optimización de la producción.
- Optimización del sistema de distribución.
- Reducción del impacto durante el uso.
- Optimización de vida útil.
- Optimización del sistema de fin de vida.

Podemos observar en dicha rueda de LIDS que las características en las que más destaca nuestro monociclo son tales como el desarrollo de un nuevo producto, los sistemas de selección de materiales óptimos y la optimización del sistema de distribución.

Esto es debido a que el diseño es nuevo e innovador por ser diferente a lo ya existente en el mercado actual, además de que los materiales utilizados no son los convencionales. La fibra de carbono aún no se está utilizando en este sector del ciclismo, pero además de esto tenemos que gracias a esta opción del material, mejoramos las solicitudes del monociclo con respecto a lo ya existente en el mercado, disminuimos pesos sin perder en calidad ni en resistencias mecánicas.

A la vez, los sistemas de distribución son mejorados. Es cierto que actualmente la distribución tanto al por mayor como al por menor, se puede realizar mediante los métodos ya descritos, sin embargo, la utilización de materiales de relleno no está demasiado estudiada.

Como se vio, se mejora en acciones como de ahorro de espacios vacíos dentro del embalaje que son de difícil solución. Por ello se opta por desmontar ciertas partes del monociclo, consiguiendo así cubrir dichos espacios y los que no son cubiertos, se utilizará material de relleno, el cual también ha sido optimizado gracias al uso de materiales no convencionales en este ámbito como la espuma vegetal o el polietileno espumado.

Como contrapunto a estas características a destacar existe la controversia en el uso de materiales, es decir, ¿Por qué fibra de carbono y no aluminio cuando la fibra de carbono es más costosa tanto de obtener como de fabricar?

Es cierto que el aluminio es costoso de obtener, sobretodo el aluminio de primera clase obtenido de la electrólisis de la bauxita, sin embargo la fibra de carbono es más costosa aún.

La fibra de carbono tiene unos procesos de obtención muy costosos que en este proyecto no se tratarán debido a ser un tema de gran extensión. Pero para solventar esto, optamos por la optimización en la construcción, es decir, a la hora de obtener las preformas de láminas usadas para las diferentes partes, un programa informático analizará las mejores combinaciones para desaprovechar el mínimo de material y así contrarrestar el punto negativo con respecto al aluminio de impacto ambiental.

El resto de puntos, como observamos, obtiene una puntuación muy similar entre monociclos, pero siempre mejorando lo ya existente en el mercado.

A modo de resumen, sacando la mejor característica de este monociclo, **EL PESO**, con respecto al otro mencionado podemos resumir que:



Monociclo Kris Holm 24" Schlumpf  
Peso: 6,6Kg  
Precio: 1.691,95€



Monociclo XFR 29" Schlumpf  
Peso: 4,5Kg  
Precio: 1.833,82€

(49) Comparación de monociclos.

Observamos la diferencia de precio, pero es de añadir que el monociclo Kris Holm 24" Schlumpf no monta elementos como la tija con suspensión o el buje con marchas, que si monta el monociclo XFR objetivo de este trabajo, además de ser de mayor tamaño (mayor diámetro de rueda).



# 12. Bibliografía.

## 12.1. Estudio de mercado.

### **Monociclo iniciación:**

<http://tienda.monociclos.com/monociclos-iniciacion/222-monociclo-qu-ax-only-one-20-4260025093289.html>

### **Monociclo jirafa:**

<http://tienda.monociclos.com/jirafasmini/419-jirafa-qu-ax-150.html>

### **Monociclos multi-wheel:**

<http://www.unicycle.uk.com/unicycles/giraffe/20-club-three-wheeler-unicycle.html>  
<http://www.unicycle.uk.com/unicycles/giraffe/20-club-two-wheeler-unicycle.html>

**Monociclos largas distancias:** <http://tienda.monociclos.com/largas-distancias/617-monociclo-coker-36-nueva-edicion-4260025091469.html>

**Monociclo montaña o cross:** <http://tienda.monociclos.com/montana/159-monociclo-qx-series-26-de-aluminio.html>

**Monociclo de trial o FreeStyle/Street:** <http://tienda.monociclos.com/trial/151-monociclo-kris-holm-20-2009.html>

## 12.2. Componentes.

### **Radios:**

<http://www.chainreactioncycles.com/es/es/pack-de-18-radios-negros-dt-swiss-competition-db-/rp-prod91856>

### **Rodamientos:**

[http://www.roda-shop.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1462](http://www.roda-shop.com/index.php?main_page=product_info&products_id=1462)

### **Buje o eje:**

<http://tienda.monociclos.com/ejes/53-eje-con-marchas-schlumpf-kris-holm.html>

### **Bielas:**

<http://tienda.monociclos.com/bielas/32-bielas-kris-holm-isis-aluminio-kris-holm-4260025092589.html>

### **Neumático 29”:**

<http://www.deporvillage.com/cubierta-de-mtb-hutchinson-black-mamba-29x2-00-tubeless-ready-plegable-negro>

### **Llanta 29”:**

<http://www.divalocabikes.com/app/f/p-8321/rígida-llanta-ryde-rígida-taurus-disc-29-negro>

### **Pedales:**

<http://www.chainreactioncycles.com/es/es/pedales-planos-wellgo-cnc-m142/rp-prod52884>

### **Cierre tija:**

<http://tienda.monociclos.com/cierres/584-cierre-rapido-nimbus-double-quick-254mm-5055483402242.html>

### **Tija:**

[http://www.rakuten.es/tienda/travip/producto/2206850200/?sclid=a\\_pla\\_es&LGWCODE=travip:2206850200:91741:4071&marin=44UYOGGi|pcrid|58635438862&gclid=CjwKEAiAlb6IBRCBw4jC-bb3uykSJAB55Ti9f0RwG5Bv6m5Ba\\_jHbHfj0Mm4y54ZxFE-pwL9YcPerBoC1ezw\\_wcB](http://www.rakuten.es/tienda/travip/producto/2206850200/?sclid=a_pla_es&LGWCODE=travip:2206850200:91741:4071&marin=44UYOGGi|pcrid|58635438862&gclid=CjwKEAiAlb6IBRCBw4jC-bb3uykSJAB55Ti9f0RwG5Bv6m5Ba_jHbHfj0Mm4y54ZxFE-pwL9YcPerBoC1ezw_wcB)

### **Sillín:**

<http://tienda.monociclos.com/sillines/116-sillin-kh-fusion-freeride-montana-kris-holm.html>

### **Tuerca y tornillería:**

<http://es.rs-online.com/web/p/tornillos-allen/1871437/>

[http://www.rctecnic.com/tuercas/657-tuercas-autoblocantes-m6-10-unidades.html?gclid=CjwKEAiAlb6IBRCBw4jC-bb3uykSJAB55Ti9X2avhU9qFfPK\\_7G\\_-Z8NErIdT\\_Pkdgs35UNIld5\\_bRoCga7w\\_wcB](http://www.rctecnic.com/tuercas/657-tuercas-autoblocantes-m6-10-unidades.html?gclid=CjwKEAiAlb6IBRCBw4jC-bb3uykSJAB55Ti9X2avhU9qFfPK_7G_-Z8NErIdT_Pkdgs35UNIld5_bRoCga7w_wcB)

## 12.3. Materiales monociclos del mercado.

### **Materiales horquillas:**

<http://www.qx-series.de/en/Frames>

### **Aluminio 6106 T6:**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio\\_6061](http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio_6061)

### **Tipos fibras de carbono:**

<http://www.ultimosprint.com/2012/10/tipos-de-carbono.html#.VLB9KnuNCvA>

### **Fibras de carbono HMX:**

<http://carbonexperts.scott-sports.com/es/index.html>

### **Características y parámetro de la fibra de carbono 3K:**

<http://es.aliexpress.com/item/Super-Quality-3K-Carbon-Fiber-200g-m2-Plain-Woven-Fabric-1m-Width-Carbon-Yarn-Cloth/1721165255.html?recommendVersion=1>

## 12.4. Fabricación, ensamblaje y calidad.

<https://www.youtube.com/watch?v=wxRyoYpylg8>

<http://carbonexperts.scott-sports.com/es/index.html>

## 12.5. Embalaje.

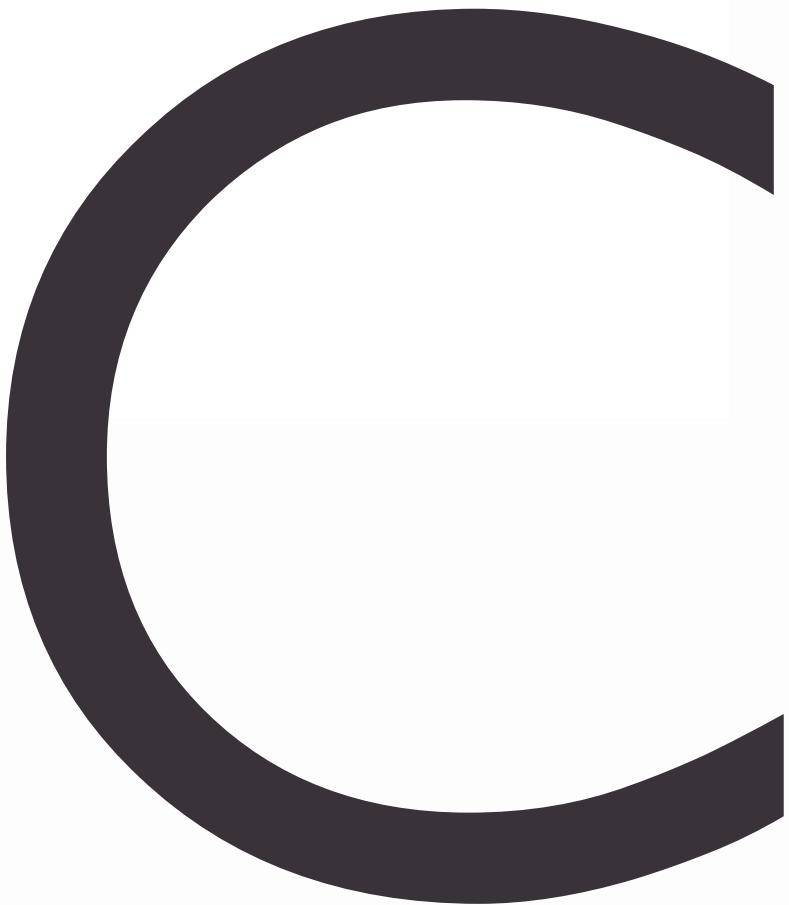
**Tubos de protección de polietileno espumado:** [http://www.logismarket.es/100-metros/cantoneras-y-perfiles-de-espuma-de-polietileno/4236534232-2602800215-p.html?utm\\_expid=295519-66.8LvL0n3FQ0SNLhdQVO1ahw.0&utm\\_referrer=http%3A%2F%2Fwww.google.es%2Furl%3Fsa%3Di%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dimages%26cd%3D%26ved%3D0CAUQjhw%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fwww.logismarket.es%252F100-metros%252Fcantoneras-y-perfiles-de-espuma-de-polietileno%252F4236534232-2602800215-p.html%26ei%3Df96\\_VOHGG8XgalnVgLAP%26bvm%3Dbv.83829542%2Cd.d2s%26psig%3DAFQjCNGrRDt2-rWJXitmqkSHb\\_ByBb4uyg%26ust%3D1421946876670532](http://www.logismarket.es/100-metros/cantoneras-y-perfiles-de-espuma-de-polietileno/4236534232-2602800215-p.html?utm_expid=295519-66.8LvL0n3FQ0SNLhdQVO1ahw.0&utm_referrer=http%3A%2F%2Fwww.google.es%2Furl%3Fsa%3Di%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dimages%26cd%3D%26ved%3D0CAUQjhw%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fwww.logismarket.es%252F100-metros%252Fcantoneras-y-perfiles-de-espuma-de-polietileno%252F4236534232-2602800215-p.html%26ei%3Df96_VOHGG8XgalnVgLAP%26bvm%3Dbv.83829542%2Cd.d2s%26psig%3DAFQjCNGrRDt2-rWJXitmqkSHb_ByBb4uyg%26ust%3D1421946876670532)

**Espuma vegetal biodegradable:** <http://www.embamat.com/material-de-relleno-biodegradable-material-de-relleno-para-embalaje-proteccion-relleno-y-acolchado-producto-es>  
<http://shop.embamat.com/relleno-proteccion-embalaje/material-de-relleno/material-de-relleno-biodegradable.html>

**Palets de transporte:** <http://www.embalajesmendoza.com/productos.html>

## 12.6. Ergonomía.

<http://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>



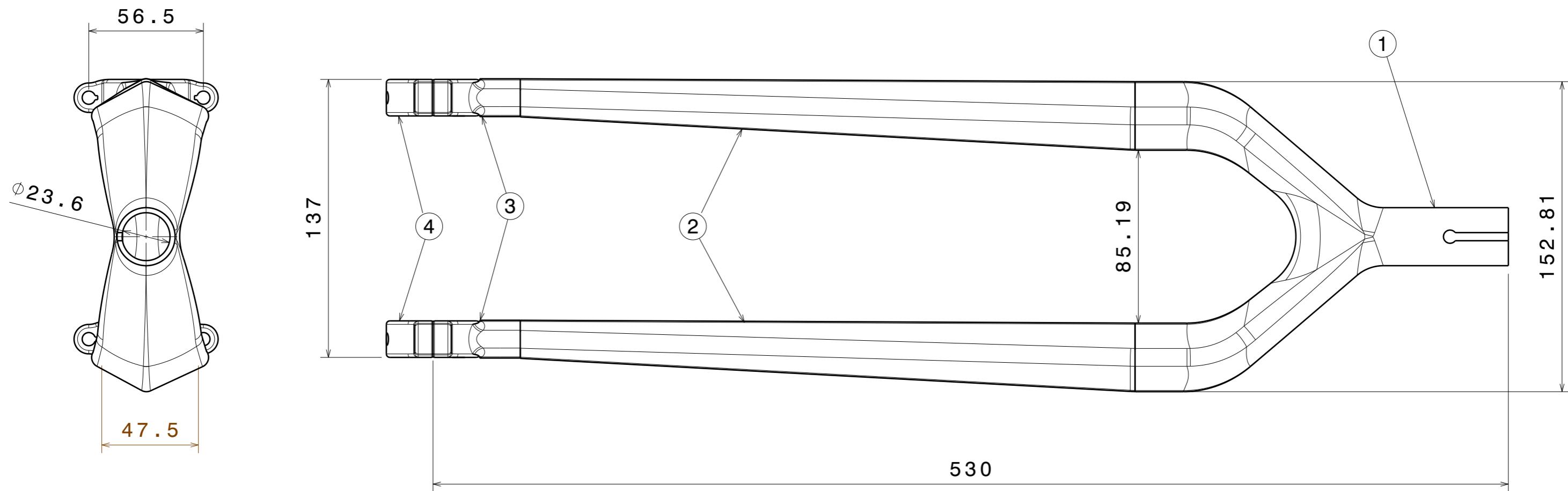
Planos



# 0. ■ Índice Planos.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Horquilla de monociclo ..... | 2 |
| 2. Cuerpo suerior.....          | 3 |
| 3. Brazo horquilla.....         | 4 |
| 4. Casquillo superior.....      | 5 |
| 5. Casquillo inferior.....      | 6 |
| 6. Monociclo.....               | 7 |





| MARCA | DENOMINACIÓN       | MATERIAL      | Nº PIEZAS | MODELO |
|-------|--------------------|---------------|-----------|--------|
| 4     | CASQUILL INFERIOR  | ALUMINIO 6061 | 2         | -      |
| 3     | CASQUILLO SUPERIOR | ALUMINIO 6061 | 2         | -      |
| 2     | BRAZO HORQUILLA    | F. DE CARBONO | 2         | -      |
| 1     | CUERPO SUPERIOR    | F. DE CARBONO | 1         | -      |

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: DISEÑO MONOCICLO

PLANO: HORQUILLA DE MONOCICLO

AREA I.P.F.  
PROYECTOS TÉCNICOS

PROMOTOR:

Departamento de proyectos y oficina técnica

FECHA:  
Enero/2015

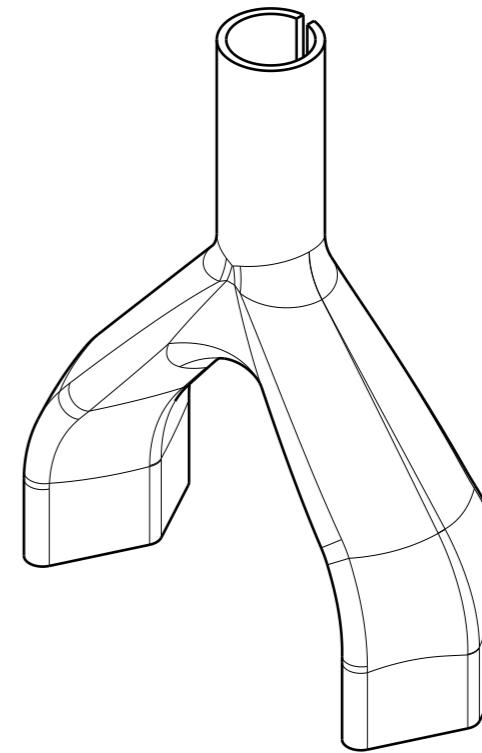
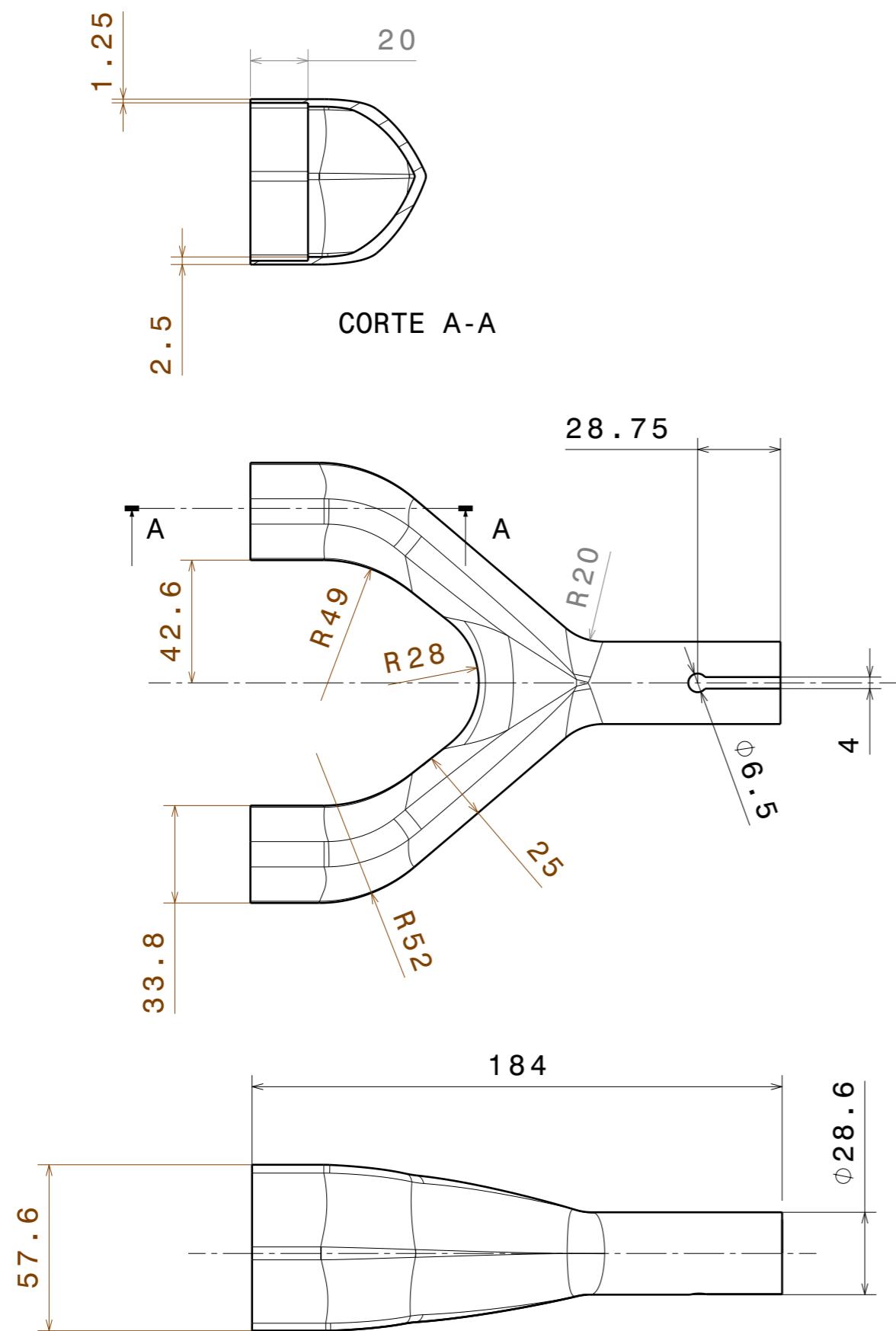
Nº PLANO:  
001

ESCALA:  
1:2

FIRMA:  
EL/LOS ALUMNO/S:

Grado en Diseño Industrial  
Convocatoria: Febrero 2015

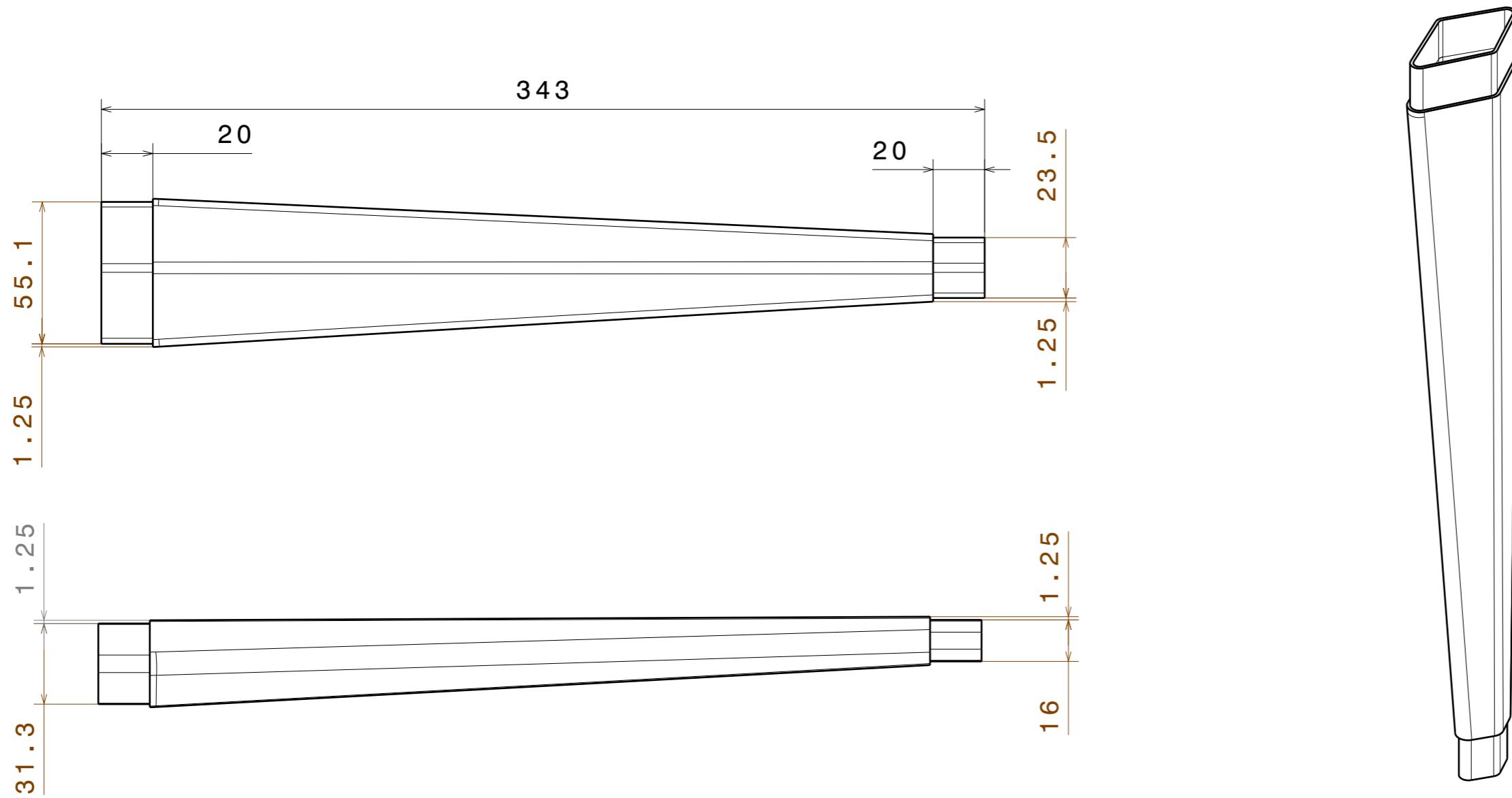
Fdo: Diego López Ibáñez  
Fdo: Diego Toribio Casado



VISTA ISOMÉTRICA

RADIOS DE REDONDEO: 5mm

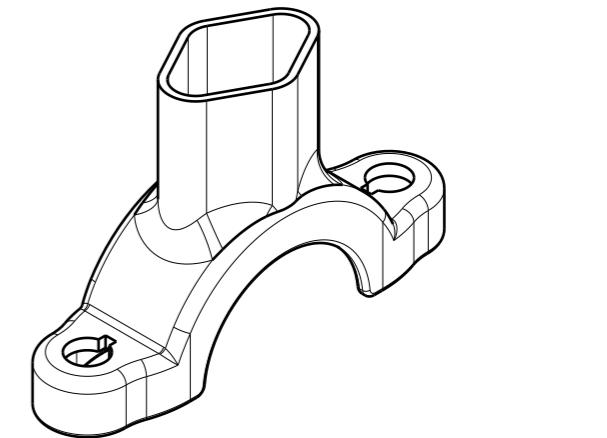
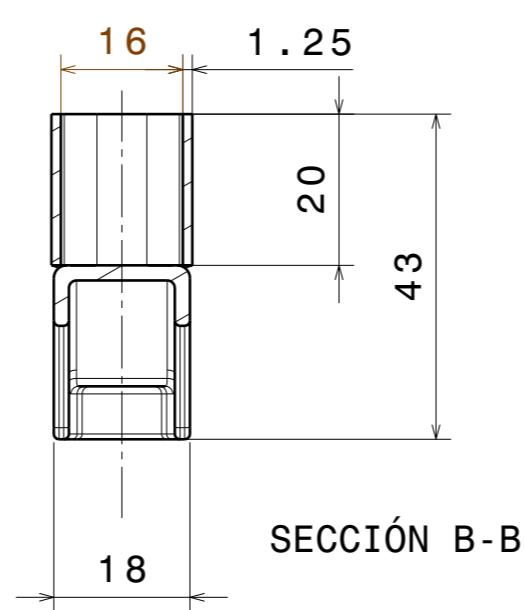
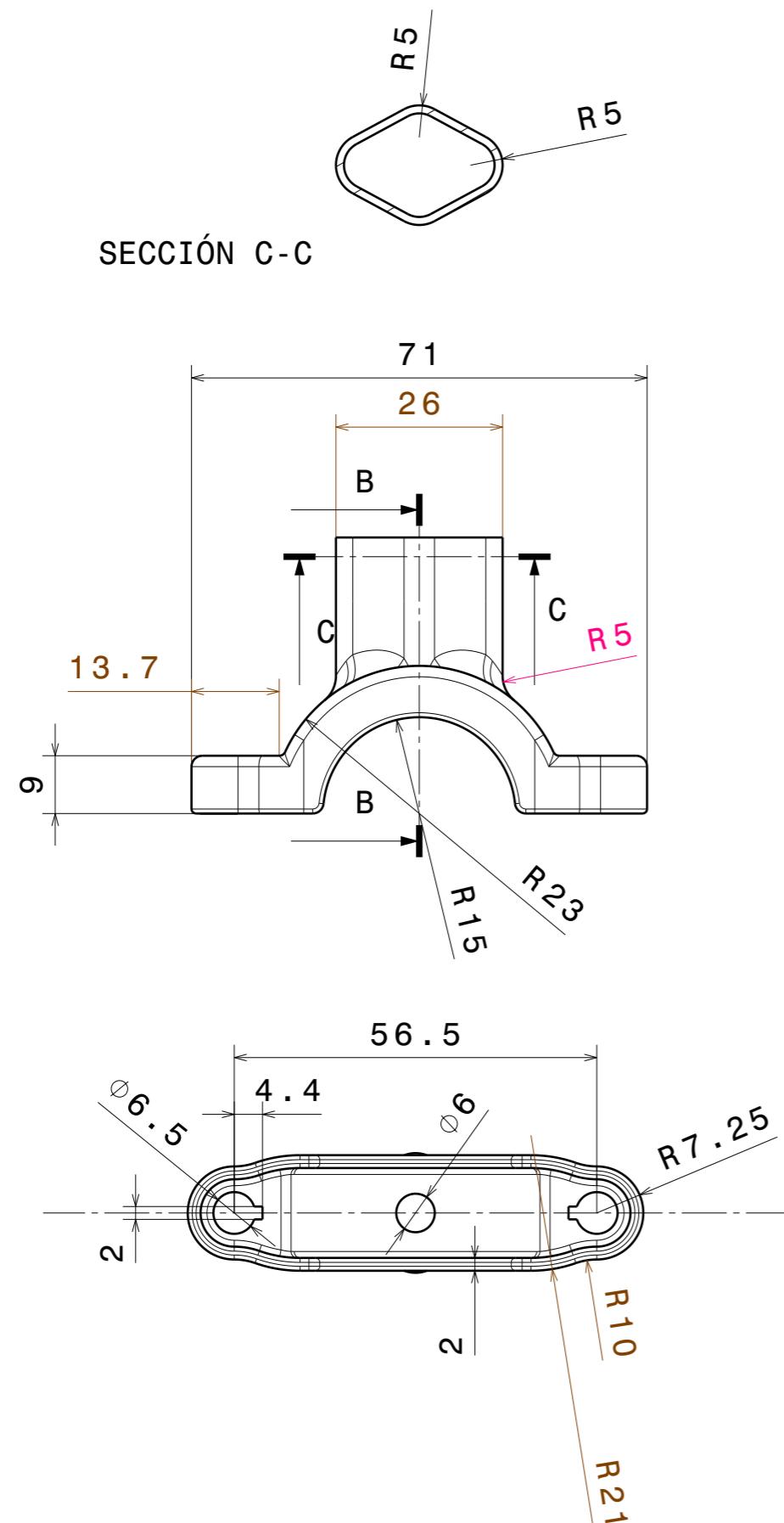
|  |  |
|--|--|
| <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b><br><b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b> |  |
| <b>TITULO PROYECTO:</b><br><b>DISEÑO MONOCICLO</b>                             |  |
| <b>PLANO:</b><br><b>CUERPO SUPERIOR</b>  |  |
| <b>AREA I.P.F.</b><br><b>PROYECTOS TÉCNICOS</b>                                |  |
| <b>FECHA:</b><br><b>Enero/2015</b>   | <b>Nº PLANO:</b><br><b>002</b>           |
| <b>ESCALA:</b><br><b>1:2</b>   | <b>FIRMA:</b><br><b>EL/LOS ALUMNO/S:</b> |
| <b>PROMOTOR:</b><br>Departamento de proyectos y oficina técnica                |  |
| Grado en Diseño Industrial<br>Convocatoria: Febrero 2015                       |  |
| Fdo: Diego López Ibáñez<br>Fdo: Diego Toribio Casado                           |  |



VISTA ISOMÉTRICA

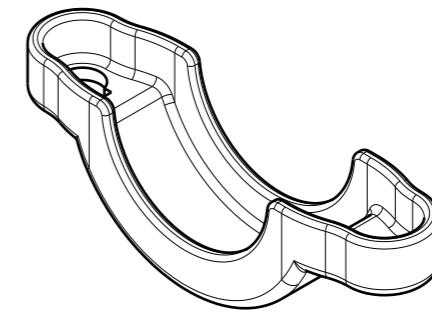
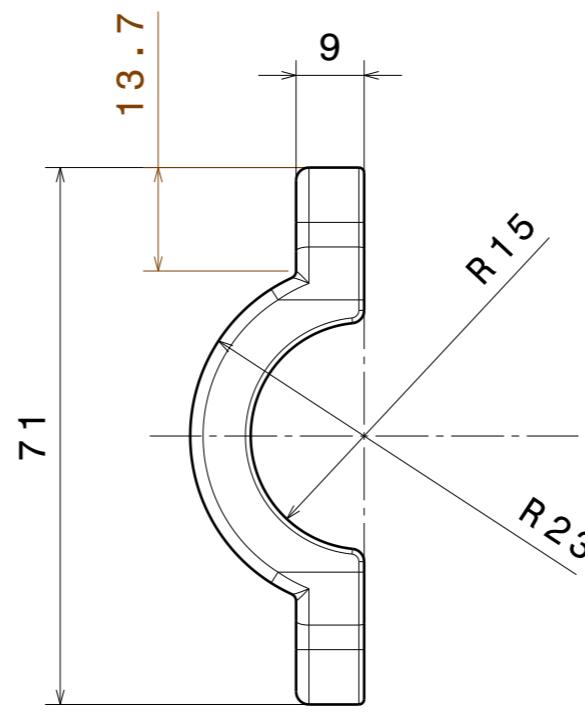
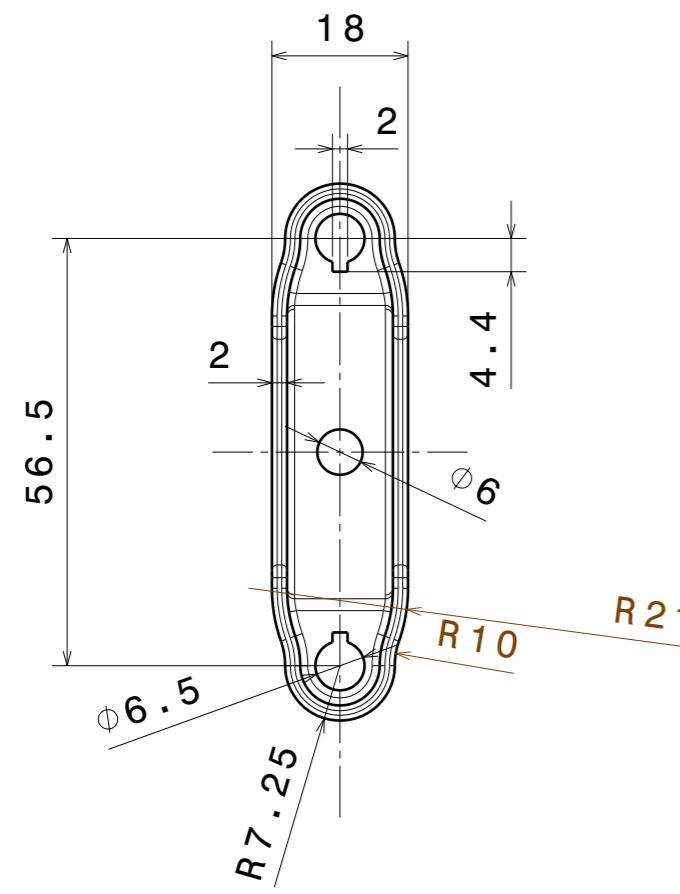
ESPESOR PAREDES: 2,5mm  
RADIOS DE REDONDEO: 5mm

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b><br><b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b> |                             |
| <b>TITULO PROYECTO:</b> <b>DISEÑO MONOCICLO</b>  |                             |
| <b>PLANO:</b> <b>BRAZO HORQUILLA</b>   |                             |
| <b>AREA I.P.F.</b><br><b>PROYECTOS TÉCNICOS</b>  |                             |
| <b>PROMOTOR:</b><br>Departamento de proyectos y oficina técnica  | <b>FECHA:</b><br>Enero/2015 |
| <b>ESCALA:</b><br>1:2  | <b>Nº PLANO:</b> <b>003</b> |
| <b>FIRMA:</b><br>EL/LOS ALUMNO/S:  |                             |
| Grado en Diseño Industrial<br>Convocatoria: Febrero 2015   |                             |
| Fdo: Diego López Ibáñez<br>Fdo: Diego Toribio Casado   |                             |



RADIOS DE REDONDEO: 2mm

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b><br><b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b> |                                    |
| <b>TITULO PROYECTO:</b> <b>DISEÑO MONOCICLO</b>  |                                    |
| <b>PLANO:</b> <b>CASQUILLO SUPERIOR</b>  |                                    |
| <b>AREA I.P.F.</b><br><b>PROYECTOS TÉCNICOS</b>  |                                    |
| <b>PROMOTOR:</b><br>Departamento de proyectos y oficina técnica  | <b>FECHA:</b><br><b>Enero/2015</b> |
| <b>ESCALA:</b><br><b>1:1</b>   | <b>Nº PLANO:</b><br><b>004</b>     |
| <b>FIRMA:</b><br>EL/LOS ALUMNO/S:  |                                    |
| Fdo: Diego López Ibáñez<br>Convocatoria: Febrero 2015  |                                    |
| Fdo: Diego Toribio Casado  |                                    |



VISTA ISOMÉTRICA

RADIOS DE REDONDEO: 2mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO:

DISEÑO MONOCICLO

PLANO:

CASQUILLO INFERIOR

AREA I.P.F.  
PROYECTOS TÉCNICOS

PROMOTOR:

Departamento de proyectos y oficina técnica

FECHA:  
Enero/2015

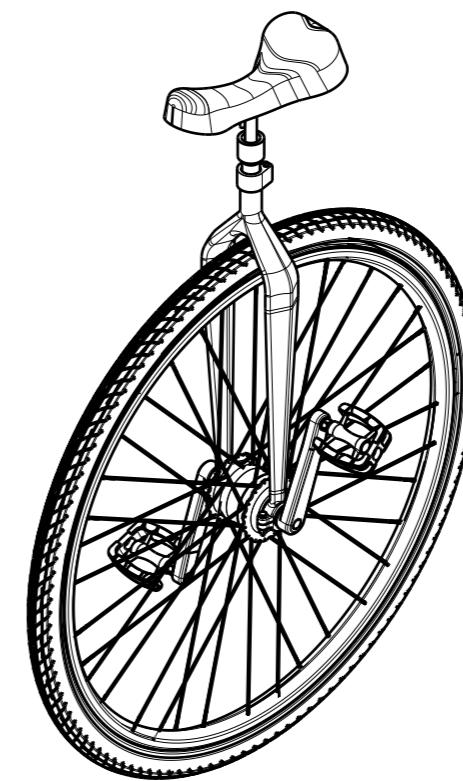
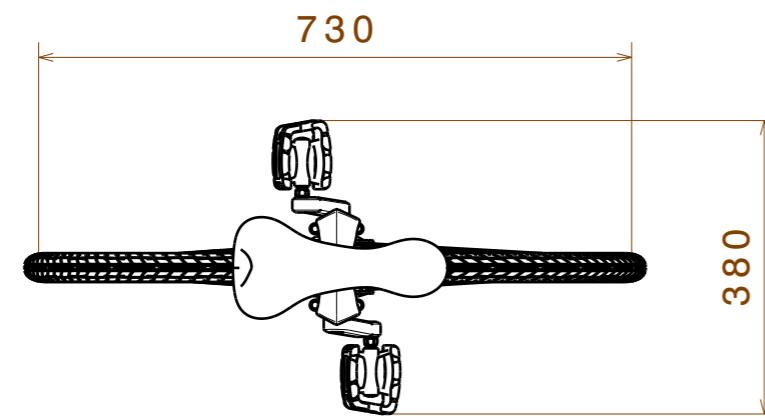
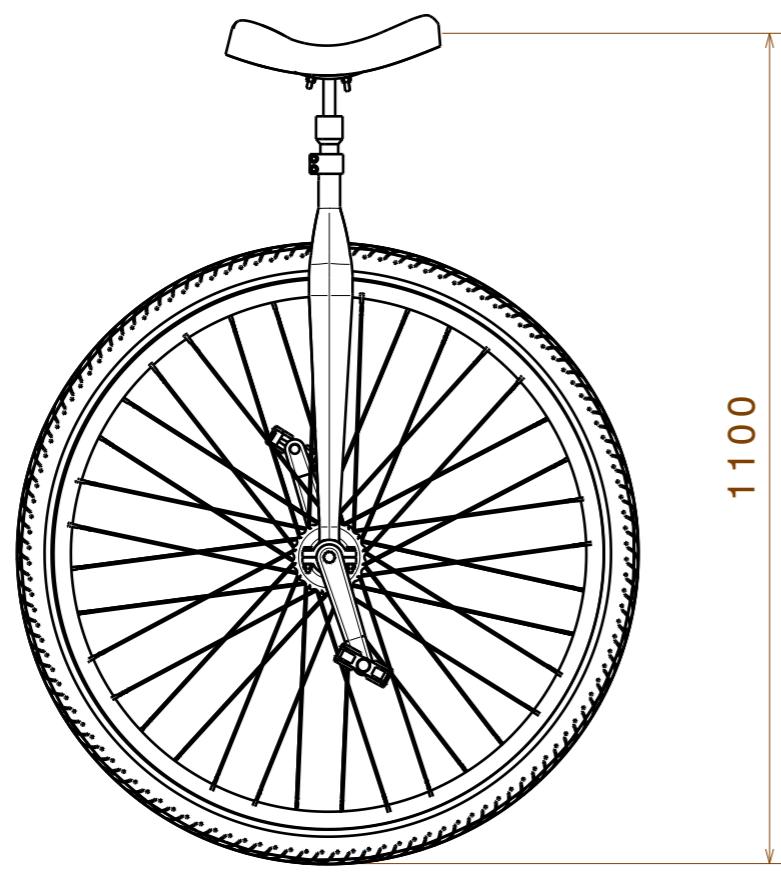
Nº PLANO:  
005

ESCALA:  
1:1

FIRMA:  
EL/LOS ALUMNO/S:

Grado en Diseño Industrial  
Convocatoria: Febrero 2015

Fdo: Diego López Ibáñez  
Fdo: Diego Toribio Casado



|  |   |
|--|---|
|  <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b><br><b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b> |   |
| <b>TITULO PROYECTO:</b> <b>DISEÑO MONOCICLO</b>  |   |
| <b>PLANO:</b> <b>MONOCICLO</b>   |   |
| <b>AREA I.P.F.</b><br><b>PROYECTOS TÉCNICOS</b>  |   |
| <b>PROMOTOR:</b><br>Departamento de proyectos y oficina técnica  | <b>FECHA:</b><br><b>Enero/2015</b>  |
|  | <b>Nº PLANO:</b> <b>006</b>   |
|  | <b>ESCALA:</b> <b>1:10</b>  |
|  | <b>FIRMA:</b><br>EL/LOS ALUMNO/S:<br><br>Fdo: Diego López Ibáñez<br>Fdo: Diego Toribio Casado |
| Grado en Diseño Industrial<br>Convocatoria: Febrero 2015   |   |

d



Pliego  
de  
condiciones



# O ■ Índice Pliego de Condiciones.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Disposiciones Generales .....</b>           | <b>3</b>  |
| 1.1. Ámbito de aplicación del pliego .....        | 3         |
| 1.2. Documentación de la obra .....               | 3         |
| 1.3. Legislación Social y Laboral .....           | 4         |
| 1.4. Seguridad y Salud .....                      | 4         |
| 1.5. Normativa de carácter general .....          | 5         |
| <b>2. Condiciones de índole facultativa .....</b> | <b>7</b>  |
| 2.1. Agentes Intervinientes .....                 | 7         |
| 2.2. Dirección Facultativa .....                  | 8         |
| 2.3. Libro de órdenes .....                       | 9         |
| 2.4. Modificación de trabajos defectuosos .....   | 9         |
| 2.5. Garantías .....                              | 9         |
| <b>3. Condiciones de índole económica .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Base fundamental .....                       | 11        |
| 3.2. Garantía .....                               | 11        |
| 3.3. Fianza .....                                 | 12        |
| 3.4. Devolución de las fianzas .....              | 12        |
| 3.5. Revisión de precios .....                    | 12        |
| 3.6. Precios contradictorios .....                | 13        |
| 3.7. Abono de las obras .....                     | 13        |
| 3.8. Mediciones y certificaciones .....           | 13        |

## 4. Pliego de condiciones de índole legal ..... 15

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Documentos del proyecto.....           | 15 |
| 4.2. Plan de Obra .....                     | 15 |
| 4.3. Planos.....                            | 16 |
| 4.4. Responsabilidad del contratista .....  | 16 |
| 4.5. Accidentes de trabajo.....             | 16 |
| 4.6. Seguridad Social.....                  | 17 |
| 4.7. Responsabilidad Civil.....             | 17 |
| 4.8. Disposiciones legales y permisos ..... | 17 |

# 1.

## Disposiciones Generales.

### 1.1. Ámbito de aplicación del pliego.

El siguiente Pliego de Condiciones tiene por objetivo la explicación de los diferentes aspectos tanto técnicos como económicos que afectan a este proyecto, así como la ejecución de los trabajos y los materiales a emplear.

Por otro lado también se establecerán las condiciones facultativas generales, para que, con todo esto, el promotor entienda el objetivo, las líneas de trabajo y la realización del proyecto.

En cuanto a la interpretación del documento en caso de encontrar alguna divergencia, se seguirá lo dispuesto por la Dirección Facultativa.

### 1.2. Documentación de la obra.

El presente proyecto está compuesto por la siguiente documentación, colocada en el orden de aparición dentro del proyecto:

- Memoria
- Planos
- Pliego de condiciones
- Estudio de Seguridad y Salud
- Mediciones y presupuesto

Todos los documentos anteriormente mencionados, conforman toda la documentación realizada para poder definir el proyecto completamente y se pueda proceder a la fabricación de éste.

La forma y dimensiones de las diferentes partes a fabricar, como también los materiales, se ajustarán a lo recogido en los planos y la memoria, pudiéndose realizar alguna modificación siempre y cuando sean hechas por el Ingeniero-Director. Las mediciones y el presupuesto completan los aspectos cuantitativos que definen el producto.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecerán sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalecerá sobre la medida a escala.

Por otro lado en el lugar de la fabricación, deberá haber un ejemplar completo del proyecto, así como las normas y leyes que son mencionadas en él, para poder consultarlos en cualquier momento.

## 1.3. Legislación Social y Laboral.

El contratista tendrá como obligación cumplir con exactitud toda la legislación relacionada con el Reglamento del Trabajo correspondiente, además del resto de disposiciones que regulan aspectos como accidentes de trabajo, seguros por enfermedad entre otros, así como todas aquellas de carácter social que se encuentren en vigencia.

## 1.4. Seguridad y Salud.

El contratista tendrá que tener las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con el objetivo de procurar la seguridad de todas aquellas personas que puedan verse afectadas por los peligros derivados de la actividad profesional, siendo el contratista, previamente mencionado, el responsable de todas las consecuencias en caso de no cumplir con este apartado.

## 1.5. Normativa de carácter general.

Durante la ejecución del producto tendrá que tenerse en cuenta en todo momento las siguientes normas y reglamentos:

- **Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre.** (Presidencia, BBOOE 7.12., rect. 30.12.1961 y 7.3.1962). por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.
- **ORDEN de 9 de marzo de 1971**, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre**, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- **LEY 21/1992** de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.
- **LEY 31/1995, de 8 de noviembre**, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).
- **REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril**, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).
- **REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).
- **REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).
- **REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. (BOE nº 47, de 24 de febrero de 1999).

- **REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril**, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE número 104, de 1 de mayo de 2001).
- **LEY 54/2003, de 12 de diciembre**, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo**, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

# 2. Condiciones de índole facultativa.

## 2.1. Agentes Intervinientes.

### Promotor:

Entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, la redacción y ejecución del presente proyecto.

El promotor debe facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto.

### Director-Ingeniero:

Persona con la titulación académica y atribuciones profesionales suficientes que reciba el encargo de dirigir la fabricación del producto y por lo tanto será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, por si mismo o pos sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá plena autoridad técnico-legal para realizar cualquier cambio y hacederlo saber al contratista, aunque vaya en contra del presente Pliego de Condiciones, siempre y cuando sea útil y necesario para la mejora del proceso de fabricación.

Le corresponden las siguientes facultades:

- Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- Asistir al lugar de fabricación siempre que sea necesario para resolver cualquier eventualidad y conseguir la mejor solución técnica.
- Coordinar la aportación de otros técnicos especialistas en diferentes ámbitos.

## **Contratista**

Aquella persona o entidad jurídica que reciba el encargo de ejecutar alguna o varias de las partes del producto que aparece en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, dentro del plazo acordado y ajustándose siempre a las indicaciones recogidas en el presente proyecto así como a las especificaciones dadas por la Dirección Facultativa.

El contratista, o en su defecto un Delegado que le represente, previamente aceptado por la Dirección Facultativa, tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en práctica las ordenes recibidas del Ingeniero-Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que puedan aparecer durante la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista deberá tener la titulación profesional mínima que exija el Ingeniero-Director, y en caso de no ser así, este último tendrá la autorización para la paralización de la producción.

Se da por hecho que antes de la firma del contrato y por lo tanto el comienzo de la producción, el Contratista ha revisado toda la documentación y que está de acuerdo con aspectos económicos y considera que la documentación aportada es la suficiente como para comprender totalmente el proyecto encargado.

El Contratista podrá subcontratar diferentes aspectos, siempre bajo su responsabilidad y con el consentimiento de la Dirección Facultativa.

## **2.2. Dirección Facultativa.**

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas que tengan como labor ayudar al ingeniero-Director en la realización de su cometido, siempre bajo las órdenes de este último.

## 2.3. Libro de órdenes.

El Contratista dispondrá en su oficina y siempre a disposición del Ingeniero-Director un “Libro de Órdenes” en el que redactará todas aquellas que crea oportunas para que se adopten, y eviten siempre que sea posible, los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, así como las ordenes necesarias para arreglar cuaquier deficiencia que se haya observado y que sean necesarias para que el trabajo se realice correctamente.

Cada orden deberá ser revisada y firmada por el Ingeniero-Director, así como firmada por el Contratista.

## 2.4. Modificación de trabajos defectuosos.

Si el Ingeniero-Director percibe algún tipo de fallo en los trabajos realizados, o los materiales o equipos no reunen las condiciones exigidas, podrá proceder a la destrucción de los productos con defectos y obligar al Contratista a volver a fabricarlo, todo esto a expensas de este último.

## 2.5. Garantías.

El plazo de garantía deberá estipularse entre el Promotor y el Contratista y contendrá el tiempo dado para la realización del proyecto encargado.

En caso de que el Contratista no realice el trabajo dentro de los plazos determinados, se verá afectado por una penalización económica.



# 3. ■ .Condiciones de índole económica.

## 3.1. Base fundamental.

Como base fundamental de estas bases económicas, se establece que el Contratista debe recibir, de todos los trabajos realizados, el importe correcto siempre de acuerdo con lo detallado en el proyecto.

## 3.2. Garantía.

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de avales bancarios u otras entidades, para asegurarse de que reune todas las condiciones de solvencias necesarias para la correcta cumplimentación del contrato.

Estas referencias serán pedidas, si fuese necesario, antes de la firma del contrato.

### 3.3. Fianza.

Al Contratista se le exigirá una fianza con la intención de que cumpla con lo establecido en el contrato, convenida entre el Ingeniero-Director y el contratista.

En el caso de que el Contratista no ingresase la fianza en los tiempos determinados no se le adjudicaría el trabajo y se procedería a la búsqueda de otro Contratista que pueda realizar el mismo trabajo.

### 3.4. Devolución de las fianzas.

La fianza depositada por parte del Contratista, le será devuelta una vez recibidos los diferentes trabajos encargados, siempre y cuando estos hayan sido correctamente realizados, tal y como aparece en el presente proyecto, con los materiales y metodología descrita.

### 3.5. Revisión de precios.

En el caso de que el Contratista quiera realizar una revisión de los precios, esto deberá estar previamente reflejado en el contrato para poder considerarlo.

De cumplirse esto, el Contratista debe presentar al Ingeniero-Director un nuevo presupuesto donde se puedan observar los nuevos precios elegidos por éste, con el cual ambos puedan llegar a un nuevo acuerdo, ya que las condiciones del mercado han podido variar.

## 3.6. Precios contradictorios.

En el caso de que al comenzar la actividad nos encontremos con precios que no hayan sido fijados, debido a que se han incorporado nuevos elementos o se ha modificado el número de los ya existentes, estos serán fijados entre el Ingeniero-Director y el Contratista.

Los precios decididos serán firmados tanto por el promotor como por el Ingeniero-Director y el Contratista.

## 3.7. Abono de las obras.

El abono de los trabajos realizados se efectuará, aplicando al número total de éstos el precio fijado anteriormente para cada uno de ellos, siempre y cuando se hayan realizado tal y como describen los documentos que conforman el presente proyecto o según haya decidido el Ingeniero-Director en caso de que se haya producido alguna modificación.

El abono se realizará tras la medición del número de unidades fabricadas por el contratista, a las cuales se les aplicara el precio fijado anteriormente en el presupuesto.

## 3.8. Mediciones y certificaciones.

El contratista informará periodicamente al Ingeniero-Director de las unidades fabricadas el cual podrá revisarlas si fuese preciso.

En el caso de que el Ingeniero-Director certifique que éstas están correctamente realizadas, habiendo realizado previamente las mediciones necesarias, se procederá al abono al Contratista de la cifra pactada por los trabajos realizados.



# 4. Pliego de condiciones de índole legal.

## 4.1. Documentos del proyecto.

El presente proyecto estará compuesto por los siguientes documentos:

- Memoria
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Estudio de Seguridad y Salud
- Mediciones y Presupuesto

## 4.2. Plan de Obra.

El Plan de Obra recogerá los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, indicando fechas de inicio previstas para cada uno de los trabajos, adaptándose con la mayor exactitud posible al diagrama de Gant o similar en caso de que se haya realizado éste.

## 4.3. Planos.

Los planos necesarios para la realización de las diferentes piezas serán los contenidos dentro de este propio proyecto, así como los que sean realizados durante el transcurso de la fabricación, en caso de que sean necesarios y hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

## 4.4. Responsabilidad del contratista.

El contratista es responsable de la ejecución de los trabajos en las condiciones establecidas tanto en el contrato como en los documentos del presente proyecto, asumiendo cualquier fallo cometido durante la ejecución de éstos.

Éste a su vez también se compromete a que todos sus empleados utilicen los medios de protección personal o colectiva requeridos según el puesto. Además deberá aceptar la inspección del Ingeniero-Director en aspectos de Seguridad y Salud, y solucionar inmediatamente cualquier deficiencia detectada pudiendo llegar a paralizar el trabajo hasta que se implanten las medidas correctas.

## 4.5. Accidentes de trabajo.

En caso de que algún trabajador sufra un accidente, durante la ejecución de alguno de los trabajos, el Contratista se atendrá a lo dispuesto en la legislación vigente en ese momento, siendo el único responsable de éstos.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud necesarias para evitar los accidentes en todo lo posible. Además deberá facilitar todos los datos que el Ingeniero-Director considere necesarios tanto de los accidentes ocurridos como de las medidas tomadas.

Si se produce algún accidente por no seguir la legislación, el único responsable de éste será el propio Contratista.

## 4.6. Seguridad Social.

Según lo dispuesto en el apartado anterior de Condiciones de índole Económica, el Contratista está obligado a cumplir toda legislación relacionada con la Seguridad Social, teniendo a disposición del Ingeniero-Director todos los documentos que se estén siguiendo. En caso de que el Contratista realice alguna subcontratación, esta norma también afectará al subcontratista.

## 4.7. Responsabilidad Civil.

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas, dejando exento al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que pueda haber.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas en seguridad y salud que indique la legislación vigente para evitar en la medida de lo posible los accidentes que puedan sufrir los operarios. El abono de las indemnizaciones correspondientes en caso de accidente correrán a cargo de éste.

## 4.8. Disposiciones legales y permisos.

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

Además conseguirá todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias.

El contratista se verá obligado al cumplimiento de todas las leyes vigentes en este aspecto además de las órdenes dadas por el Ingeniero-Director, no viéndose exento de cumplirlas aunque éstas no estén por escrito.



e



Mediciones  
y  
Presupuesto



# 0. ■ Índice Mediciones y Presupuesto.

|  |    |
|--|----|
| 1. Presentación del presupuesto.....                 | 3  |
| 2. Tabla de costos de elementos adquiridos .....     | 5  |
| 3. Tabla de costos del material de fabricación ..... | 7  |
| 4. Tabla de tiempos de fabricación .....             | 9  |
| 5. Tabla de costos del puesto de trabajo.....        | 11 |
| 6. Tabla de costos de fabricación.....               | 13 |
| 7. Tabla del presupuesto industrial.....             | 15 |
| 8. Conclusión.....                                   | 17 |



# 1 ■

## Presentación del presupuesto.

En el presente documento se realizará un resumen del trabajo y estudio realizado sobre el presupuesto de venta del diseño de nuestro monociclo.

Para ello tendremos en cuenta todos los factores predominantes en cuestión de costes; estudiaremos los costes que van desde los elementos adquiridos y el costo de materiales, hasta el costo de tiempo de fabricación incluyendo el costo del puesto de trabajo.

Por lo tanto, lo que veremos a continuación, en cierto modo, será una previsión de lo que nos podrá llegar a costar la realización industrial del monociclo y, posteriormente, fijándonos un porcentaje de beneficios, presentar el precio de venta al público viendo nuestro beneficio por cada monociclo vendido.



# 2

## ■ Tabla de costos de elementos adquiridos.

| COMPONENTE     | Modelo                      | Fabricante       | PRECIO (€)        |              |                   |                     | PESO (gr)       |                 |                     |
|----------------|-----------------------------|------------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
|                |                             |                  | Por pieza         | Unidades     | Total             | x 100               | Por pieza       | Total           | Por 100 piezas      |
| Radio          | Competition DB              | DT Swiss         | 0,90 €            | 32,00        | 28,64 €           | 2.864,00 €          | 7,68            | 245,81          | 786.601,60          |
| Rodamientos    | 6203 2rs                    | SKF              | 2,17 €            | 2,00         | 4,34 €            | 434,00 €            | 67,00           | 134,00          | 13.400,00           |
| Buje           | Schlumpf KH                 | Kris Holm        | 915,19 €          | 1,00         | 915,19 €          | 91.518,70 €         | 600,00          | 600,00          | 60.000,00           |
| Bielas         | Moment ISIS KH              | Kris Holm        | 49,22 €           | 1,00         | 49,22 €           | 4.922,30 €          | 60,00           | 60,00           | 6.000,00            |
| Neumático      | Black Mamba tubeless 29"    | Hutchinson       | 38,06 €           | 1,00         | 38,06 €           | 3.806,30 €          | 505,00          | 505,00          | 50.500,00           |
| Llanta         | Taurus 29"                  | Shimani          | 12,68 €           | 1,00         | 12,68 €           | 1.267,50 €          | 600,00          | 600,00          | 60.000,00           |
| Pedales        | CNC M142                    | Wellgo           | 34,87 €           | 1,00         | 34,87 €           | 3.486,80 €          | 236,00          | 236,00          | 23.600,00           |
| Cierre tija    | Double Quick                | Nimbus           | 14,93 €           | 1,00         | 14,93 €           | 1.492,50 €          | 77,00           | 77,00           | 7.700,00            |
| Tija Sillín    | Evolution                   | Airwings         | 104,25 €          | 1,00         | 104,25 €          | 10.425,00 €         | 736,50          | 736,50          | 73.650,00           |
| Sillín         | Fusion FreeRide-Mountain KH | Kris Holm        | 31,50 €           | 1,00         | 31,50 €           | 3.150,00 €          | 816,00          | 816,00          | 81.600,00           |
| Tornillos      | -                           | -                | 0,46 €            | 4,00         | 1,82 €            | 182,00 €            | 7,50            | 30,00           | 3.000,00            |
| Tuercas        | -                           | -                | 0,19 €            | 4,00         | 0,75 €            | 75,20 €             | 3,80            | 15,20           | 1.520,00            |
| Casquillo      | superior aluminio 6106 T6   | Traid Villarroya | 25,73 €           | 2,00         | 51,46 €           | 5.146,00 €          | 18,00           | 36,00           | 3.600,00            |
| Casquillo      | inferior aluminio 6106 T6   | Traid Villarroya | 18,60 €           | 2,00         | 37,20 €           | 3.720,00 €          | 13,00           | 26,00           | 2.600,00            |
| <b>Totales</b> | -                           | -                | <b>1.248,73 €</b> | <b>54,00</b> | <b>1.324,90 €</b> | <b>132.490,30 €</b> | <b>3.747,48</b> | <b>4.117,51</b> | <b>1.173.771,60</b> |

(1) Tabla 1: Costo componentes adquiridos

En la tabla presentada en este apartado estamos visualizando, en conjunto, todos los elementos que adquiriremos a un distribuidor o empresa que montará el monociclo, así como el precio unitario o de cada unidad de cada elemento y, más a la derecha, el peso que tiene una unidad de cada elemento.

Por lo tanto, aquí podemos contemplar el coste que tendrá el conjunto de todas las piezas que adquiriremos a terceros y además el peso que tendrán estas en el monociclo, pudiendo saber así también cuánto pesará el monociclo una vez construido.

| HOJA DE COSTO DE MATERIALES   |       |                     |          | EII<br>OFICINA TÉCNICA |           |                                   |           |    |                |         |
|-------------------------------|-------|---------------------|----------|------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|----|----------------|---------|
| Conjunto:                     |       | Nº Conjuntos:1000   |          | Fecha: 14/01/2015      |           |                                   | Hoja nº:1 |    |                |         |
| Pieza: Horquilla<br>Monociclo | Marca | Designación         | Material | Plano                  | Nº Piezas | Dimensiones Mat. Bruto            | Cantidad  | UM | Costo Unitario | Importe |
| Cuerpo<br>Superior            |       | Fibra de Carbono 3K |          | 2                      | 1         | Malla dispuesta en rollo continuo | 0,137     | Kg | 22,38 €        | 22,38 € |
| Brazo<br>Horquilla            |       | Fibra de Carbono 3K |          | 3                      | 2         | Malla dispuesta en rollo continuo | 0,092     | Kg | 15,03 €        | 30,06 € |

(2) Tabla 2: Costo materiales

# 3 ■ Tabla de costos del material de fabricación.

| Precio F. Carbono 3K €/m <sup>2</sup> | Densidad F. Carbono 3K gr/m <sup>2</sup> | Importe Total |
|---------------------------------------|--|---------------|
| 32,67                                 | 200                                      | 52,44 €       |

(3) Tabla 3: Costo materiales implementado

En este caso, en la tabla que estamos viendo, se presentan los datos obtenidos del coste neto del material necesario para realizar las partes de fibra de carbono de nuestra horquilla.

Para ello, primeramente buscamos un proveedor del material bruto, el cual nos tendrá que ofrecer una buena relación calidad-precio. Ya realizada la búsqueda vemos que el precio de la venta al pormayor de tela de Fibra de Carbono 3K con las características que nosotros buscamos es de 32,67 €/m<sup>2</sup> como se puede observar en la tabla anexa a la presentada.

Posteriormente, como gracias al modelo CAD sabemos el peso exacto de nuestra pieza una vez terminada y la densidad de esta fibra de carbono (también presentada en la tabla anexa), podremos hacer una aproximación de los m<sup>2</sup> necesarios para la realización de nuestra horquilla.

Como ya tenemos los m<sup>2</sup> necesarios para la producción de nuestra horquilla, los pasos restantes son sencillos, obteniendo al final que, como vemos en la tabla, el precio de uno de los brazos de la horquilla es de 22,38€ y el del cuerpo superior de 15,03€ solamente en material.



# 4 ■ Tabla de tiempos de fabricación.

| TIPO DE PIEZA        | PROCESO                               | TIEMPO UNITARIO (h.) | UNIDADES | TIEMPO TOTAL |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------|--------------|
| Cuerpo Superior      | Corte de piezas para capas            | 0,83                 | 1        | 0,83         |
|                      | Conformación de la pieza              | 0,91                 | 1        | 0,91         |
|                      | Inspección                            | 0,17                 | 1        | 0,17         |
|                      | Reparar imperfecciones                | 0,25                 | 1        | 0,25         |
|                      | Mecanizado zonas ensamblaje           | 0,42                 | 1        | 0,42         |
| Brazo horquilla      | Corte de piezas para capas            | 0,83                 | 2        | 1,67         |
|                      | Conformación de la pieza              | 0,87                 | 2        | 1,73         |
|                      | Inspección                            | 0,15                 | 2        | 0,30         |
|                      | Reparar imperfecciones                | 0,20                 | 2        | 0,41         |
|                      | Mecanizado zonas ensamblaje           | 0,37                 | 2        | 0,73         |
| Horquilla ensamblada | Limpiado residuos fresado             | 0,05                 | 1        | 0,05         |
|                      | Ensamblado piezas                     | 0,62                 | 1        | 0,62         |
|                      | Comprobación alineamiento             | 0,17                 | 1        | 0,17         |
|                      | Inspección                            | 0,07                 | 1        | 0,07         |
|                      | Limpiado                              | 0,13                 | 1        | 0,13         |
|                      | Lacado                                | 0,38                 | 1        | 0,38         |
|                      | Secado                                | 0,50                 | 1        | 0,50         |
|                      | Aplicar nº serie e imagen corporativa | 0,12                 | 1        | 0,12         |

(4) Tabla 4: Tabla de tiempos de fabricación

En este apartado presentamos la tabla de tiempos de fabricación, gracias a la cual, posteriormente podremos calcular el coste del puesto de trabajo.

En ella se presentan las diferentes operaciones dentro de cada proceso de fabricación para obtención de una horquilla de monociclo.

Estos tiempos son estimados a partir de la experiencia en este ámbito de fabricación y la experiencia de trabajo con las máquinas necesarias para llevar a cabo los procesos presentados, tanto en la hoja de procesos adjunta a este proyecto, como en los procesos presentados en la tabla de este apartado.

Ya obtenidos los tiempos de cada operación se multiplicará por tantas piezas iguales que lleve el monociclo, es decir, por ejemplo el monociclo monta dos brazos, pues calculado el tiempo para uno de ellos el resultante será el doble, obteniendo los tiempos totales de la conformación de las dos partes.

Además, gracias a esta tabla, podemos estimar que el tiempo de producción de una horquilla de nuestro monociclo es de aproximadamente 9,44 horas o de 9 horas 26 minutos 24 segundos.

# 5

## ■ Tabla de costos del puesto de trabajo.

| Máquina         | Precio      | Amort. p años | Func. h/año | Vida prevista en horas | Costo del puesto de trabajo €/h |              |               |         |        |
|-----------------|-------------|---------------|-------------|------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|---------|--------|
|                 |             |               |             |                        | Interés 4.5%                    | Amortización | Mantenimiento | Energía | Costes |
| Cortadora       | 8.700,00 €  | 15,00         | 3.286,80    | 48.302,00              | 0,12 €                          | 0,18 €       | 0,07 €        | 0,61 €  | 0,98 € |
| Moldes          | 48.000,00 € | 26,00         | 969,40      | 25.204,40              | 2,23 €                          | 1,90 €       | 1,34 €        | -       | 5,47 € |
| Vejiga          | 500,00 €    | 5,00          | 832,40      | 4.132,00               | 0,03 €                          | 0,12 €       | 0,02 €        | -       | 0,16 € |
| Compresor       | 3.800,00 €  | 35,00         | 1.302,61    | 45.591,35              | 0,13 €                          | 0,08 €       | 0,08 €        | 0,91 €  | 1,21 € |
| Fresadora CNC   | 16.000,00 € | 22,00         | 2.277,53    | 50.105,66              | 0,32 €                          | 0,32 €       | 0,19 €        | 1,52 €  | 2,35 € |
| Horno curado    | 23.000,00 € | 20,00         | 990,00      | 19.800,00              | 1,05 €                          | 1,16 €       | 0,63 €        | 2,28 €  | 5,11 € |
| Lijadoras       | 300,00 €    | 4,00          | 891,00      | 3.564,00               | 0,02 €                          | 0,08 €       | 0,01 €        | 0,15 €  | 0,26 € |
| Equipo limpieza | 1.200,00 €  | 2,00          | 356,40      | 712,80                 | 0,15 €                          | 1,68 €       | 0,09 €        | -       | 1,93 € |
| Mesa mediciones | 980,00 €    | 6,00          | 297,00      | 1.782,..               | 0,15 €                          | 0,55 €       | 0,09 €        | 0,08 €  | 0,86 € |
| Equipo lacado   | 2.100,00 €  | 6,00          | 673,20      | 4.039,20               | 0,14 €                          | 0,52 €       | 0,08 €        | -       | 0,74 € |
| Horno secado    | 25.000,00 € | 21,00         | 990,00      | 20.790,00              | 1,14 €                          | 1,20 €       | 0,68 €        | 2,43 €  | 5,45 € |

Coste energía kWh  
0,08 €

Coste total  
15,27 €

(5) Tabla 5: Tabla de costos del puesto de trabajo

Como ya tenemos confeccionadas las hojas de procesos, o lo que es lo mismo, tenemos la tabla de tiempos de fabricación, sabemos el material o máquina necesaria para poder llevar a cabo la producción de nuestra horquilla y así, por lo tanto, poder confeccionar la tabla de costos del puesto de trabajo.

En esta tabla se presentan los datos del precio que tendrán cada máquina para posteriormente, y gracias a los demás datos obtenidos como la amortización por años, el tiempo de funcionamiento en un año y la vida de uso prevista en horas, obtener los costes con los datos de Interés, amortización, mantenimiento y la energía que consumen (sabiendo que el coste de la energía actualmente está a 0,079 €/kWh).

Una vez obtenidos los costes de cada máquina, sumados, tenemos el coste total de los puestos de trabajo, siendo este resultado aproximadamente 15,27€.



# 6

## ■ Tabla de costos de fabricación.

| HOJA DE COSTO DE FABRICACIÓN |       |           |         |             |                             |          |                        | EII             |                             |        |               |
|------------------------------|-------|-----------|---------|-------------|-----------------------------|----------|------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|---------------|
| Conjunto:                    |       | Horquilla |         | RESUMEN (€) |                             |          |                        | OFICINA TÉCNICA |                             |        |               |
| Plano Nº :                   |       | 1         |         | Material:   |                             | 59,79 €  |                        | Hoja nº:1       |                             |        |               |
| Destino                      |       |           |         | M.O.D.:     |                             | 94,29 €  |                        |                 |                             |        |               |
| Nº Conjuntos                 |       | 7         |         | P. Trabajo: |                             | 15,27 €  |                        |                 |                             |        |               |
|                              |       |           |         | TOTAL:      |                             | 162.05€  |                        |                 |                             |        |               |
| Pieza                        |       | Cant.     | Gama Nº |             | Proceso                     | Tf<br>h. | €/h                    |                 | Costo de Fabricación Cf (€) |        |               |
| Marca                        | Plano |           | Fab.    | Mon.        |                             |          | Operario               | Salario         | Material                    | M.O.D. | P.<br>Trabajo |
| Cuerpo superior              |       | 2         | 1       |             | Corte de piezas para capas  | 0,83     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 6,75          |
|                              |       |           |         |             | Conformación de la pieza    | 0,91     | Oficial 2 <sup>a</sup> | 9,7             |                             |        | 7,74          |
|                              |       |           |         |             | Inspección                  | 0,17     | Oficial 1 <sup>a</sup> | 10,4            |                             |        | 1,62          |
|                              |       |           |         |             | Reparar imperfecciones      | 0,25     | Oficial 3 <sup>a</sup> | 9,1             |                             |        | 2,13          |
|                              |       |           |         |             | Mecanizado zonas ensamblaje | 0,42     | Oficial 3 <sup>a</sup> | 9,1             |                             |        | 3,54          |
| Brazo horquilla              |       | 3         | 2       |             | Corte de piezas para capas  | 1,67     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 13,50         |
|                              |       |           |         |             | Conformación de la pieza    | 1,73     | Oficial 2 <sup>a</sup> | 9,7             |                             |        | 14,71         |
|                              |       |           |         |             | Inspección                  | 0,30     | Oficial 1 <sup>a</sup> | 10,4            |                             |        | 2,91          |
|                              |       |           |         |             | Reparar imperfecciones      | 0,41     | Oficial 3 <sup>a</sup> | 9,1             |                             |        | 3,45          |
|                              |       |           |         |             | Mecanizado zonas ensamblaje | 0,73     | Oficial 3 <sup>a</sup> | 9,1             |                             |        | 6,21          |
| Horquilla Ensamblada         |       | 1         | 1       |             | Limpiado residuos fresado   | 0,05     | Peón                   | 8,1             |                             |        | 0,30          |
|                              |       |           |         |             | Ensamblado piezas           | 0,62     | Oficial 3 <sup>a</sup> | 9,1             |                             |        | 5,24          |
|                              |       |           |         |             | Comprobación alineamiento   | 0,17     | Oficial 2 <sup>a</sup> | 9,7             |                             |        | 1,42          |
|                              |       |           |         |             | Inspección                  | 0,07     | Oficial 1 <sup>a</sup> | 10,4            |                             |        | 0,69          |
|                              |       |           |         |             | Limpiado                    | 0,13     | Peón                   | 8,1             |                             |        | 0,80          |
|                              |       |           |         |             | Lacado                      | 0,38     | Oficial 2 <sup>a</sup> | 9,7             |                             |        | 3,26          |
|                              |       |           |         |             | Secado                      | 0,50     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 4,05          |
|                              |       |           |         |             | Aplicar nº serie e imagen   | 0,12     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 0,99          |
| Monociclo                    |       | -         | 1       |             | Montaje todas las piezas    | 0,67     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 5,67          |
| Embalaje                     |       | -         | 1       |             | Embalar monociclo           | 0,25     | Especialista           | 8,5             |                             |        | 2,03          |

(6) Tabla 6: Tabla de costos de fabricación

Como última tabla de obtención de datos tenemos la tabla de costos de fabricación, en ella presentamos todas las operaciones para obtener la horquilla del monociclo así como el montaje de todas las piezas y embalarlo para su posterior distribución.

Para calcular los costos de fabricación, una vez introducidos los datos de las operaciones que hay que realizar, establecemos que tipo de operario las realizará para, después de determinar lo que cobrará a la hora cada operario, saber cuánto costará realizar esa operación.

Finalmente, ya obtenidos los costos de fabricación, podemos calcular el costo total de fabricación sumando el costo de cada operación. Así obtenemos la mano de obra directa total, siendo esta aproximadamente 86,99€

# 7

## ■ Tabla del presupuesto industrial.

| PRESUPUESTO INDUSTRIAL         |                                  |            | EII             |
|--------------------------------|----------------------------------|------------|-----------------|
| CONCEPTO                       | Nº CONJUNTOS:                    | 7          | OFICINA TÉCNICA |
|                                | DESCRIPCIÓN                      |            | IMPORTE         |
| 1. COSTO DE FABRICACIÓN        | MATERIAL                         | 1.377,34 € |                 |
|                                | MANO DE OBRA, MOD                | 86,99 €    | 1.486,90 €      |
|                                | PUESTO DE TRABAJO                | 15,27 €    |                 |
| 2. MANO DE OBRA INDIRECTA, MOI | M.O.I. = (58,18%) x M.O.D.       |            | 54,86 €         |
| 3. CARGAS SOCIALES, CS         | CS = (37,5%) x (M.O.D. + M.O.I.) |            | 55,93 €         |
| 4. GASTOS GENERALES, GG        | GG = (47%) x M.O.D.              |            | 37,71 €         |
| 5. COSTO TOTAL EN FÁBRICA, Ct  | Ct = Cf + M.O.I. + CS + GG       |            | 1.635,40 €      |
| 6. BENEFICIO INDUSTRIALL, B    | 12% Ct                           |            | 196,25 €        |
| 7. PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA  | UNITARIO                         |            | 1.831,64 €      |
|                                | DEL PEDIDO (100)                 |            | 183.164,49 €    |

| material   |            |  |
|------------|------------|--|
| adquiridos | 1.324,90 € |  |
| fabricados | 52,44 €    |  |

(7) Tabla 7: tabla presupuesto industrial (conclusión)

Por último y para finalizar la disposición de datos, presentamos la tabla del presupuesto industrial en la que se presentarán todos los datos para saber cuánto nos costará producir un monociclo y, también establecido el porcentaje de beneficio (12%), el precio de venta al público de este.

Primeramente vemos que los costos de fabricación, que es la suma del coste de material (tanto adquiridos como fabricados) más la mano de obra directa más el puesto de trabajo, son 1.486,90€.

Posteriormente vemos que la mano de obra indirecta es el 58,18% (100\* remuneración anual MOI / remuneración anual MOD) de la mano de obra directa y, gracias a la obtención de este dato, podemos calcular las cargas sociales, que son el 37,5% de la suma de la mano de obra directa e indirecta.

Después podemos calcular los gastos generales, que son en nuestro caso el 40% de la mano de obra directa y, para acabar, podemos obtener el costo total en fábrica gracias a la suma de los costos de fabricación más la mano de obra directa más los costos sociales más los gastos generales.

Y ya para finalizar, como hemos mencionado antes que nuestro beneficio de venta sería del 12%, vemos que ganamos 196,25 € de cada monociclo siempre y cuando lo vendamos a 1.831,64 €.

A la vista de estos resultados, plantearemos la opción de poder vender el monociclo en packs, es decir, vender varios al por mayor. En este caso reduciríamos nuestro porcentaje de beneficio para poder dar una mejor oferta al comprador, poder crear una buena imagen de marca y afianzar una buena relación con el cliente.

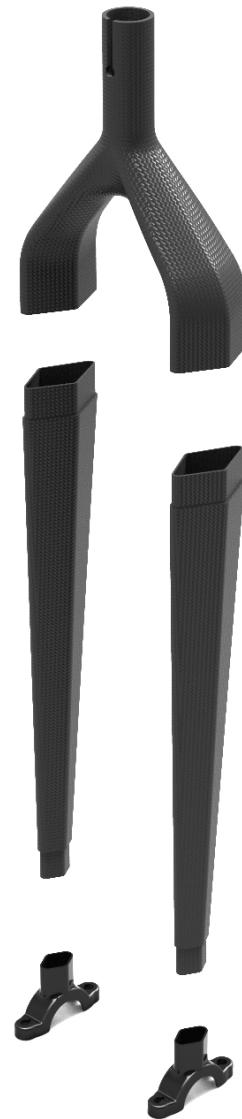
# 8. ■ Conclusión.

Para acabar y como conclusión, vemos que el precio de venta es algo elevado, pero no es un precio que nos asuste, es decir, viendo que ahora mismo el monociclo de más alta gama existente en el mercado cuesta entorno a los 1.695€ y que además no monta los componentes que nosotros montamos que el tamaño de la rueda es más reducido y que los materiales no son los mismos, concluimos que nuestro monociclo no tiene un precio tan elevado.

Además, siempre añadiremos la opción de venta al por mayor que le dará un precio de venta algo más reducido gracias a que, por ejemplo, con el embalaje se amortizará mejor el espacio.



f



Estudio de  
Seguridad  
y  
Salud



# O

## ■ Índice Estudio de Seguridad y Salud

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción.....   | 3  |
| 2. Descripción del centro de trabajo .....                     | 5  |
| 2.1. Mesa de corte computerizada.....                          | 5  |
| 2.2. Moldes y prensas térmicas.....                            | 6  |
| 2.3. Fresadora computerizada.....                              | 7  |
| 2.4. Equipos de limpieza, pintura y horno de pintura.....      | 8  |
| 2.5. Procedimientos.....                                       | 9  |
| 3. Normativa aplicada al estudio .....                         | 11 |
| 4. Evaluación de riesgos existentes.....                       | 13 |
| 5. Utilización del Equipo de Protección Individual (EPI) ..... | 15 |
| 5.1. Oído .....  | 15 |
| 5.2. Vista.....  | 16 |
| 5.3. Manos .....   | 17 |
| 5.4. Pies .....  | 18 |
| 5.5. Cuerpo/torsoMoldes y prensas térmicas .....               | 19 |

|  |    |
|--|----|
| 6. Manual de buenas prácticas .....                            | 21 |
| 6.1. Previo a su utilización .....                             | 21 |
| 6.2. Durante su uso .....                                      | 22 |
| 6.3. Manual de buenas prácticas .....                          | 23 |
| 6.4. Señalización .....  | 23 |
| 6.5. Límites de utilización e inspecciones .....               | 26 |
| 6.6. Formación e información requerida por el trabajador ..... | 27 |
| 6.7. Mantenimiento del equipo .....                            | 27 |
| 6.8. Medidas preventivas .....                                 | 28 |
| ANEXO I (medidas de prevención) .....                          | 30 |
| 1. Corte y obtención de las preformas .....                    | 30 |
| 2. Conformado .....  | 33 |
| 3. Ensamblado .....  | 36 |
| 4. Acabado .....   | 39 |
| ANEXO II (gestión del riesgo) .....                            | 43 |
| 1. Corte y obtención de las preformas .....                    | 43 |
| 2. Conformado .....  | 45 |
| 3. Ensamblado .....  | 48 |
| 4. Acabado .....   | 51 |
| ANEXO III (utilización de equipos de protección indv.) .....   | 55 |

# 1.

## Introducción:

En esta parte del Trabajo de Fin de Grado se pretende tratar y realizar un estudio de seguridad y salud del proceso de obtención de la horquilla de monociclo de la que principalmente trata este proyecto. Además de resumir y analizar los posibles riesgos que presentan los diferentes procesos, se pretende generar en este documento una serie de propuestas de mejora para conseguir elaborar unas medidas de prevención, así como un manual de buenas prácticas y un plan de emergencia.

Dividiremos dicho proceso de obtención (de manera resumida) en cuatro sub-operaciones:

- Corte y obtención de las preformas
- Conformado
- Ensamblado
- Acabado

Para comenzar, inicialmente se tomarán todos los diferentes riesgos según su clasificación, observando si un operario, a la hora de ocupar el puesto de trabajo, podrá o no sufrir el riesgo en cuestión. Con este procedimiento, podremos clasificar los diferentes riesgos existentes según su importancia para después solventarlos según su magnitud de importancia, consiguiendo así solventarlos o presentar una mejora.

Por último, se elaborará un manual de buenas prácticas en la planta de trabajo y, en el caso de ocurrencia de accidentes, un plan de emergencia para que en el supuesto de que ocurra lo indeseable, saber cómo conseguir una solución rápida y con las menores pérdidas tanto monetarias como humanas.



# 2. ■ Descripción del centro de trabajo:

El centro de trabajo del cual se realizará el estudio de seguridad y salud será de la planta de producción de la horquilla del monociclo y de los principales puestos que ocupará el operario a la hora de llevar a cabo la producción deseada.

Podremos diferenciar cuatro máquinas usadas en las cuatro etapas principales, las cuales serán las más requeridas en el proceso de obtención del producto:

## 2.1. Mesa de corte computerizada:

Inicialmente se utilizará una mesa de corte tipo plotter guiada por ordenador:



(1) Mesa de corte computerizada.

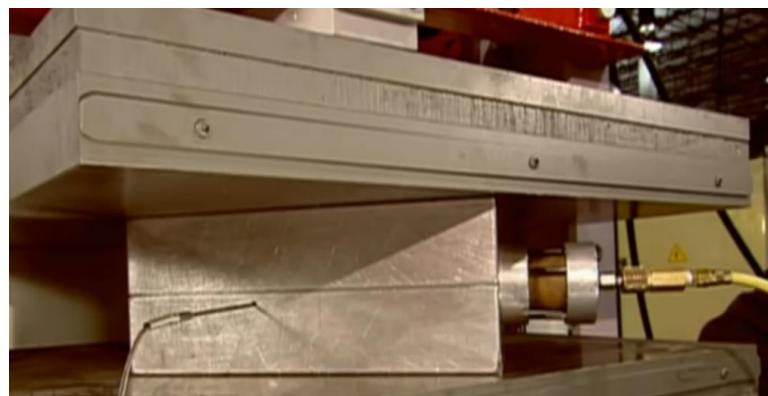
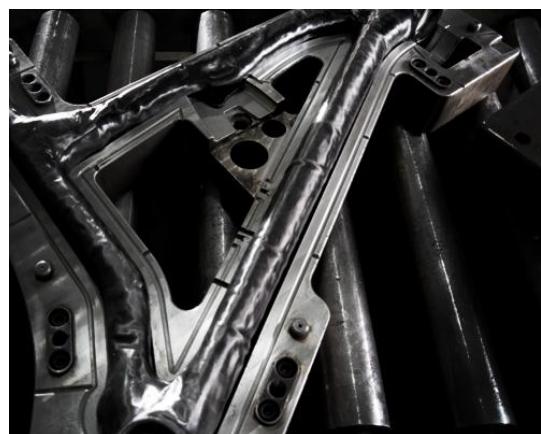
Con estas máquinas se realizará el procedimiento de corte de las diferentes partes que conformarán las piezas de la horquilla del monociclo.

El procedimiento es muy sencillo. Se extenderá sobre la mesa de corte la tela de fibra de carbono y se cargará en el programa informático la disposición más rentable (en la que menos espacios muertos quede, aprovechando al máximo el material) de las diferentes piezas para que posteriormente un brazo equipado con una cuchilla de corte apta para fibra de carbono y que además esté automatizado, realice las pasadas necesarias para poder obtener las diferentes piezas.

## 2.2. Moldes y prensas térmicas:

Seguidamente se utilizarán una serie de moldes y prensas térmicas con las que conformaremos las diferentes piezas.

Explicando además el proceso de obtención, una vez obtenidas las piezas cortadas con la máquina anterior (y por lo tanto el proceso precedente), se procederá a la conformación de las partes de la horquilla para posteriormente encerrarlo en un molde que estará presurizado gracias al uso de una prensa que además ofrecerá calor para un mejor curado de la resina.

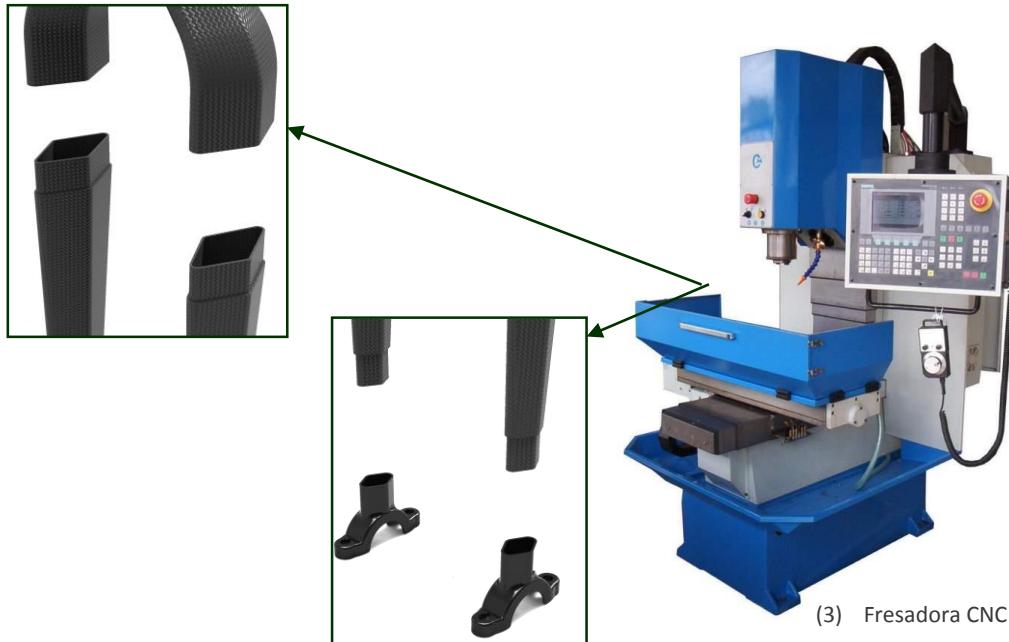


(2) Elementos de moldeado a presión de la fibra de carbono

Esta prensa encerrará el molde a modo de “sándwich” para un conformado estable y además ofreceremos en la parte interior presión gracias a la insuflación de aire presurizado.

## 2.3. Fresadora computerizada

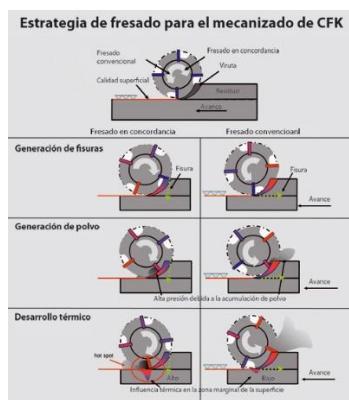
La tercera máquina es una **fresadora computerizada** para el acabado de las zonas de inserción de las diferentes piezas.



(3) Fresadora CNC

Una fresadora ofrece un procedimiento de fabricación convencional por arranque de viruta en la que se obtendrá la geometría deseada gracias a la eliminación de material hasta la forma requerida.

Este arranque de viruta se conseguirá gracias a la utilización de una serie de herramientas llamadas fresas:

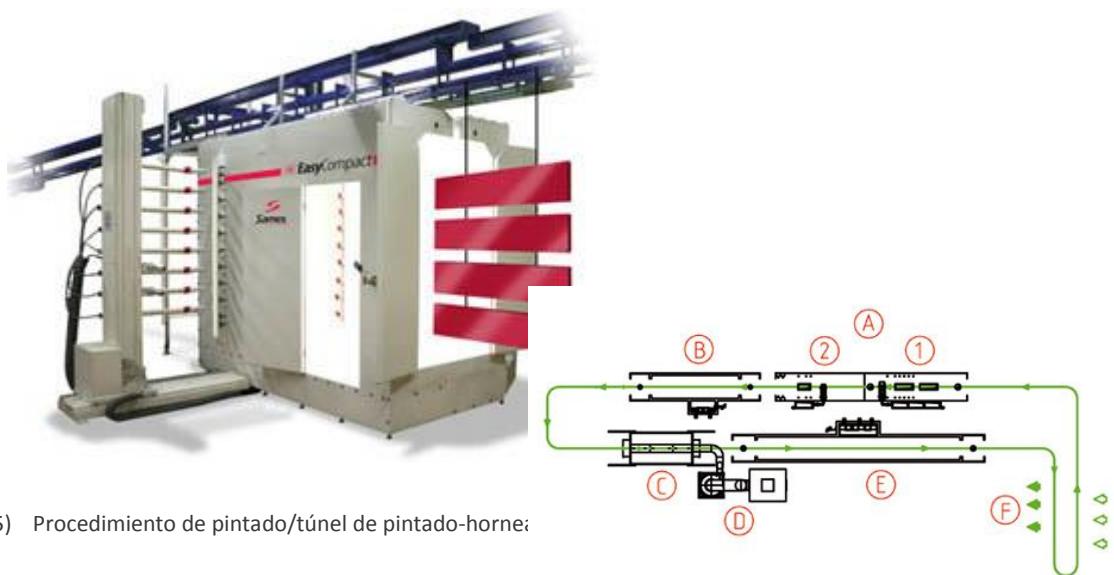


(4) Procedimientos de fresado

Y además, también se deberá explicar el procedimiento de arranque de viruta, así como el sentido de avance, rotación de la herramienta, velocidades de giro y de avance, todas ellas explicadas por los especialistas en materia.

## 2.4. Equipos de limpieza, pintura y horno de pintura

En el procedimiento final de acabado de la horquilla se presentarán como máquinas más usadas los **equipos de limpieza y pintura con aire presurizado**, además de un posterior **horneado** (todos estos procedimientos están explicados con detalle en el documento Memoria).



(5) Procedimiento de pintado/túnel de pintado-horneo:

Básicamente se utilizarán unos equipos de limpieza para después de los procedimientos de arranque de viruta, sistemas que nos dotarán de aire presurizado para el pintado o barnizado en cabinas automatizadas, en las que las piezas, colgadas de perchas, se introducirán gracias a un sistema de carriles automáticos. Posteriormente estas piezas pasarán a un tratamiento térmico para el endurecimiento de la pintura en un horno.

Debido a estos sistemas, presentaremos especial atención a los elementos de ventilación por la existencia de elementos dañinos al ser inhalados, además de evacuación del calor por la alta existencia o alto riesgo de existencia de un incendio debido a la inflamabilidad de ciertos productos y al calor existente en las zonas de horno.

## 2.5. Procedimientos:

Hablaremos entonces de los procedimientos existentes dentro de las cuatro etapas, de manera resumida, ya que está detallado dentro del documento Memoria.

- **Corte y obtención de las preformas:**

- Carga de la materia prima (fibra de carbono).
- Carga del programa informático de corte.
- Puesta en marcha.
- Fin del proceso de corte, recogida de las preformas y clasificación.

- **Conformado:**

- Recubrimiento de la vejiga, poniendo cada preforma en su lugar correspondiente.
- Aplicación de la resina Epoxi.
- Introducción en molde.
- Cierre del molde y conexión de aire presurizado.
- Introducción del molde en prensa térmica.
- Extracción de la prensa y apertura del molde.
- Extracción de la pieza conformada.

- **Ensamblado:**

- a) Introducción de la pieza en fresadora computerizada.
- b) Inicio de programa informático de corte.
- c) Puesta en marcha.
- d) Extracción de la pieza una vez finalizado el programa.
- e) Limpiado de residuos.
- f) Ensamblado de las piezas de fibra de carbono y aluminio con el adhesivo de base epóxica.
- g) Eliminación y limpieza de sobrante de adhesivo.

- **Acabado:**

- a) Limpieza de la pieza.
- b) Colgado en perchas de carriles automatizados.
- c) Introducción en cabina de pintado.
- d) Salida de cabina de pintado.
- e) Introducción en horno.
- f) Salida de horno.
- g) Recogida de producto finalizado.

# 3 ■ Normativa aplicada al estudio:

En este estudio de seguridad se pretende realizar el más minucioso análisis de los posibles peligros que puedan propiciar un accidente en la planta de obtención de nuestro producto, la horquilla del monociclo XFR.

Para poder realizar dicho exhaustivo análisis de seguridad y salud, se seguirán normativas como:

- Ley de Prevención 35/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 393/2007 de la Normativa Básica de Autoprotección.
- Real decreto 485/1997 de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Las directivas de Nuevo Enfoque 89/686/EEC de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 486/1997 de Señalización en Lugares de Trabajo.

Y además, para completar dicho estudio se elaborará un manual de buenas prácticas en la planta de trabajo y un plan de emergencias para conseguir una mayor prevención de riesgos y accidentes laborales.



# 4 ■

## Evaluación de riesgos existentes en la planta de trabajo:

Una vez analizada la planta de producción en la que realizaremos la evaluación y, por tanto, estructuradas las diferentes fases u operaciones a realizar en las diferentes etapas de producción para la obtención de la horquilla del monociclo, se comenzará a analizar todos los posibles peligros o riesgos que pueden surgir en las diferentes máquinas.

Para ello se utilizará el método del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

En él, inicialmente analizaremos cada riesgo existente en las condiciones de seguridad, viendo su probabilidad de ocurrencia y su consecuencia en el caso de que ocurra. En el caso de no existir el peligro estudiado, dicho peligro lo tomaremos como que no es de aplicación para el puesto de trabajo.

Después de analizar dichos riesgos, todos ellos serán recuperados y clasificados según las siguientes tablas:

Cuadro de criterios de Evaluación de Riesgos, definición de acciones y temporización

| PROBABILIDAD                                      | CONSECUENCIA  |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | LIGERAMENTE DAÑINO (LD): Daños superficiales, cortes, pequeñas magulladuras, irritación de ojos por polvo   | DAÑINO (D): Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras graves, fracturas menores   | EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED): Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales   |  |
| BAJA (B): El daño ocurrirá raras veces            | <b>RIESGO TRIVIAL (T):</b><br><br>No se requiere acción específica.   | <b>RIESGO TOLERABLE (TO):</b><br><br>No es necesario mejorar el plan de acción preventiva, pero se estudiarán mejoras de reducida inversión. Se requiere de comprobaciones periódicas para asegurar la eficacia de las medidas de control.  | <b>RIESGO MODERADO (MO)</b><br><br>Se debe intentar reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un periodo determinado. Si el riesgo esta asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se precisara una acción posterior para establecer, mejor la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. |  |
| MEDIA (M): El daño ocurrirá en algunas ocasiones  | <b>RIESGO TOLERABLE (TO):</b><br><br>No es necesario mejorar el plan de acción preventiva, pero se estudiarán mejoras de reducida inversión. Se requiere de comprobaciones periódicas para asegurar la eficacia de las medidas de control.  | <b>RIESGO MODERADO (MO)</b><br><br>Se debe intentar reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un periodo determinado. Si el riesgo esta asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se precisara una acción posterior para establecer, mejor la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. | <b>RIESGO IMPORTANTE (I)</b><br><br>No debe comenzarse el trabajo hasta haber reducido el riesgo. Remediarse en el menor tiempo posible. Puede que se requiera una gran inversión.  |  |
| ALTA (A): El daño ocurrirá siempre o casi siempre | <b>RIESGO MODERADO (MO)</b><br><br>Se debe intentar reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un periodo determinado. Si el riesgo esta asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se precisara una acción posterior para establecer, mejor la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. | <b>RIESGO IMPORTANTE (I)</b><br><br>No debe comenzarse el trabajo hasta haber reducido el riesgo. Remediarse en el menor tiempo posible. Puede que se requiera una gran inversión.  | <b>RIESGO INTOLERABLE (IN)</b><br><br>No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.   |  |

(6) Tabla 1.1: clasificación de los riesgos laborales

|                 |                  | Acciones y Temporalización  |
|-----------------|------------------|---|
| Nivel de Riesgo | Clasificación    | Acciones y Temporalización  |
|                 | Trivial (T)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-No Se requiere acción específica.</li> </ul>  |
|                 | Tolerable (TO)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-No Se necesita mejorar la acción preventiva en general.</li> <li>-Se tienen que considerar soluciones más rentables</li> <li>-Comprobaciones periódicas para asegurar las medidas de control.</li> </ul>                    |
|                 | Moderado (MO)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hacer esfuerzos para reducir el riesgo (inversiones necesarias)</li> <li>-Implantar las medidas en un período determinado.</li> <li>-Si existe Extremadamente Dañino (ED), revisar con precisión la probabilidad</li> </ul> |
|                 | Importante (I)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-No comenzar el trabajo hasta reducir los riesgos.</li> <li>-Se precisarán recursos considerables.</li> <li>-Si está realizando el trabajo, remediar el problema en un plazo fijo.</li> </ul>                                |
|                 | Intolerable (IN) | <ul style="list-style-type: none"> <li>-No se debe comenzar ni continuar el trabajo sin adoptar alguna medida por la que se elimine o disminuya el nivel de riesgo.</li> <li>-Si no es posible reducir el riesgo, se tiene que prohibir el trabajo.</li> </ul>      |

(6) Tabla 1.2: clasificación de los riesgos laborales

# 5 ■

## Utilización del Equipo de Protección Individual (EPI):

Los equipos de protección individual escogidos en este estudio son los seleccionados para que el operario pueda seguir con las labores de trabajo sin poner en peligro su integridad física.

Se opta por la utilización de estos elementos debido a que se hace imposible la adicción de elementos de seguridad al puesto de trabajo que tengan un carácter colectivo, como puede ser la posibilidad de caer cargas pesadas en los pies del operario.

Los seleccionados para el estudio de seguridad de este puesto de trabajo son:

### 5.1. Oído:

Este tipo de equipo de protección individual son los utilizados para disminuir el índice de presión acústica existente en el puesto de trabajo, es decir, se pretende reducir el nivel de decibelios que puede crear el ambiente de trabajo.

Los podemos encontrar de dos tipos: protección auditiva de tapones o de cascos. En nuestro caso, al ser poco elevado el nivel de decibelios existentes, pero importantes debido a que si pueden generar algún daño a largo plazo, se opta por la incorporación de unos tapones en el puesto de trabajo.



(7) Protecciones auditivas tipo auricular

## 5.2. Vista:

Como hemos observado, en el puesto de trabajo estudiado es poco probable la proyección de virutas u otros derivados del material, pero si hemos podido observar que existe una leve probabilidad de que puedan proyectarse a los ojos elementos que puedan dañar a la vista.

Por esta razón se tratan los equipos de protección individual relacionados con la protección visual, los cuales no serán de obligado cumplimiento en el puesto de trabajo.

Estos no serán más que unas gafas transparentes de protección contra materiales proyectados, las cuales serán entregadas al operario que lo precise.

En el caso de que el operario deba usar gafas debido a sus condiciones físicas (miopía, astigmatismo, hipermetropía, etc.) las gafas que use serán unas gafas de protección individual que además de proteger corrijan el defecto visual del operario. En este caso, el operario sí que estará obligado a usar las gafas de protección.



(8) Gafas de protección contra proyecciones.

### 5.3. Manos:

En este caso observamos un déficit importante de seguridad, pues se puede ver que la mayoría de accidentes que ocurren de atrapamientos o quemaduras suelen ser en esta zona.

Los equipos de protección individual usados para la protección de manos suelen ser guantes de protección. En nuestro puesto de trabajo buscaremos unos guantes que de una buena protección ante temperaturas moderadas-elevadas (más de 80°C) y que protejan ante atrapamientos o pinzamientos (los que pueden ocurrir a la hora del cierre de los moldes o del carenado de la máquina).

Hemos realizado un leve estudio de lo existente en el mercado y se llegó a la conclusión de que se precisa de unos guantes que aguanten hasta 200°C y que protejan ante atrapamientos sin ser demasiado rígidos, pues el operario debe tener el suficiente tacto para poder trabajar a la hora de precisar, por ejemplo, de una extracción manual del producto.



(9) Guantes de protección flexibles y con tacto aislantes de temperaturas altas

## 5.4. Pies:

Esta protección es la más elemental y la más necesaria a la hora de transitar por el interior de una industria. No sólo se perciben peligros en la planta de trabajo que se está tratando en este estudio de seguridad (como puede ser la carga del molde en la prensa o el transporte de utilajes), sino que además, por la industria transitan máquinas de carga y demás aparatos de transporte de cargas pesadas, por lo que se precisará de un calzado de protección con punta de acero.

Además, para evitar riesgos de caídas y demás, se optará por un calzado de seguridad con suela adherente y antiestática.

Este calzado además será cómodo para que el operario pueda soportarlo durante una jornada laboral de 8 horas.



(10) Botas de seguridad

## 5.5. Cuerpo/ torso:

Por último, nos hemos percatado de la posibilidad de atrapamientos en cuanto a partes textiles del cuerpo, además de las proyecciones de material a temperatura elevada y de la posible existencia de un incendio originado en la máquina.

En este caso, no se trata de un elemento de protección individual, pero lo incluiremos en este apartado como elemento que deberá ser usado por el operario en el puesto de trabajo.

Por ello, se ve la necesidad de obligar al operario a usar la vestimenta adecuada. Esta vestimenta serán pantalones ignífugos ligeros en la parte inferior y en la parte superior una chaqueta de puños cerrados también de material ignífugo



**Serie 524**

**IGNÍFUGA - ANTIESTÁTICA**



by WORKTEAM

(11) Ropa de trabajo especializada

# 6

## ■ Manual de buenas prácticas:

En este manual de buenas prácticas se redactarán los procedimientos y los estados que deberá tener la planta de trabajo en general para un correcto funcionamiento y para evitar posibles accidentes.

### 6.1 Previo a su utilización:

El operario deberá tener los suficientes conocimientos para la correcta utilización de las máquinas que va a utilizar en su puesto de trabajo.

El espacio de trabajo delimitado debe ser el suficiente para que el operario trabaje en buenas condiciones y sin poner en peligro su integridad física.

Antes de comenzar con la primera utilización de la máquina a usar en su jornada laboral, es decir, si el operario nunca ha trabajado con dicha máquina, se deberá leer el manual de instrucciones y el de buenas prácticas.

Comprobar, en el caso que sea necesario, que la lubricación de la máquina es la correcta y que las partes móviles no estén obstruidas o sucias con material sobrante o suciedad/polvo.

Comprobar que la máquina a utilizar está bien asentada al pavimento y que los elementos de seguridad y de paradas de emergencia funcionan correctamente.

Comprobar, en el caso que la máquina esté previsto de ello, que las conexiones eléctricas y que los motores hidráulicos funcionan correctamente.

El operario deberá utilizar los equipos de protección individual (EPIs) anteriormente mencionados en este estudio de seguridad.

El operario deberá recibir información sobre las instrucciones y precauciones facilitadas por el fabricante de las diferentes máquinas existentes en nuestro espacio de producción.

## 6.2 Durante el uso:

El operario será responsable de todas las acciones que realice durante la utilización de la máquina a usar en su puesto de trabajo durante su jornada laboral, por lo que las condiciones del operario deberán ser las óptimas, evitando el uso de maquinaria bajo los efectos de medicamentos que alteren la integridad tanto física como psicológica y no utilizar bajo ningún caso bajo efectos de alcohol y/o drogas.

El operario deberá seguir todas las indicaciones seguidas por la máquina que use en su jornada laboral.

El operario recibirá información acerca de cómo usar y cómo mantener en buen estado los equipos de protección individual.

La comunicación entre operarios en planta será la adecuada para evitar accidentes, y así poder alertar adecuadamente en los momentos de peligro.

El operario solamente podrá tener en el puesto de trabajo una botella de agua de plástico en el lugar delimitado para ello. No deberá ni comer, ni fumar, ni beber en el puesto de trabajo.

El operario deberá mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo para evitar accidentes durante sus movimientos. Y al finalizar su jornada dejará el puesto tan limpio y ordenado como sea posible, dejando cada cosa en su lugar delimitado (filosofía 6S) para que el siguiente turno se encuentre con el puesto en condiciones óptimas de uso; este ciclo será repetido por todos los turnos existentes en la planificación de producción estimada.

No obstaculizar las partes móviles de la máquina, en el caso que las posea.

No obstaculizar los elementos de seguridad de las máquinas.

Mantener la maquinaria en las condiciones de uso establecidas por el fabricante.

Esperar a que las máquinas estén completamente paradas y/o hayan terminado completamente el proceso para proceder a la extracción de la pieza con seguridad.

Esperar unos segundos a que las piezas recién salidas del molde y/o horno desciendan su temperatura.

Usar los elementos de seguridad estimados en los apartados anteriores.

## 6.3 Manual de buenas prácticas:

Mientras la máquina esté en funcionamiento, no abrir ninguna parte móvil de ésta.

El operario evitará conductas inapropiadas durante el proceso de trabajo.

No se acercarán al área delimitado para producción, personas ajenas al proceso y, bajo ningún concepto, personas que desconozcan las medidas preventivas y el funcionamiento de las máquinas.

El operario mantendrá limpio el pavimento para evitar posibles accidentes.

No obstaculizar ni tapar los diales y demás pantallas de información, así como los elementos de seguridad de las diferentes máquinas existentes en el proceso de obtención del producto.

Una vez finalizado el trabajo, el operario apagará la máquina (si su puesto de trabajo está previsto de ella), abandonará el puesto de trabajo dejándolo limpio y ordenado y realizando las labores de mantenimiento necesarias, dejando listo el puesto para el próximo uso.

## 6.4 Señalización:

Según el Real Decreto 485/1997, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla con lo establecido en los anexos I y VII del Real Decreto.

Por ello, utilizaremos señales que avisen, por ejemplo, de los posibles riesgos de atrapamiento por parte de las compuertas y de los moldes, superficies calientes y de dispositivos de parada de emergencia.



(12) a. Señales de advertencia

También, en la parte de acabado se ve necesario el uso de la advertencia de sustancias nocivas en el ambiente



(12) b. Señales de advertencia

Además, se usará una señalización de obligación de utilización de equipos de protección individual a la hora de ocupar el puesto de trabajo.



(13) Señal de obligación

Por último, en toda la superficie de la planta se instalará señalización de ubicación de elementos de lucha contra incendios:



(14) Señales de lucha contra incendios

Así como también señalización de evacuación de emergencia:



(15) Señales de evacuación de emergencia

Y de prohibición para los temas tratados anteriormente:



(16) Señales de prohibición

Añadiremos también que la maquinaria existente en planta presentará sus propios indicadores y diales, cuyos significados serán explicados en su propio manual de instrucciones y que bajo ninguna circunstancia tendrán que ser ignorados por el operario de turno.

## 6.5 Límites de utilización e inspecciones:

Las máquinas, anteriormente tratadas, vendrán acompañadas de un manual de instrucciones, en el cual vendrá totalmente detallada la capacidad de trabajo de la máquina, en relación, por ejemplo, a temperaturas, capacidad de carga, de presión y capacidad de trabajo.

En cuanto a las inspecciones visuales del puesto se realizarán cada vez que se termine el proceso o la jornada laboral, y las inspecciones de funcionamiento se realizarán periódicamente una vez cada 15 días. Estas inspecciones periódicas serán llevadas a cabo por el operario y éste será el responsable de que el funcionamiento de la máquina en cuestión sea el correcto, además de asumir responsabilidades en el caso de ocurrir algún problema.

## 6.6 Formación e información requerida por el trabajador:

El empresario deberá formar al operario, es decir, deberá ofrecerle un curso de renovación en cuanto a la formación ya existente para la utilización de la máquina que deba usar en su jornada laboral.

Con esta formación se cumplimentarán los conocimientos que el operario tenga en cuanto a utilización diaria, mantenimiento y procedimientos y/o protocolos de seguridad y seguridad.

## 6.7 Mantenimiento del equipo:

El operario deberá mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo, así como evitar ensuciarlo de manera innecesaria.

Para el correcto funcionamiento, el operario se percatará de detalles como por ejemplo que la lubricación sea la correcta o que no entra ninguna impureza en el molde de obtención de la horquilla.

Además, todo tipo de conexiones eléctricas serán revisadas con una periodicidad establecida por un profesional en este campo para evitar accidentes eléctricos indirectos y que todos los sistemas de seguridad funcionen correctamente.

## 6.8 Medidas preventivas:

A continuación se expone un breve resumen de las posibles medidas preventivas a tomar.

1. Leer el manual de instrucciones de la máquina.
2. Despejar el lugar de trabajo y mantenerlo limpio.
3. En caso de emergencia, avisar al encargado o recurrir al plan de -emergencias elaborado. En caso necesario actuar según el procedimiento PAS.
4. El operario realizará un uso correcto de la maquinaria según lo detallado anteriormente.
5. El operario realizará una inspección del entorno y de la propia máquina que usará en su jornada laboral.
6. El trabajador deberá encontrarse pleno de facultades a la hora de ocupar el puesto, en caso necesario será sancionado y/o despedido.

# ANEXOS

## ANEXO I (medidas de prevención):

### 1. Corte y obtención de las preformas:

#### EVALUACIÓN DE RIESGOS

|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| EMPRESA           | XFR                            |
| CENTRO DE TRABAJO | OBTENCION DE HORQUILLAS        |
| LUGAR DE TABAJO   | -                              |
| PUESTO DE TRABAJO | CORTADORA GUIADA POR ORDENADOR |

|                    |                  |            |
|--------------------|------------------|------------|
| TIPO DE EVALUACIÓN | Inicial          | X          |
|                    | PERIÓDICA        |            |
|                    | METODOLOGÍA      | INSHT      |
|                    | Fecha EVALUACIÓN | 11/07/2015 |

| CÓDIGO | RIESGO IDENTIFICADO                      | Probabilidad |   |   | Consecuencias |   |    | Estimación del RIESGO |    |    |   |    | Observaciones                             |
|--------|--|--------------|---|---|---------------|---|----|-----------------------|----|----|---|----|---|
|        |  | B            | M | A | LD            | D | ED | T                     | TO | MO | I | IN |   |
| 10     | Caídas al mismo nivel                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 20     | Caídas a distinto nivel                  | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 30     | Caídas de objetos por desplome           |              | X |   | X             |   |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 40     | Caída objetos en manipulación            | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 50     | Caída de objetos desprendidos            | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 60     | Pisadas sobre objetos                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 70     | Choque contra objetos inmóviles          |              | X |   | X             |   |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 80     | Choque contra objetos móviles            |              | X |   |               | X |    |                       |    | X  |   |    | Máquina de manipulación de cargas         |
| 90     | Golpes cortes por objetos o herramientas |              | X |   |               |   | X  |                       |    |    | X |    | Plotter de corte con cabezal automatizado |
| 100    | Proyección de fragmentos o partículas    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |

|       |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| 110   | Atrapamiento por o entre objetos                                      |   | X |   | X |   | X |  | Movimiento del cabezal automatizado                         |
| 120   | Atrapamiento por vuelco de maquinas                                   | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 130.1 | Sobreesfuerzos por manipulación de cargas                             | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 130.3 | Sobreesfuerzos por otras causas                                       | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 140   | Exposición a temperaturas extremas                                    | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 150.1 | Contactos térmicos por calor  |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 161   | Contactos eléctricos directos   |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 162   | Contactos eléctricos indirectos                                       |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 170.2 | Exposición a sustancias nocivas o toxicas: otras formas de exposición |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 180   | Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas                      |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 190   | Exposición a radiaciones  |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 200   | Explosiones   |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 211   | Incendio  | X |   |   | X |   | X |  | Existe probabilidad   |
| 212   | Incendio propagación  |   | X |   | X |   | X |  | Utilización de materiales epóxidos y/o resinas              |
| 213   | Incendio medios de lucha y señalización                               | X |   | X |   | X |   |  | Utilización de medios adecuados                             |
| 214   | Incendio evacuación   | X |   | X |   | X |   |  | Existencia de un plan de emergencia                         |
| 220.1 | Accidentes causados por seres vivos personas                          | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 220.2 | Accidentes causados por seres vivos animales                          |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 310   | Exposición a agentes químicos   |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 320   | Exposición a agentes biológicos                                       |   |   |   |   |   |   |  | N/A   |
| 330   | Exposición a ruido  |   | X | X |   |   | X |  | Máquina de corte de la que se observa cierto nivel de ruido |
| 340.1 | Vibraciones. Cuerpo completo  | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 340.2 | Vibraciones. Mano-brazo   |   | X |   | X |   | X |  |   |
| 350.1 | Estrés térmico. Frio  | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 350.2 | Estrés térmico. Calor. Exposición a Tº extremas                       | X |   | X |   | X |   |  |   |
| 350.3 | Discomfort térmicos   | X |   |   | X |   | X |  |   |

|       |   |   |   |   |   |   |   |  |     |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|--|-----|
| 360   | Exposición a radiaciones ionizantes                           |   |   |   |   |   |   |  | N/A |
| 370   | Exposición a radiaciones no ionizantes                        |   |   |   |   |   |   |  | N/A |
| 380   | Iluminación   | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 410   | Carga física. Posición  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 420   | Carga física. Desplazamiento                                  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 430   | Carga física. Esfuerzo  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 440.1 | Carga física. Movimientos repetitivos                         | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 440.2 | Carga física. Manejo de cargas                                | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 440.3 | Carga física. Movilización de personas con movilidad reducida | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 450   | Mental. Recepción de información                              |   | X | X |   |   | X |  |     |
| 460   | Mental. Tratamiento de información                            | X |   |   | X |   | X |  |     |
| 470   | Mental. Respuesta   | X |   |   | X |   | X |  |     |
| 480   | Fatiga crónica  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 490   | Fatiga visual   | X |   |   | X |   | X |  |     |
| 510   | Contenido   | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 520   | Monotonía   | X |   |   | X |   | X |  |     |
| 530   | Roles   | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 540   | Autonomía   | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 550   | Comunicaciones  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 560   | Relaciones  | X |   | X |   | X |   |  |     |
| 570   | Tiempo de trabajo   | X |   | X |   | X |   |  |     |

(17) Tabla 2: Evaluación de riesgos-corte y obtención de las preformas

2.

Conformado:

## EVALUACIÓN DE RIESGOS

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| EMPRESA           | XFR                     |
| CENTRO DE TRABAJO | OBTENCION DE HORQUILLAS |
| LUGAR DE TABAJO   | -                       |
| PUESTO DE TRABAJO | MOLDES Y PRENSAS        |

|                    |                  |            |
|--------------------|------------------|------------|
| TIPO DE EVALUACIÓN | Inicial          | X          |
|                    | PERIÓDICA        |            |
|                    | METODOLOGÍA      | INSHT      |
|                    | Fecha EVALUACIÓN | 11/07/2015 |

| CÓDIGO | RIESGO IDENTIFICADO                       | Probabilidad |   |   | Consecuencias |   |    | Estimación del RIESGO |    |    |   |    | Observaciones                                 |
|--------|---|--------------|---|---|---------------|---|----|-----------------------|----|----|---|----|---|
|        |   | B            | M | A | LD            | D | ED | T                     | TO | MO | I | IN |   |
| 10     | Caídas al mismo nivel                     | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 20     | Caídas a distinto nivel                   | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 30     | Caídas de objetos por desplome            | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 40     | Caída objetos en manipulación             | X            |   |   |               |   | X  |                       |    | X  |   |    | Manipulación de piezas y/o utilaje voluminoso |
| 50     | Caída de objetos desprendidos             | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 60     | Pisadas sobre objetos                     | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 70     | Choque contra objetos inmóviles           | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 80     | Choque contra objetos móviles             | X            |   |   |               |   | X  |                       |    | X  |   |    | Prensas en movimiento                         |
| 90     | Golpes cortes por objetos o herramientas  | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 100    | Proyección de fragmentos o partículas     | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 110    | Atrapamiento por o entre objetos          |              | X |   |               | X |    |                       |    | X  |   |    | Prensas en movimiento al realizar cierre      |
| 120    | Atrapamiento por vuelco de maquinas       | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 130.1  | Sobreesfuerzos por manipulación de cargas | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |



|       |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 380   | Iluminación   | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 410   | Carga física. Posición  | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 420   | Carga física. Desplazamiento                                  | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 430   | Carga física. Esfuerzo  | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 440.1 | Carga física. Movimientos repetitivos                         | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 440.2 | Carga física. Manejo de cargas                                | X |   |   | X |   |   | X |  |  |  |
| 440.3 | Carga física. Movilización de personas con movilidad reducida | X |   | X |   | X |   |   |  |  |  |
| 450   | Mental. Recepción de información                              |   | X | X |   |   |   | X |  |  |  |
| 460   | Mental. Tratamiento de información                            | X |   |   | X |   |   | X |  |  |  |
| 470   | Mental. Respuesta   | X |   |   | X |   |   | X |  |  |  |
| 480   | Fatiga crónica  | X |   |   | X |   |   | X |  |  |  |
| 490   | Fatiga visual   |   | X | X |   |   |   | X |  |  |  |
| 510   | Contenido   | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 520   | Monotonía   | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 530   | Roles   | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 540   | Autonomía   | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 550   | Comunicaciones  | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 560   | Relaciones  | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |
| 570   | Tiempo de trabajo   | X |   | X |   |   | X |   |  |  |  |

(18) Tabla 3: Evaluación de riesgos-conformado

### 3.

Ensamblado:

#### EVALUACIÓN DE RIESGOS

|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| EMPRESA           | XFR                            |
| CENTRO DE TRABAJO | OBTENCION DE HORQUILLAS        |
| LUGAR DE TABAJO   | -                              |
| PUESTO DE TRABAJO | FRESADORA GUIADA POR ORDENADOR |

|                    |             |       |
|--------------------|-------------|-------|
| TIPO DE EVALUACIÓN | Inicial     | X     |
|                    | PERIÓDICA   |       |
|                    | METODOLOGÍA | INSHT |
| Fecha EVALUACIÓN   | 11/07/2015  |       |

| CÓDIGO | RIESGO IDENTIFICADO                      | Probabilidad |   |   | Consecuencias |   |    | Estimación del RIESGO |    |    |   |    | Observaciones   |
|--------|--|--------------|---|---|---------------|---|----|-----------------------|----|----|---|----|---|
|        |  | B            | M | A | LD            | D | ED | T                     | TO | MO | I | IN |   |
| 10     | Caídas al mismo nivel                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 20     | Caídas a distinto nivel                  | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 30     | Caídas de objetos por desplome           | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 40     | Caída objetos en manipulación            | X            |   |   |               |   | X  |                       |    | X  |   |    | Manipulación de piezas y utilaje                                |
| 50     | Caída de objetos desprendidos            | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 60     | Pisadas sobre objetos                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |   |
| 70     | Choque contra objetos inmóviles          | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |   |
| 80     | Choque contra objetos móviles            | X            |   |   |               |   | X  |                       |    | X  |   |    | Mto. automatizado de fresadora de corte                         |
| 90     | Golpes cortes por objetos o herramientas | X            |   |   |               |   | X  |                       |    | X  |   |    | Mto. automatizado de fresadora de corte                         |
| 100    | Proyección de fragmentos o partículas    |              |   | X |               |   | X  |                       |    |    | X |    | La máquina de corte dispone de carenado (proveer EPI a mayores) |
| 110    | Atrapamiento por o entre objetos         |              | X |   |               | X |    |                       |    |    | X |    | Cierre de carenado y utilaje en movimiento                      |

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 120   | Atrapamiento por vuelco de maquinas                                   | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 130.1 | Sobreesfuerzos por manipulación de cargas                             | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 130.3 | Sobreesfuerzos por otras causas                                       | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 140   | Exposición a temperaturas extremas                                    | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 150.1 | Contactos térmicos por calor  |   |   | X | X |   |   |   | X |  | Calentamiento de zonas de corte                |
| 161   | Contactos eléctricos directos   | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 162   | Contactos eléctricos indirectos                                       | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 170.2 | Exposición a sustancias nocivas o toxicas: otras formas de exposición | X |   |   | X |   |   | X |   |  | Contacto con taladrina y residuos epóxidos     |
| 180   | Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas                      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 190   | Exposición a radiaciones  |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 200   | Explosiones   |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 211   | Incendio  | X |   |   |   | X |   |   | X |  | Existe probabilidad                            |
| 212   | Incendio propagación  |   | X |   |   | X |   |   | X |  | Utilización de materiales epóxidos y/o resinas |
| 213   | Incendio medios de lucha y señalización                               | X |   |   | X |   |   | X |   |  | Utilización de medios adecuados                |
| 214   | Incendio evacuación   | X |   |   | X |   |   | X |   |  | Existencia de un plan de emergencia            |
| 220.1 | Accidentes causados por seres vivos personas                          | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 220.2 | Accidentes causados por seres vivos animales                          |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 310   | Exposición a agentes químicos   |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 320   | Exposición a agentes biológicos                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A  |
| 330   | Exposición a ruido  |   |   | X | X |   |   |   | X |  | Prensa y aire presurizado                      |
| 340.1 | Vibraciones. Cuerpo completo  |   | X |   | X |   |   |   | X |  |  |
| 340.2 | Vibraciones. Mano-brazo   |   | X |   | X |   |   |   | X |  |  |
| 350.1 | Estrés térmico. Frio  | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 350.2 | Estrés térmico. Calor. Exposición a T <sup>a</sup> extremas           | X |   | X |   |   | X |   |   |  |  |
| 350.3 | Discomfort térmicos   |   | X |   | X |   |   |   | X |  |  |

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |  |     |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|-----|
| 360   | Exposición a radiaciones ionizantes                           |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A |
| 370   | Exposición a radiaciones no ionizantes                        |   |   |   |   |   |   |   |  | N/A |
| 380   | Iluminación   | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 410   | Carga física. Posición  | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 420   | Carga física. Desplazamiento                                  | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 430   | Carga física. Esfuerzo  | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 440.1 | Carga física. Movimientos repetitivos                         | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 440.2 | Carga física. Manejo de cargas                                | X |   |   | X |   |   | X |  |     |
| 440.3 | Carga física. Movilización de personas con movilidad reducida | X |   | X |   | X |   |   |  |     |
| 450   | Mental. Recepción de información                              |   | X | X |   |   | X |   |  |     |
| 460   | Mental. Tratamiento de información                            | X |   |   | X |   |   | X |  |     |
| 470   | Mental. Respuesta   | X |   |   | X |   |   | X |  |     |
| 480   | Fatiga crónica  | X |   |   | X |   |   | X |  |     |
| 490   | Fatiga visual   |   | X | X |   |   |   | X |  |     |
| 510   | Contenido   | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 520   | Monotonía   | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 530   | Roles   | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 540   | Autonomía   | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 550   | Comunicaciones  | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 560   | Relaciones  | X |   | X |   |   | X |   |  |     |
| 570   | Tiempo de trabajo   | X |   | X |   |   | X |   |  |     |

(19) Tabla 4: Evaluación de riesgos-ensamblado

4.

Acabado:

## EVALUACIÓN DE RIESGOS

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| EMPRESA           | XFR                     |
| CENTRO DE TRABAJO | OBTENCION DE HORQUILLAS |
| LUGAR DE TABAJO   | -                       |
| PUESTO DE TRABAJO | PINTURA                 |

|                    |                  |            |
|--------------------|------------------|------------|
| TIPO DE EVALUACIÓN | Inicial          | X          |
|                    | PERIÓDICA        |            |
|                    | METODOLOGÍA      | INSHT      |
|                    | Fecha EVALUACIÓN | 11/07/2015 |

| CÓDIGO | RIESGO IDENTIFICADO                      | Probabilidad |   |   | Consecuencias |   |    | Estimación del RIESGO |    |    |   |    | Observaciones                                |
|--------|--|--------------|---|---|---------------|---|----|-----------------------|----|----|---|----|--|
|        |  | B            | M | A | LD            | D | ED | T                     | TO | MO | I | IN |  |
| 10     | Caídas al mismo nivel                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |
| 20     | Caídas a distinto nivel                  | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |  |
| 30     | Caídas de objetos por desplome           | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |  |
| 40     | Caída objetos en manipulación            | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    | Manipulación de pzas. y/o utilaje voluminoso |
| 50     | Caída de objetos desprendidos            | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |
| 60     | Pisadas sobre objetos                    | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |
| 70     | Choque contra objetos inmóviles          | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |  |
| 80     | Choque contra objetos móviles            | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |
| 90     | Golpes cortes por objetos o herramientas | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |
| 100    | Proyección de fragmentos o partículas    |              | X |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    | Proyección de suciedad y/o pintura           |
| 110    | Atrapamiento por o entre objetos         | X            |   |   |               | X |    |                       | X  |    |   |    |  |
| 120    | Atrapamiento por vuelco de maquinas      | X            |   |   | X             |   |    | X                     |    |    |   |    |  |



|       |   |   |   |   |   |  |   |   |  |  |  |     |
|-------|---|---|---|---|---|--|---|---|--|--|--|-----|
| 370   | Exposición a radiaciones no ionizantes                        |   |   |   |   |  |   |   |  |  |  | N/A |
| 380   | Iluminación   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 410   | Carga física. Posición  | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 420   | Carga física. Desplazamiento                                  | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 430   | Carga física. Esfuerzo  | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 440.1 | Carga física. Movimientos repetitivos                         | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 440.2 | Carga física. Manejo de cargas                                | X |   |   | X |  |   | X |  |  |  |     |
| 440.3 | Carga física. Movilización de personas con movilidad reducida | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 450   | Mental. Recepción de información                              |   | X | X |   |  |   | X |  |  |  |     |
| 460   | Mental. Tratamiento de información                            | X |   |   | X |  |   | X |  |  |  |     |
| 470   | Mental. Respuesta   | X |   |   | X |  |   | X |  |  |  |     |
| 480   | Fatiga crónica  | X |   |   | X |  |   | X |  |  |  |     |
| 490   | Fatiga visual   |   | X | X |   |  |   | X |  |  |  |     |
| 510   | Contenido   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 520   | Monotonía   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 530   | Roles   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 540   | Autonomía   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 550   | Comunicaciones  | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 560   | Relaciones  | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |
| 570   | Tiempo de trabajo   | X |   | X |   |  | X |   |  |  |  |     |

(20) Tabla 5: Evaluación de riesgos-acabado



## ANEXO II (gestión del riesgo):

### 1. Corte y obtención de las preformas:

#### GESTIÓN DEL RIESGO - PROPUESTAS DE MEJORA

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| EMPRESA            | XFR                            |
| CENTRO DE TRABAJO  | OBTENCION DE HORQUILLAS        |
| LUGAR DE TRABAJO   | -                              |
| PUESTOS DE TRABAJO | CORTADORA GUIADA POR ORDENADOR |

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Fecha           | 11/07/2015    |
| Autor           | DIEGO TORIBIO |
| Propuestas Para | -             |

| Etapa Actividad                                 | Riesgo                            | Valoración |   |    | Medidas preventivas ya existentes | Medidas preventivas recomendadas                     | Responsable                                       | Plazo             | Coste  | Prioridad |
|---|-----------------------------------|------------|---|----|-----------------------------------|--|---|-------------------|--------|-----------|
|   |                                   | P          | S | R  |                                   |  |   |                   |        |           |
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 80. Choque contra objetos móviles | M          | D | MO | Carenado                          | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad         | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 3         |
|   |                                   |            |   |    |                                   | Formación a los operarios                            | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1         |
|   |                                   |            |   |    |                                   | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00 | 2         |

|   |  |   |    |    |                     |   |   |                   |                         |                 |
|---|--|---|----|----|---------------------|---|---|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 90. Golpes cortes por objetos o herramientas | M | ED | I  | Carenado            | Uso de vestimenta y guantes adecuados (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 26€ vestimenta + 3€/par | 3               |
|   |  |   |    |    |                     | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                   | 1               |
|   |  |   |    |    |                     | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia                | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00                  | 2               |
|   | 110. Atrapamiento por o entre objetos        | M | D  | MO | Ídem riesgo 90.     | Ídem riesgo 90.   | Ídem riesgo 90.                                   | Ídem riesgo 90.   | Ídem riesgo 90.         | Ídem riesgo 90. |
|   | 211. Incendio                                | B | D  | MO | Extintores cercanos | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 16 días laborales | 60,00                   | 1               |
|   | 212. Incendio Propagación                    |   |    |    |                     | Incorporación de elementos de detección de incendios                | Departamento de producción + Industrialización    | 45 días laborales | 400,00                  | 3               |
|   | 213. Incendio medios de lucha y señalización |   |    |    |                     | Incorporación de termostatos en la máquina                          | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00                  | 2               |
|   | 214. Incendio evacuación                     |   |    |    |                     | Vestimenta ignífuga (EPI)   | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 30,00                   | 4               |
|   | 330. Exposición a ruido                      | A | D  | I  | -                   | Uso de protecciones auditivas (EPI) para aumentar seguridad         | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 0,37 €/par              | 1               |

(21) Tabla 6: Gestión del Riesgo-corte y obtención de las preformas

2. Conformado:

## GESTIÓN DEL RIESGO - PROPUESTAS DE MEJORA

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| EMPRESA            | XFR                     |
| CENTRO DE TRABAJO  | OBTENCION DE HORQUILLAS |
| LUGAR DE TABAJO    | -                       |
| PUESTOS DE TRABAJO | MOLDES Y PRENSAS        |

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Fecha           | 11/07/2015    |
| Autor           | DIEGO TORIBIO |
| Propuestas Para | -             |

| Etapa Actividad                                 | Riesgo                            | Valoración |    |    | Medidas preventivas ya existentes | Medidas preventivas recomendadas                     | Responsable                                       | Plazo             | Coste  | Prioridad |
|---|-----------------------------------|------------|----|----|-----------------------------------|--|---|-------------------|--------|-----------|
|   |                                   | P          | S  | R  |                                   |  |   |                   |        |           |
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 40. Caída objetos en manipulación | B          | ED | MO | Carenado                          | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad         | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 3         |
|   |                                   |            |    |    |                                   | Formación a los operarios                            | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1         |
|   |                                   |            |    |    |                                   | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00 | 2         |

| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 110. Atrapamientos por o entre objetos                                       | B | ED | MO | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad                      | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par                    | 3 |
|---|--|---|----|----|----------|---|---|-------------------|---------------------------|---|
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |
|   |  |   |    |    |          | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia              | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00                    | 2 |
|   | 80. Choque contra objetos móviles  | M | D  | I  | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad                      | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par                    | 2 |
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |
|   | 150.1. Contactos térmicos por calor  | A | D  | I  | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad                      | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par                    | 2 |
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |
|   | 170.2. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas: otras formas de exposición | A | D  | I  |          | Uso de protecciones nasales y manos (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 0.5€ mascarillas + 3€/par | 1 |

|  |  |   |   |    |                     |   |   |                   |            |   |
|--|--|---|---|----|---------------------|---|---|-------------------|------------|---|
| <b>Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR</b> | 211. Incendio<br>212. Incendio propagación<br>213. Incendio medios de lucha y señalización<br>214. Incendio evacuación | B | D | MO | Extintores cercanos | Formación a los operarios                                   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 16 días laborales | 60,00      | 1 |
|  |  |   |   |    |                     | Incorporación de elementos de detección de incendios        | Departamento de producción + Industrialización    | 45 días laborales | 400,0      | 3 |
|  |  |   |   |    |                     | Incorporación de termostatos en la máquina                  | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,0      | 2 |
|  |  |   |   |    |                     | Vestimenta ignífuga (EPI)                                   | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 30,00      | 4 |
|  | 330. Exposición a ruido  | A | D | I  | -                   | Uso de protecciones auditivas (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 0,37 €/par | 1 |

(22) Tabla 7: Gestión del Riesgo-conformado

### 3. Ensamblado

#### GESTIÓN DEL RIESGO - PROPUESTAS DE MEJORA

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| EMPRESA            | XFR                            |
| CENTRO DE TRABAJO  | OBTENCION DE HORQUILLAS        |
| LUGAR DE TABAJO    | -                              |
| PUESTOS DE TRABAJO | FRESADORA GUIADA POR ORDENADOR |

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Fecha           | 11/07/2015    |
| Autor           | DIEGO TORIBIO |
| Propuestas Para | -             |

| Etapa Actividad                                 | Riesgo                            | Valoración |    |    | Medidas preventivas ya existentes | Medidas preventivas recomendadas                     | Responsable                                       | Plazo             | Coste  | Prioridad |
|---|-----------------------------------|------------|----|----|-----------------------------------|--|---|-------------------|--------|-----------|
|   |                                   | P          | S  | R  |                                   |  |   |                   |        |           |
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 40. Caída objetos en manipulación | B          | ED | MO | Carenado                          | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad         | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 3         |
|   |                                   |            |    |    |                                   | Formación a los operarios                            | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1         |
|   |                                   |            |    |    |                                   | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00 | 2         |

|   |  |   |    |    |          |  |   |                   |        |   |
|---|--|---|----|----|----------|--|---|-------------------|--------|---|
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 80. Choque contra objetos móviles            | B | ED | MO | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 2 |
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios                    | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1 |
|   | 90. Golpes cortes por objetos o herramientas | M | D  | I  | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 2 |
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios                    | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1 |
|   | 100. proyección de fragmentos o partículas   | A | ED | IM | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 2 |
|   |  |   |    |    |          | Formación a los operarios                    | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1 |
|   | 150.1. contactos térmicos por calor          | A | D  | I  | -        | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 3€/par | 1 |

|  |  |   |   |    |                     |   |   |                   |            |   |
|--|--|---|---|----|---------------------|---|---|-------------------|------------|---|
| <b>Proceso de obtención de HORQUILLA<br/>MONOCICLO XFR</b> | 211. Incendio<br>212. Incendio propagación<br>213. Incendio medios de lucha y señalización<br>214. Incendio evacuación | B | D | MO | Extintores cercanos | Formación a los operarios                                   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 16 días laborales | 60,00      | 1 |
|  |  |   |   |    |                     | Incorporación de elementos de detección de incendios        | Departamento de producción + Industrialización    | 45 días laborales | 400,00     | 3 |
|  |  |   |   |    |                     | Incorporación de termostatos en la máquina                  | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00     | 2 |
|  |  |   |   |    |                     | Vestimenta ignífuga (EPI)                                   | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 30,00      | 4 |
|  | 330. Exposición a ruido  | A | D | I  | -                   | Uso de protecciones auditivas (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 0,37 €/par | 1 |

(23) Tabla 8: Gestión del Riesgo-ensamblado

# 4. Acabado

## GESTIÓN DEL RIESGO - PROPUESTAS DE MEJORA

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| EMPRESA            | XFR                     |
| CENTRO DE TRABAJO  | OBTENCION DE HORQUILLAS |
| LUGAR DE TABAJO    | -                       |
| PUESTOS DE TRABAJO | PINTURA                 |

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Fecha           | 11/07/2015    |
| Autor           | DIEGO TORIBIO |
| Propuestas Para | -             |

| Etapa Actividad                                 | Riesgo                                     | Valoración |   |    | Medidas preventivas ya existentes | Medidas preventivas recomendadas                     | Responsable                                       | Plazo             | Coste  | Prioridad |
|---|--|------------|---|----|-----------------------------------|--|---|-------------------|--------|-----------|
|   |  | P          | S | R  |                                   |  |   |                   |        |           |
| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 100. Proyección de fragmentos o partículas | M          | D | MO | Carenado                          | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad         | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par | 3         |
|   |  |            |   |    |                                   | Formación a los operarios                            | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00  | 1         |
|   |  |            |   |    |                                   | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00 | 2         |

| Proceso de obtención de HORQUILLA MONOCICLO XFR | 140. Exposición a temperaturas   | M | D | MO | -        | Uso de vestimenta y guantes adecuados (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 26€ vestimenta + 3€/par   | 3 |
|---|--|---|---|----|----------|---|---|-------------------|---------------------------|---|
|   |  |   |   |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |
|   |  |   |   |    |          | Ingeniería. Añadir elementos de parada de emergencia                | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00                    | 2 |
|   | 150.1 Contactos térmicos por   | M | D | MO | Carenado | Uso de guantes (EPI) para aumentar seguridad                        | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 3€/par                    | 2 |
|   |  |   |   |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |
|   | 170.2 Exposición a sustancias nocivas o toxicas: otras formas de exposición. | A | D | I  | -        | Uso de guantes y mascarillas (EPI) para aumentar seguridad          | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 0.5€ mascarillas + 3€/par | 2 |
|   |  |   |   |    |          | Formación a los operarios   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 15 días laborales | 60,00                     | 1 |

|  |  |               |                     |   |   |                   |            |   |
|--|--|---------------|---------------------|---|---|-------------------|------------|---|
| Proceso de obtención de HORQUILLA<br>MONOCICLO XFR | 211. Incendio<br>212. Incendio propagación<br>213. Incendio medios de lucha y señalización<br>214. Incendio evacuación | B<br>D<br>MO  | Extintores cercanos | Formación a los operarios                                   | Equipo de prevención + Seguridad y medio ambiente | 16 días laborales | 60,00      | 1 |
|  |  |               |                     | Incorporación de elementos de detección de incendios        | Departamento de producción + Industrialización    | 45 días laborales | 400,00     | 3 |
|  |  |               |                     | Incorporación de termostatos en la máquina                  | Departamento de producción + Industrialización    | 20 días laborales | 250,00     | 2 |
|  |  |               |                     | Vestimenta ignífuga (EPI)                                   | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 3 días laborales  | 30,00      | 4 |
|  | 330. Exposición a ruido  | A<br>D<br>I   | -                   | Uso de protecciones auditivas (EPI) para aumentar seguridad | Seguridad y medio ambiente + Compras              | 2 días laborales  | 0,37 €/par | 1 |
|  | 350.3. Discomfort térmico  | A<br>LD<br>MO | -                   | Rotación de puestos de trabajo                              | Industrialización y Producción                    | Inmediata         | -          | 1 |

(24) Tabla 9: Gestión del Riesgo-acabado



ANEXO III (utilización de equipos de protección individual):

| FICHA ORIENTATIVA DE INVENTARIO DE RIESGOS PARA LA UTILIZACIÓN DE EPI |        |                  |  |             |                                    |              |      |            |               |            |               |            |         |             | Observaciones  |                     |                 |                             |                                     |
|---|--------|------------------|--|-------------|------------------------------------|--------------|------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------|-------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| PARTES DEL CUERPO   |        | FÍSICOS          |  |             |                                    |              |      |            | QUÍMICOS      |            |               | BIOLÓGICOS |         |             |                |                     |                 |                             |                                     |
|   |        | Mecánicos        |  | Térmicos    |                                    | Radiaciones  |      | Ruidos     |               | Aerosoles  |               | Líquidos   |         |             |                |                     |                 |                             |                                     |
| Planta de Trabajo: HORQUILLA MONOCICLO XFR                            | CRÁNEO | Caídas de altura | Choques, golpes, impactos, Pinchazos, cortes, abrasión | Vibraciones | Resbalones, caídas nivel del suelo | Calor, llama | Frio | Eléctricos | No ionizantes | Ionizantes | Polvo, fibras | Humos      | Nieblas | Immersiones | Gases, vapores | Bacterias patógenas | Virus patógenos | Hongos causantes de micosis | Antígenos biológicos no microbianos |



|   |                  |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|---|------------------|---|---|---|---|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| <b>MIEMBROS INFERIORES</b><br><br><b>VARIOS</b> | PIE              | X | X | X | X |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|   | PIERNA (PARTES)  |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|   | PIEL             |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|   | TRONCO / ABDOMEN |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|   | VÍA PARENTAL     |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |
|   | CUERPO ENTERO    |   |   |   |   |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |

(25) Tabla 10: Inventario de riesgos para la utilización de EPIs

