

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017



E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



## I ÍNDICE

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

## Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017





# ÍNDICE

I ÍNDICE

II MEMORIA

III ANEXOS

IV PLANOS

V PLIEGO DE CONDICIONES

VI PRESUPUESTO

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



II MEMORIA

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017





# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. OBJETIVO .....	10
3. ANTECEDENTES .....	10
3.1 NORMATIVA .....	10
3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN .....	11
3.3 ESTADO DEL ARTE .....	14
4. MODELO BASE .....	16
5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO .....	17
6. ELECCIÓN ADOPTADA .....	21
7. COMPONENTES DE LA BICICLETA .....	24
8. ELEMENTOS COMERCIALES .....	25
8.1 RUEDAS .....	26
8.1.1 LLANTAS .....	26
8.1.2 BUJES .....	28
8.1.3 RADIOS .....	32
8.1.4 CABECILLAS O PEZONES .....	34
8.1.5 CÁMARA DE AIRE .....	35
8.1.6 NEUMÁTICO .....	35
8.2 TRANSMISIÓN .....	36
8.2.1 PEDALIER .....	37
8.2.2 PIÑÓN Y PLATO .....	41
8.2.3 CADENA .....	43
8.2.4 PEDALES .....	45
8.2.5 BIELAS .....	47
8.3 DIRECCIÓN .....	50
8.3.1 HORQUILLA .....	51
8.3.2 POTENCIA .....	53
8.3.3 MANILLAR .....	55
8.3.4 RODAMIENTOS Y CAZOLETAS .....	57
8.3.5 EMPUÑADURAS .....	59
8.4 SILLÍN .....	60
8.4.1 TIJA .....	60



8.4.2 SOPORTES.....	61
8.4.3 BARRAS.....	62
8.4.4 ASIENTO .....	63
8.4.5 ABRAZADERA.....	64
9. ELEMENTOS NO COMERCIALES .....	65
9.1 CUADRO .....	65
9.2 SILLÍN.....	69
9.3 SUJECIÓN SILLÍN .....	71
9.2.1 AGARRE DE CUADRO .....	72
9.3.2 SOPORTE DE GIRO .....	73
9.3.3 AGARRE DE SILLÍN.....	74
9.3 BARRA CANDADO .....	74
9.3.1 BARRA.....	76
9.3.2 GIRADOR .....	76
9.3.3 TAPA Y TAPÓN DEL GIRADOR .....	77
9.3.4 CERRADURA.....	78
10. MONTAJE FINAL .....	81
11. CANDADO.....	82
12. ENSAYOS .....	84
12.1 SILLÍN.....	85
12.1.1 ENSAYO ESTÁTICO DE RESISTENCIA DE LA TIJA .....	85
12.1.2 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN DE LA TIJA .....	87
12.1.3 ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CIERRE .....	89
12.1.4 ENSAYO DE IMPACTO DE LA TIJA.....	91
12.2 CUADRO .....	92
12.2.1 ENSAYO ESTÁTICO DE RESISTENCIA DEL CUADRO .....	92
12.2.2 ENSAYO DE RESISTENCIA DEL ANCLAJE DE LA BARRA .....	95
12.3 SUJECIÓN DEL SILLÍN .....	98
12.3.1 ENSAYO ESTÁTICO DE TRACCIÓN .....	98
12.3.2 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN .....	101
12.3.3 ENSAYO DE IMPACTO, CAIDA .....	104
12.4 BARRA CANDADO .....	106
12.4.1 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN .....	106
12.4.2 ENSAYO ESTÁTICO DE TRACCIÓN .....	109
12.4.3 ENSAYO DE CORTADURA DEL PESTILLO.....	112
13. RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	115



14. BIBLIOGRAFÍA.....117

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Figura 1. Celerífero .....	11	
Figura 2. Draisiana .....	12	
Figura 3. Velocípedo de Macmillan .....	12	
Figura 4. Velocípedo de Michaux .....	12	
Figura 5. Penny Farthing (bicicleta Starley) .....	13	
Figura 6. Bicicleta de seguridad (safety bicycle) .....	13	
Figura 7. Bicicleta fixie .....	16	
Figura 8. Alternativa 1 .....	17	
Figura 9. Candado alternativa 1 .....	18	
Figura 10. Alternativa 2 .....	19	
Figura 11. Alternativa 3 .....	20	
Figura 12. Componentes de una bicicleta de carretera .....	24	
Figura 13. Rueda delantera .....	26	
Figura 14. Tamaños de llanta .....	26	
Figura 15. Llanta .....	27	
Figura 16. Llanta Exal SP 19 .....	28	
Figura 17. Buje delantero Shimano .....	28	
Figura 18. Cambios externos .....	29	
Figura 19. Cambios internos	Figura 20. Corte buje de cambios internos .....	30
Figura 21. Buje delantero .....	30	
Figura 22. Buje Shimano de 3 marchas internas	Figura 23. Buje Shimano de 8 marchas internas	31
Figura 24. Mando Shimano de 3 marchas	Figura 25. Mando Shimano de 8 marchas .....	32
Figura 26. Buje trasero .....	32	
Figura 27. Rueda y mitad de radios	Figura 28. Alternancia de radios .....	33
Figura 29. Radio exterior .....	33	
Figura 30. Radio interior .....	34	
Figura 31. Pezón	Figura 32. Corte de pezón .....	34
Figura 33. Neumático Continental Contact City	Figura 34. Neumático .....	36
Figura 35. Transmisión de bicicleta fixie .....	36	
Figura 36. Pedalier tradicional .....	38	
Figura 37. Pedalier de cuadradillo Shimano .....	38	
Figura 38. Ejemplos de pedaliers de rodamientos internos .....	38	
Figura 39. Pedalier de rodamientos externos .....	39	
Figura 40. Pedalier sin risca de montaje directo .....	39	
Figura 41. Pedalier sin rosca "Press Fit" .....	40	
Figura 42. Pedalier .....	40	
Figura 43. Ratio de velocidades del buje SG-3C41 de Shimano .....	41	
Figura 44. Relación de velocidades pedaleo/plato/piñón .....	42	
Figura 45. Plato de 32 dientes	Figura 46. Piñón de 16 dientes .....	43
Figura 47. Medidas de la cadena según norma Europea y Americana .....	44	
Figura 48. Medida de la cadena .....	45	
Figura 49. Explosionado de pedal .....	46	
Figura 50. Pedal .....	47	

Figura 51. Biela izquierda .....	48
Figura 52. Tabla de medidas de biela .....	48
Figura 53. Biela derecha .....	49
Figura 54. Perfil de biela derecha .....	49
Figura 55. Bielas y plato Nexus .....	49
Figura 56. Montaje de la dirección .....	50
Figura 57. Explosionado del montaje de la dirección .....	51
Figura 58. Clases de horquillas .....	51
Figura 59. Horquilla y ranura .....	52
Figura 60. Retén      Figura 61. Contratuerca .....	52
Figura 62. Horquilla de 1" .....	53
Figura 63. Potencia .....	53
Figura 64. Casquillo interior .....	54
Figura 65. Potencia y casquillo atornillados      Figura 66. Corte del montaje de la horquilla .....	54
Figura 67. Potencia Kalloy UNO .....	55
Figura 68. Manillar .....	56
Figura 69. Manillar Satori Deviant .....	56
Figura 70. Cazoleta inferior, parte de abajo      Figura 71. Cazoleta superior, parte de abajo      57	57
Figura 72. Cazoleta inferior, parte de arriba      Figura 73. Cazoleta superior, parte de arriba      57	57
Figura 74. Rodamiento de la dirección .....	58
Figura 75. Conjunto de piezas de la dirección .....	58
Figura 76. Empuñadura .....	59
Figura 77. Empuñaduras SUN FX 130 .....	59
Figura 78. Explosionado del montaje del sillín      Figura 79. Sillín .....	60
Figura 80. Cabeza y cuerpo de la tija .....	60
Figura 81. Corte de la cabeza de la tija .....	61
Figura 82. Soporte inferior del sillín      Figura 83. Soporte superior del sillín .....	61
Figura 84. Barras del sillín .....	62
Figura 85. Placa de sujeción de las barras .....	62
Figura 86. Asiento del sillín .....	63
Figura 87. Asiento Origin8 Sport Uno-S .....	63
Figura 88. Explosionado del montaje de la abrazadera      Figura 89. Abrazadera .....	64
Figura 90. Tabla de medidas para cuadro .....	65
Figura 91. Medidas de cuadro (mm) .....	66
Figura 92. Cuadro básico .....	67
Figura 93. Cuadro modificado .....	67
Figura 94. Soporte y cierre del cuadro .....	68
Figura 95. Sujeción del sillín instalada .....	68
Figura 96. Barra de refuerzo .....	69
Figura 97. Sillín modificado .....	69
Figura 98. Cierre y bulón .....	70
Figura 99. Sujeción sillín .....	71
Figura 100. Explosionado del montaje de la sujeción de sillín .....	71
Figura 101. Corte de sujeción de sillín .....	72
Figura 102. Agarre de cuadro .....	72





Figura 103. Soporte de giro .....	73
Figura 104. Agarre de sillín .....	74
Figura 105. Barra candado .....	74
Figura 106. Explosionado del conjunto barra candado .....	75
Figura 107. Sección del montaje de la barra candado .....	75
Figura 108. Barra .....	76
Figura 109. Girador .....	76
Figura 110. Tapa y Tapón del girador .....	77
Figura 111. Cerradura.....	78
Figura 112. Candados Jumbo de la marca Forte.....	78
Figura 113. Imagen del interior del candado Jumbo, extraída de un video de Youtube .....	78
Figura 114. Percutor (izquierda) y pestillo (derecha) .....	79
Figura 115. Cerradura con pestillo fuera .....	80
Figura 116. Cerradura con pestillo recogido .....	80
Figura 117. Bicicleta diseñada .....	81
Figura 118. Candado .....	82
Figura 119. Máxima apertura de candado .....	83
Figura 120. Otra posición de candado .....	83
Figura 121. Máxima apertura de candado desde plano inclinado.....	84
Figura 122. Ensayo de resistencia de la tija .....	85
Figura 123. Tensión de Von Mises en el ensayo de resistencia de la tija.....	86
Figura 124. Desplazamiento en el ensayo de resistencia de la tija .....	86
Figura 125. Ensayo estático de flexión de la tija .....	87
Figura 126. Tensión de Von Mises en ensayo de flexión de la tija.....	88
Figura 127. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la tija .....	88
Figura 128. Ensayo de resistencia del cierre.....	89
Figura 129. Tensión de Von Mises del ensayo de resistencia del cierre .....	89
Figura 130. Factor de seguridad del ensayo de resistencia del cierre .....	90
Figura 131. Tensión de Von Mises del ensayo de impacto de la tija .....	91
Figura 132. Desplazamientos del ensayo de impacto de la tija .....	91
Figura 133. Ensayo estático de resistencia del cuadro .....	92
Figura 134. Tensión de Von Mises del ensayo de resistencia del cuadro .....	93
Figura 135. Desplazamientos del ensayo de resistencia del cuadro .....	94
Figura 136. Factor de seguridad del ensayo de resistencia del cuadro .....	94
Figura 137. Ensayo de resistencia del anclaje de la barra .....	95
Figura 138. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de sujeción de cuadro 1 .....	96
Figura 139. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de sujeción de cuadro 2 .....	96
Figura 140. Factor de seguridad en ensayo de resistencia de sujeción de cuadro 1 .....	97
Figura 141. Factor de seguridad en ensayo de resistencia de sujeción de cuadro 2 .....	97
Figura 142. Ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1 .....	98
Figura 143. Tensión de Von Mises en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1.....	99
Figura 144. Factor de seguridad en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1 .....	99
Figura 145. Ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2 .....	100
Figura 146. Tensión de Von Mises en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2.....	100
Figura 147. Factor de seguridad en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2 .....	101
Figura 148. Ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1 .....	102
Figura 149. Tensión de Von Mises en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1 .....	102
Figura 150. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1 .....	103



Figura 151. Ensayo de flexión de la sujeción del sillín 2 .....	103
Figura 152. Tensión de Von Mises en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 2 .....	104
Figura 153. Tensión de Von Mises en ensayo de impacto de la sujeción del sillín .....	105
Figura 154. Desplazamientos en el ensayo de impacto de la sujeción del sillín .....	105
Figura 155. Ensayo de flexión de la barra candado .....	106
Figura 156. Tensión de Von Mises en ensayo de flexión de la barra candado .....	107
Figura 157. Desplazamientos en ensayo de flexión de la barra candado .....	107
Figura 158. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la barra candado .....	108
Figura 159. Ensayo de tracción de la barra candado .....	109
Figura 160. Tensión de Von Mises de la barra candado .....	109
Figura 161. Factor de seguridad en ensayo de tracción de la barra candado .....	110
Figura 162. Ensayo de tracción de la cerradura .....	111
Figura 163. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de la cerradura .....	111
Figura 164. Pestillo introducido en cierre .....	112
Figura 165. Ensayo de cortadura del pestillo .....	112
Figura 166. Tensión de Von Mises en ensayo de cortadura del pestillo .....	113
Figura 167. Desplazamiento en el ensayo de cortadura del pestillo .....	113



# Diseño de bicicletas con candado incorporado en el cuadro

Julen Caveró Gan

# I MEMORIA

## 1. INTRODUCCIÓN

En la historia de la humanidad, siempre se han buscado formas de mover objetos de un lado a otro con mayor comodidad y eficiencia, y desplazarse más rápidamente y con mayor eficacia. Desde que se inventó la rueda, muchos han sido los vehículos que ha creado el hombre, y con el transcurso del tiempo y el avance de la tecnología, todos fueron avanzando.

Desde los primeros carruajes tirados por animales, hasta los vehículos actuales, impulsados por motores de combustión o eléctricos, el objetivo siempre ha sido el mismo, moverse más rápido, esforzándose menos. Lo que diferencia a estos inventos de otros, es que siempre ha sido necesaria la acción de un animal o máquina a parte del conductor.

Sin embargo, la bicicleta, es una de las máquinas que mejor trabaja, teniendo pocas pérdidas mecánicas. Y la energía que consume, es la energía mecánica aportada por el propio conductor a través de su pedaleo.

Desde que se inventó el primer prototipo de bicicleta hasta ahora, su diseño ha variado significativamente, hasta llegar al punto de especializarse en diferentes tareas o deportes, que requieren diferentes exigencias a la forma y materiales de la bicicleta.

Hasta la actualidad, las bicicletas se diseñaban en torno a su funcionalidad y la seguridad se basaba en evitar que las lesiones del ciclista no fuesen muy aparatosas al caer de la bicicleta. Pero con un mecanismo en el que prima la simplicidad y la facilidad de movimiento, poco se puede lograr respecto a la seguridad del conductor.

En cambio, en los últimos años, han aparecido prototipos de bicicletas enfocados en otra seguridad, la seguridad antirrobo. Todo el mundo que tiene una bicicleta, suele llevar consigo un sistema de seguridad como un candado o una cadena, con los que poder asegurar su bicicleta a alguna valla o poste en la calle, evitando así que cualquier extraño la coja sin permiso. Pero existen bicicletas que buscan librarse de estos accesorios de seguridad, incorporando en la propia bicicleta un sistema antirrobo, de esta manera, es posible que en un futuro se encuentren bicicletas por la calle que tengan sus propios candados incorporados

## 2. OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es diseñar una bicicleta que contenga un sistema de candado incorporado en la propia estructura, además, se ensayarán los diferentes elementos de la bicicleta que se consideren pertinentes según la norma indique. Todo ello se realizará con el programa Solidworks.

Como el objetivo está centrado en el desarrollo del sistema de seguridad, se hace hincapié en el diseño del cuadro de la bicicleta. Por este motivo, el diseño del resto de componentes, no es muy distinto de los ya existentes pues se pretende que sean meramente funcionales, tratando de que la bicicleta tenga unas medidas medias y poca complejidad.

En cuanto a la parte de los ensayos, se comprueban los diferentes elementos sometidos a diferentes esfuerzos y componiéndose de diferentes materiales, de esta manera, se realiza una elección óptima de los materiales que constituyen la bicicleta además de comprobar su resistencia.

## 3. ANTECEDENTES

### 3.1 NORMATIVA

Actualmente, las normas que afectan al diseño de las bicicletas son principalmente de seguridad, ya que existe gran diversidad de bicicletas y elementos que las componen, la libertad de diseño es amplia mientras se respeten unos mínimos de seguridad.

Con el paso del tiempo se han ido estandarizando los diferentes componentes de la bicicleta, hasta crearse normas de la mayoría de ellos, pero a lo que el cuadro respecta, el diseño es libre, siempre que asegure ciertos requisitos estructurales.

Para este trabajo se han seguido las normas de seguridad UNE-EN ISO 4210, concretamente:

- **UNE-EN ISO 4210-1** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 1: Términos y definiciones.
- **UNE-EN ISO 4210-2** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras.

- **UNE-EN ISO 4210-3** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 3: Métodos de ensayo comunes.
- **UNE-EN ISO 4210-6 V2** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla.
- **UNE-EN ISO 4210-9** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 9: Métodos de ensayo para los sillines y las tijas.

Además, se ha tenido en cuenta para el aspecto del candado, otra norma que trata sobre los elementos antirrobo, y ya que la mayor parte de la bicicleta centra su atención en esto, es muy útil.

- **UNE-EN 15496** Ciclos. Requisitos y métodos de ensayo para los elementos antirrobo para bicicletas.

## 3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN

En la historia ha habido numerosos inventos predecesores a la actual bicicleta. El primer invento, creado por Comte Mede de Sivrac en 1790 y llamado **celerífero**, tenía una forma similar a la de una bicicleta, pero mucho más simple, consistía en un madero al que se agregaban dos ruedas sujetas por cuatro patas, y el impulso se ejercía mediante los pies.



Figura 1. Celerífero

Años más tarde, En 1816, Karl Dreis, diseñó lo que se conoce como **Draisiana**, un vehículo similar al actual, pero impulsado mediante los pies, y con una dirección algo aparatosa, sirvió como modelo para posteriores creaciones.



Figura 2. Draisiana

En 1839, el herrero escocés Kirkpatrick Macmillan, construyó el **velocípedo**, lo que hizo fue añadir pedales con barras a un prototipo, lo que permitía al ciclista impulsarse sin contactar con el suelo. El mecanismo consistía en una biela fijada al eje de la rueda trasera, y una manivela conectada a los pedales, situados delante del ciclista.



Figura 3. Velocípedo de Macmillan

Dos décadas después, en 1861, Ernest Michaux, modificó una draisiana añadiéndole unos pedales a la rueda delantera y haciéndola a esta algo mayor que la trasera. Se reconoce a Michaux como el precursor directo de la bicicleta, aunque hubo otras personas que crearon otros tipos de velocípedos. Este velocípedo contaba con los elementos de una bicicleta actual, hasta el freno, excepto la transmisión.



Figura 4. Velocípedo de Michaux



En 1873 James Starley, produjo la primera máquina con casi todas las características de la bicicleta de rueda alta. La rueda delantera de la bicicleta de Starley era tres veces más grande que la de atrás y por ello era conocida como Penny Farthing, en relación al penique y al cuarto de penique, en esta época ya se fabricaban las ruedas con llanta de metal y recubrimiento de goma.



*Figura 5. Penny Farthing (bicicleta Starley)*

Por último, en 1885, John Kemp Starley crea la **bicicleta de seguridad**, muy parecida a una bicicleta urbana actual y a partir de la cual se ha ido evolucionando. Sus dimensiones y estructura, situaban al ciclista más cerca del suelo, por eso su nombre. Se le añadió la cadena de transmisión a la rueda trasera y los pedales se desplazaron de la rueda delantera al propio cuadro, además, las ruedas pasaron a tener tamaños similares. Tres años más tarde, en 1888, se añadieron los neumáticos con cámara de aire desarrollados por John Boyd Dunlop.



*Figura 6. Bicicleta de seguridad (safety bicycle)*



### 3.3 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad existen multitud de bicicletas, debido a las diferentes exigencias del terreno y el consumidor, el mercado se ha extendido alcanzando diversos diseños y clases de bicicletas, de modo que existen bicicletas diseñadas para una tarea o función específica, y otras más versátiles.

A continuación, se desarrolla un resumen de las familias de bicicletas que se pueden encontrar, extendiéndose brevemente en las bicicletas más conocidas y usadas en la actualidad.

Se pueden diferenciar dos grandes grupos, las bicicletas de ocio o urbanas, y las deportivas, estas últimas engloban un gran número de deportes, por lo que hay un gran número de bicicletas diferentes.

Con la intención de simplificar la explicación y ofrecer una comparativa de los distintos tipos de bicicletas existentes en el mercado, se ha realizado una tabla que recoge los tipos de bicicleta así como características de sus cuadros, terrenos por los que pueden circular y cualidades propias de cada una

NOMBRE	CUADRO	TERRENO	CUALIDAD
<b>BICICLETAS URBANAS</b>			
Holandesa	Básico, muy similar a la safety bicycle	Ciudad y senderos	Piñón fijo, freno a contrapedal
Trecking	Más deportivo pero fina y ligera	Ciudad y Caminos	Piñón libre, cambios externos
Cruiser	Entre urbana y de montaña	Ciudad	Piñón fijo, freno a contrapedal
Tándem	Doble	Ciudad	Piñón libre, cambios externos
Plegable	Reducido y plegable	Ciudad	Piñón libre, cambios mixtos
Eléctrica	Básico	Ciudad	Impulso mediante motor eléctrico, piñón libre, cambios externos
Fixie	Básico	Ciudad	Piñón fijo, freno a contrapedal, una sola velocidad

NOMBRE	CUADRO	TERRENO	CUALIDAD
<b>BICICLETAS DEPORTIVAS</b>			
BMX	Diseñado imitando las motocross.	Ciudad y Pista	Con o sin frenos, piñón libre, una velocidad.
Trial	Diseñado imitando las motos de Trial	Obstáculos	Con o sin sillín, una sola velocidad
Carretera	Básico, muy fino y ligero	Carretera	Ruedas finas, cuernos en el manillar, cambios externos
Contrarreloj	Diseño aerodinámico	Velódromo o circuito	Ruedas finas, doble manillar, cambios externos
Mountain Bike (MTB)	Algo más robusto que el básico, puede contar con sistemas de suspensión	Todos los terrenos	Cuadro y Ruedas más robustos que urbanas, Suspensión delantera, cambios externos
Cross Country (XC)	Similar a la MTB pero algo más deportivo	Todos los terrenos	Suspensión delantera y puede tener trasera, cambios externos.
All mountain	Deportivo con mecanismos de suspensión	Todos los terrenos	Doble suspensión, cambios externos
Enduro	Más robusto y pesado que XC	Todos los terrenos	Doble suspensión y elevada, cambios externos
Descenso o Downhill (DH)	Deportivo y muy reforzado	Todos los terrenos	Doble suspensión, la más elevada, cambios externos
Fat bike	Similar al MTB	Todos los terrenos	Ruedas muy anchas que desinfladas aportan suspensión, cambios externos

## 4. MODELO BASE

El objetivo de este trabajo reside en el cuadro de la bicicleta y si es pertinente, algún otro componente, por ello, se ha buscado una bicicleta que tenga la mínima complejidad posible y que su uso sea ampliamente reconocido. Por estas razones, la bicicleta más adecuada para este trabajo es la **fixie**. **NO se pretende diseñar una fixie.**



*Figura 7. Bicicleta fixie*

La bicicleta fixie cuenta con un diseño muy simplificado y minimalista, como se observa en la figura 7, no cuenta con frenos manuales (aunque se pueden acoplar) ni cambios de marcha.

El mecanismo de transmisión cuenta con un plato dentado acoplado a la biela y un piñón acoplado al eje trasero. El piñón, al ser fijo, no permite el giro a lo loco de la rueda cuando no se pedalea, por lo que siempre que exista movimiento, los pedales girarán. Al invertir el giro del pedal, se obliga a la rueda a girar hacia atrás, produciéndose la frenada en caso de avanzar hacia adelante.

Las ruedas pueden variar en tamaño y forma dependiendo del cuadro, fácilmente pueden colocarse unas ruedas de MTB.

El cuadro es simple y fino, tratando de ser lo más ligero posible y gracias a esta simplicidad, la libertad de realizar modificaciones en él es muy amplia. Teniendo esta bicicleta como referencia para crear un modelo similar, se ha buscado crear una bicicleta con los siguientes requisitos que le otorguen una diferenciación y mejora:

- Un cuadro básico, con un candado incorporado
- Más de una velocidad
- Freno a contrapedal
- Posibilidad de colocar ruedas de MTB

## 5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Como en todo diseño, antes de elegir como realizarlo, se deben plantear distintas alternativas y valorar cual es la más adecuada antes de llevar a cabo el diseño mediante programa.

### ALTERNATIVA 1

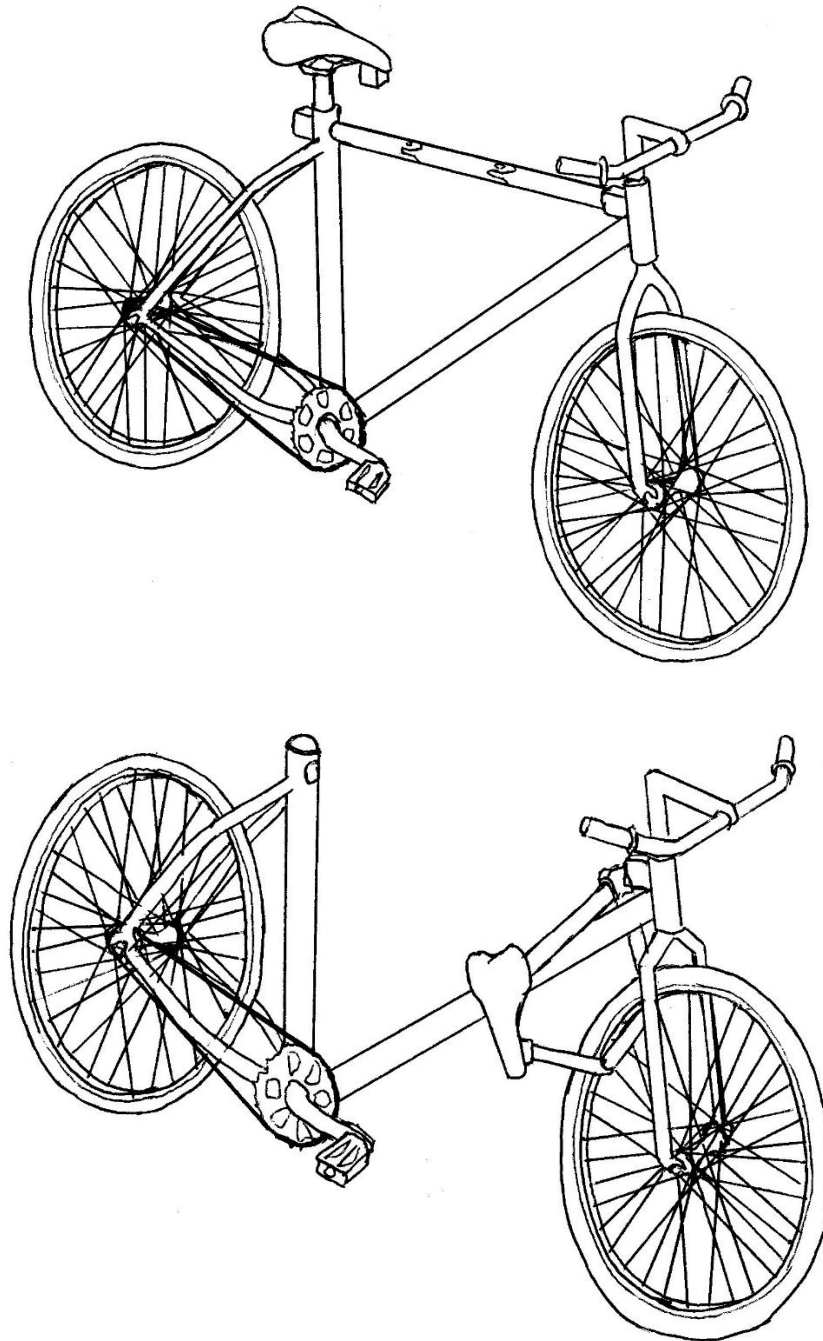
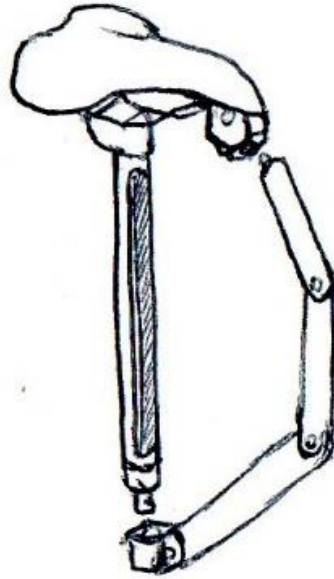


Figura 8. Alternativa 1

Como se aprecia en la figura 8, el tubo superior no tiene una función estructural, solo funciona como candado, y para poder portarla atraviesa el tubo de asiento y se acopla al telescopio mediante un cierre como el que porta el sillín.

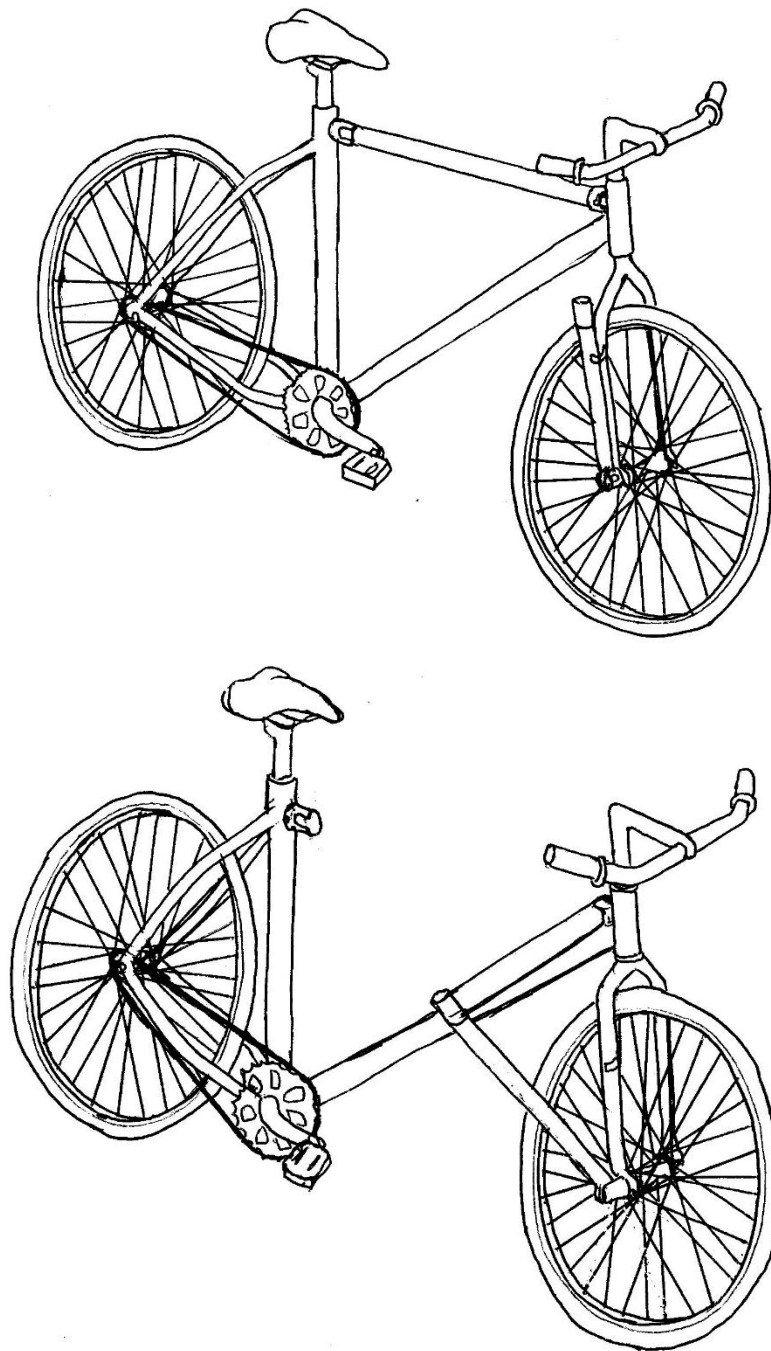


*Figura 9. Candado alternativa 1*

El candado está formado por el sillín y el tubo superior, como se muestra en la figura 9, ya que el tubo superior se coloca en su posición natural atravesando el tubo de asiento, la tija del sillín debe tener una ranura que le permita ser atravesada.

El candado consta de 5 segmentos, 1 lo forma la tija, otro el asiento del sillín, y 3 el tubo horizontal. Los cierres del sillín y el tubo pueden girar para permitir el correcto acoplamiento, y los segmentos del tubo superior deben girar para permitir el acoplamiento y dejar espacio en su interior por el cual atravesar algún objeto o elemento de la bicicleta. En la figura 8 se puede observar un posible candado del conjunto. Debe notarse que el tubo horizontal no es un tubo si no 3 barras, se nombra así por seguir la nomenclatura tradicional.

## ALTERNATIVA 2

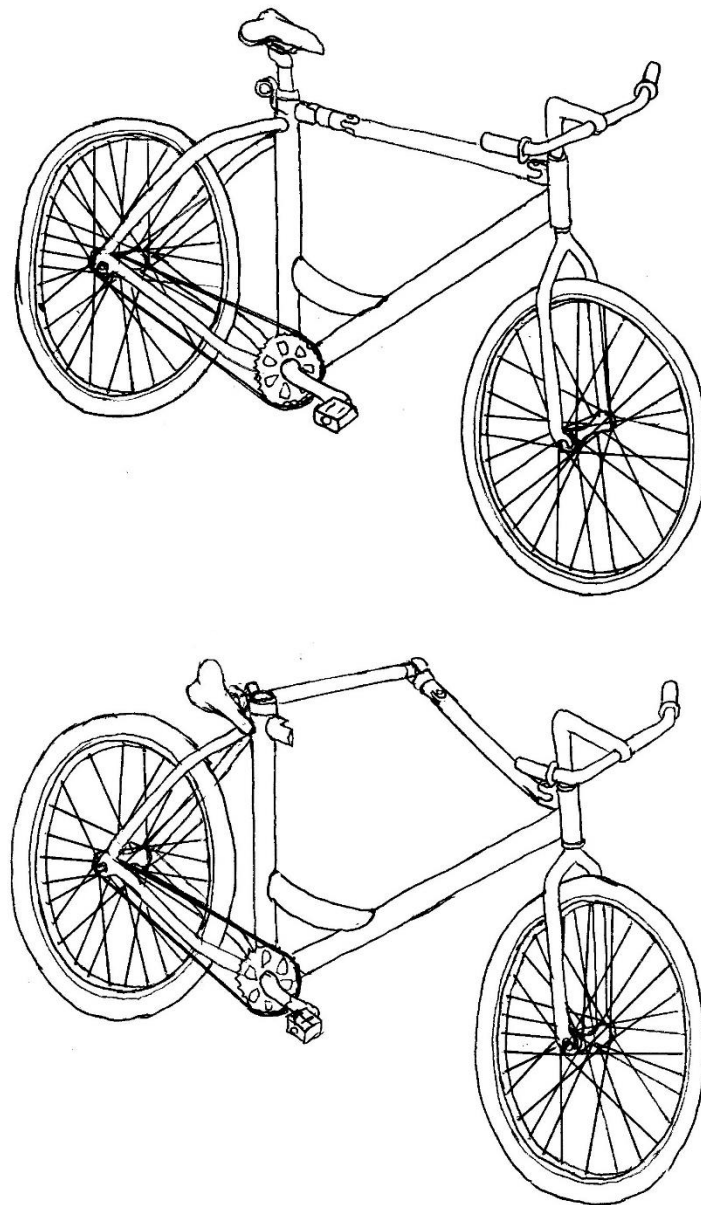


*Figura 10. Alternativa 2*

En este caso, el candado está formado por el tubo superior y una barra complementaria acoplada a la horquilla. El tubo superior, puede tener función estructural si el cierre con la estructura es adecuado. Y la barra complementaria se fija a la horquilla en el eje y se coloca en posición de seguridad con dos pestañas situadas en la misma cuando el candado no está en uso. Ambas barras pueden realizar dos giros para poder acoplarse. El mayor inconveniente de este sistema es que la posibilidad de candado se reduce a una única posición ya que está limitado por la rigidez y tamaño de las barras.



### ALTERNATIVA 3



*Figura 11. Alternativa 3*

Esta alternativa, se forma el candado nuevamente entre la tija del sillín y el tubo superior, pero con la diferencia de que no se puede extraer el candado para colocarlo libremente donde se quiera. Sin embargo, la tija al no estar ranurada es mucho más resistente y segura, y la barra horizontal aunque cuenta con más piezas, se pueden realizar de manera que sean muy seguras.

Para realizar el candado de esta alternativa, el sillín se extrae y se pasa a través de una pieza que lo sujeta y se sujeta a la vez al tubo de asiento. Esta pieza cuenta con dos giros, uno sobre la barra central que le permite al sillín girar sobre esta, y otro en la propia pieza que permite cambiar los grados de inclinación del sillín.

Estos dos giros son necesarios para permitir el correcto candado y diferentes posiciones del mismo. Para terminar el candado, el tubo superior cuenta con un giro en la parte de la dirección, y otros dos en el extremo donde se canda, estos dos giros los realizan dos piezas acopladas al tubo.

Además, teniendo en cuenta que el tubo no va a tener una función estructural, se ha acoplado un tubo de refuerzo al cuadro para minimizar tensiones en el pedalier.

Debe notarse que el tubo superior en realidad está formado por una barra y diferentes piezas.

## 6. ELECCIÓN ADOPTADA

Una vez se tienen las distintas alternativas, se deben valorar diferentes factores para decidir cuál de ellas desarrollar. Los factores que se han decidido valorar son los siguientes:

- Estética
- Complejidad
- Seguridad
- Versatilidad
- Mantenimiento

Tras decidir los factores que se van a tener en cuenta, se debe realizar una valoración de los mismos para cada alternativa. Para tener claro cómo se valora cada uno, a continuación se explican los distintos factores y su valoración, teniendo en cuenta que el menor número es el peor valor y el mayor número el mejor valor.

<b>ESTÉTICA:</b> El aspecto de la bicicleta puede influir en los compradores, siendo un cuadro básico, el aspecto del candado es el que puede influir en el usuario.	
1	Los elementos son demasiado grandes y no transmiten confianza.
2	Los elementos son discretos pero no transmiten seguridad.
3	Elementos discretos a la par que visualmente seguros.

<b>COMPLEJIDAD:</b> La cantidad de elementos que forman el candado puede significar mayor rigidez del conjunto a menor número de piezas.	
1	Elevado número de piezas.
2	Número medio de piezas.
3	Bajo número de piezas.



<b>SEGURIDAD:</b>	
El punto más importante y con relación directa a la complejidad del conjunto, este factor se valora teniendo en cuenta la resistencia del candado ante las acciones externas.	
1	Resiste esfuerzos leves, candado de baja seguridad.
2	Resiste grandes esfuerzos y acciones repentinas, un buen candado.
3	Muy alta seguridad, elevada dificultada a la hora de romper o desmontar.

<b>VERSATILIDAD:</b>	
La versatilidad del candado se refiere a las posibilidades de candado que ofrece, ya sea una única posición, varias, o introducir varias partes en el propio candado.	
1	Una única posición.
2	Multitud de posiciones, pero siempre albergando los mismos elementos.
3	Multitud de posiciones, pero el candado es extraíble y puede candar estructura, ruedas u otras partes.

<b>MANTENIMIENTO:</b>	
Cuanto menor sea el mantenimiento, mejor será el candado, ya que no requiere una supervisión para su correcto funcionamiento.	
1	Necesita revisarse el giro de los elementos y limpiar o engrasar en caso de no funcionar correctamente y requerirlo.
2	Necesita limpiar los elementos de giro en caso de atascarse.
3	No requiere mantenimiento.

Una vez realizada la explicación de las valoraciones, se deben valorar las alternativas. Antes de valorar las alternativas, se debe decidir el peso de cada factor, ya que unos factores son más importantes que otros y se debe tener esto en cuenta para la posible alternativa adoptada.

En la tabla siguiente se muestran los diferentes factores, la importancia que se les ha dado a cada uno hasta llegar a un total de 1 y la valoración de cada factor en cada alternativa, de esta manera, la suma más elevada es la elección adoptada.

FACTOR	VALOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ESTÉTICA	0,1	2	2	2
COMPLEJIDAD	0,1	2	2	1
SEGURIDAD	0,4	2	1	3
VERSATILIDAD	0,2	3	1	2
MANTENIMIENTO	0,2	2	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>

Como se puede observar en la tabla, **la alternativa con mejor valoración es la 3.**



Respecto a la alternativa 1, es una alternativa muy equilibrada ya que el candado se puede extraer y funciona como un candado común. Pero tiene el inconveniente de que hacer la ranura en la tija hace que esta pueda ser débil y no aguante como el miembro estructural que es. Por otro lado, el hueco que queda en el interior del candado es reducido al depender del tamaño de la tija. Y como gran contra, es que ya existe un diseño muy similar.

La alternativa 2 es bastante inviable ya que al tratarse de dos barras de tamaño fijo, la unión de estas solo se puede realizar en una posición y esto restringe mucho el candado, además las barras deben contar con varios giros que pueden complicar mucho el diseño y su mantenimiento.

Por último, la alternativa 3, a pesar de no parecer estéticamente la más óptima, y contar con varios elementos, es robusta y puede ajustarse la posición del candado dando opción a diferentes cierres.

# 7. COMPONENTES DE LA BICICLETA

Una bicicleta puede verse simple desde el exterior, pero cuenta con un gran número de piezas que se han ido perfeccionando y añadiendo a lo largo de su historia.

En el caso de la bicicleta fixie, se cuenta con un menor número de elementos que en el resto de bicicletas, ya que lo que caracteriza a este tipo es su simplicidad y minimalismo.

Teniendo como referencia la bicicleta fixie, y procurando diseñar un producto similar pero con cualidades propias, se han elegido piezas que no forman parte de lo que sería una fixie, pero que dan un pequeño plus a este diseño.

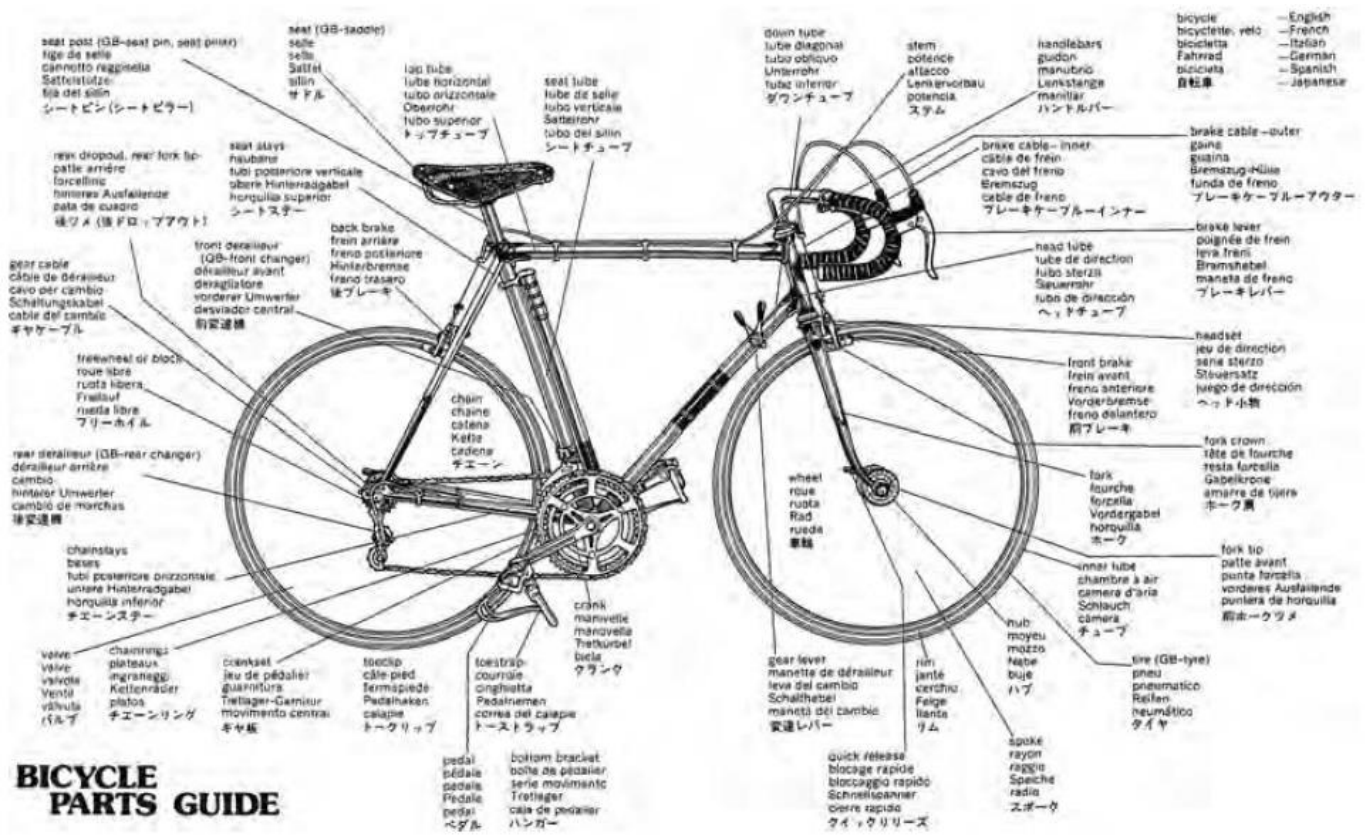


Figura 12. Componentes de una bicicleta de carretera

Antes de centrar la atención en los diferentes elementos, en este punto se hace un pequeño listado de las diferentes partes que conforman la bicicleta que se pretende diseñar.

- Cuadro
- Ruedas\*
- Bujes\*
- Plato y piñón
- Cadena de transmisión

- Pedalier\*
- Bielas
- Pedales\*
- Horquilla
- Potencia
- Manillar
- Empuñaduras
- Rodamientos y cazoleta de la horquilla
- Sillín\*
- Barra candado
- Girador barra
- Ejes remache de la barra candado
- Cerradura

Las piezas con asterisco (\*) son elementos formados por un conjunto de piezas menores, por no extender la lista más de lo necesario se ha decidido abreviar nombrando el conjunto.

## 8. ELEMENTOS COMERCIALES

En este punto, se explican los diferentes elementos que forman la bicicleta y además, se desarrollan las piezas formadas por un conjunto de piezas menores, explicando su montaje y función

Como se indica en el título del punto, se trata de elementos comerciales, que se pueden encontrar en un mercado, y por ello, se han elegido las diferentes piezas de los catálogos de diversas marcas. De esta manera, al final del trabajo, se puede realizar un presupuesto de la bicicleta.

Las piezas se han agrupado en diferentes conjuntos, estos conjuntos son:

- Ruedas
- Transmisión
- Dirección
- Sillín

## 8.1 RUEDAS

A parte de la función obvia de rodar facilitando el movimiento de la estructura, la rueda tiene diferentes funciones y composiciones, a continuación se explican los diferentes componentes de la rueda así como su variedad función y elección.



Figura 13. Rueda delantera

### 8.1.1 LLANTAS

Las ruedas se componen de los diferentes componentes mencionados anteriormente, pero a lo largo de la evolución de las bicicletas, estas han ido normalizándose, de manera que todos los fabricantes hacen ruedas de las mismas dimensiones. De esta manera se asegura que los usuarios de las bicicletas puedan cambiar algunas de las piezas sin tener que acudir expresamente al fabricante.

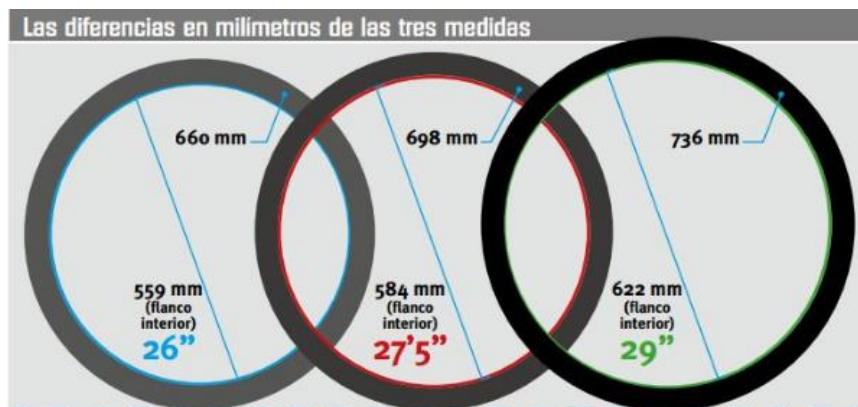


Figura 14. Tamaños de llanta.

Las medidas de las llantas más comunes y por tanto las que se fabrican habitualmente son las indicadas en la imagen. Desde los años 30, la medida que se había impuesto en el mercado era la llanta de 26 pulgadas, pero en los últimos años esto ha ido cambiando, la llanta de 29 pulgadas está tomando el relevo en algunas clases de bicicletas y la intermedia, 27,5, es menos frecuente observarla, pero se está haciendo un hueco.

Además, existen diferentes perfiles de llanta enfocados a su utilización, ya sea para montaña, carretera, contrarreloj, urbana... etc.

Las primeras llantas y precursoras del resto fueron las Endrick, y a partir de ella evolucionaron las Westwood, Westeric, de Sprint y más tipos menos conocidos.

### **LLANTA ELEGIDA**

Para este diseño se ha elegido la llanta de 26 pulgadas ya que actualmente sigue siendo la más usada, y por tanto, es en la que más facilidad hay para encontrar recambios. Además, la llanta cuenta con 32 agujeros para los radios, acorde con ambos bujes como se verá más adelante.



*Figura 15. Llanta*

La llanta de la figura 15 es una pieza dibujada sin intención de perseguir la exactitud de la llanta elegida, si no la funcionalidad a la hora de ver el conjunto.



Figura 16. Llanta Exal SP 19

Barajando diferentes marcas, se ha optado por la llanta SP19 de la marca Exal, esta llanta está pensada para MTB y para ciudad y se puede encontrar muy barata en el mercado.

## 8.1.2 BUJES

En la actualidad, existen multitud de clases de bujes, dependiendo de la marca, se pueden encontrar bujes de diferentes características, y dependiendo del tipo de relación de velocidades que tenga la bicicleta y su forma de cambio, también cambian los diseños de los bujes.

### BUJE DELANTERO

El buje delantero no supone gran diferencia entre marcas, pues los cambios de diseño son meramente dimensionales, número de agujeros para los radios o la forma de los ejes.



Figura 17. Buje delantero Shimano

El mostrado en la figura 17 es el modelo **HB-M430** con un eje de 100 mm de longitud y 9 mm de diámetro, además existe con 32 y 36 agujeros.



## BUJE TRASERO

Los bujes traseros pueden variar ampliamente debido a sus diferentes características y a las marcas que los fabrican, a continuación, se explican los diferentes tipos de bujes dependiendo del sistema de cambios de velocidades.

- **Cambios externos:** Son los más comunes y los más conocidos. Fácilmente reconocibles debido a que el sistema de piñones y platos que forman parte del cambio de velocidades se encuentra al descubierto. La gran mayoría de bicicletas están equipadas con este sistema debido a un amplio ratio (diferencia de pedaleo entre la marcha más larga y la más corta) que permite alcanzar un 618% en 27 velocidades.



Figura 18. Cambios externos

- **Cambios internos:** Más moderno que los cambios externos, mejora el sistema de cambio de marchas ya que al ser interno es más limpio, con menor mantenimiento y rápido, y a diferencia del externo, no es necesario pedalear para cambiar de marchas. Este tipo de bujes solo cuenta con un piñón que sirve para engranar y arrastrar la cadena de transmisión. Los más comunes cuentan con pocas marchas, de 3 a 8, limitando su uso a desniveles medios o bajos. Su ratio va desde 190% en 3 velocidades (equivalente a un cambio de 6 marchas externo) a 307% en 8 velocidades. Existen versiones de más velocidades con un ratio mayor, pero al no estar muy extendidos, su precio es muy elevado.





Figura 19. Cambios internos

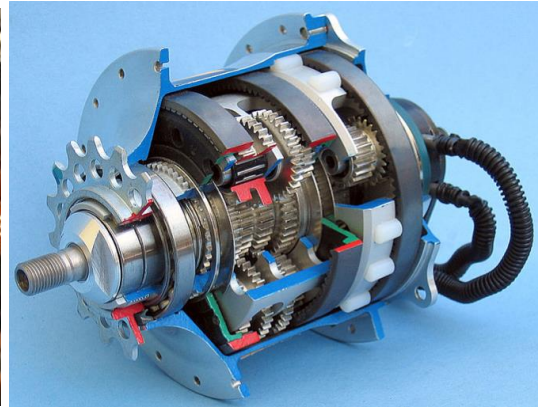


Figura 20. Corte buje de cambios internos

Como se ha mencionado anteriormente, los cambios internos se crean mediante un complejo sistema de engranajes planetarios y el traslado axial del eje. Desde el manillar se manipulan uno o dos cables, de manera que al tensarlos o aflojarlos, desplazan el eje cambiando las marchas.

- **Cambios mixtos:** Este tipo de buje combina los cambios externos traseros (piñones) con un buje de cambio interno que hace la función de los platos. Con este sistema se reduce el mantenimiento y se gana en comodidad. El máximo ratio en el que se fabrican es de 576%.

## BUJES ELEGIDOS

### BUJE DELANTERO

Se ha optado por el modelo **HB-M430** de 32 agujeros pues es el modelo básico y con un número de agujeros muy común, además este número es compatible con el buje trasero y la misma llanta podría ser empleada en ambas ruedas.

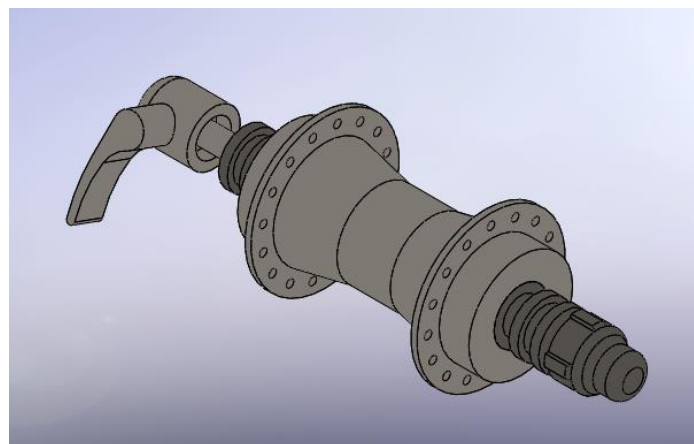


Figura 21. Bujes delantero

Para el montaje de la bicicleta mediante solidworks, el buje ha sido simplificado para realizar meramente una representación gráfica del mismo.

## BUJE TRASERO

Debido a la clase de bicicleta diseñada, con un estilo basado en la fixie, que cuenta con un piñón y un plato, las opciones de buje con cambios externos o mixtos quedan descartadas. De esta manera, solo se puede elegir entre un buje clásico sin marchas, como el buje delantero, y un buje de cambios internos.

En el caso de un buje sin cambios el conjunto se limita a una velocidad, debiendo elegir un piñón y un plato que permitan al ciclista circular sin excesivo esfuerzo en pendientes bajas. Sin embargo, a medida que la pendiente aumenta, el esfuerzo puede ser considerable y esto hace a esta elección algo secundaria.

Por el contrario, el buje de cambios internos no necesita una elección de piñón y plato tan concienzuda, ya que se cuentan con varias velocidades que permiten al ciclista circular sin gran dificultad por diferentes pendientes. Por ello, se ha elegido para el diseño de esta bicicleta.

Más concretamente, la marca SHIMANO con su gama NEXUS, fabrica bujes de cambios internos con freno a contrapedal desde 3 a 8 velocidades, lo que los hace ideales para este tipo de bicicletas.



Figura 22. Buje Shimano de 3 marchas internas



Figura 23. Buje Shimano de 8 marchas internas

Con el objetivo de no encarecer demasiado el coste de la bicicleta y teniendo en cuenta que se trata de una bicicleta de paseo, se ha decidido colocar el buje **NEXUS INTER-3 REAR HUB (3-SPEED)** con número de modelo **SG-3C41**, se trata del buje de cambio interno de tres velocidades con freno a contrapedal, figura 22. Este buje cuenta con 28 o 32 agujeros para los radios, se ha elegido el de 32 por compatibilidad de llantas como se ha mencionado anteriormente.

Al colocar un buje de marchas se debe colocar también un mando de control para elegir la marcha. Por ello se debe elegir un mando acorde al número de velocidades del buje. La propia gama NEXUS, de SHIMANO, cuenta con varios mandos desde 3 a 11 velocidades.



Figura 24. Mando Shimano de 3 marchas



Figura 25. Mando Shimano de 8 marchas

Para el cambio de velocidades se ha elegido el modelo **REVOSHIFT SHIFTER (3-SPEED)**, figura 24.

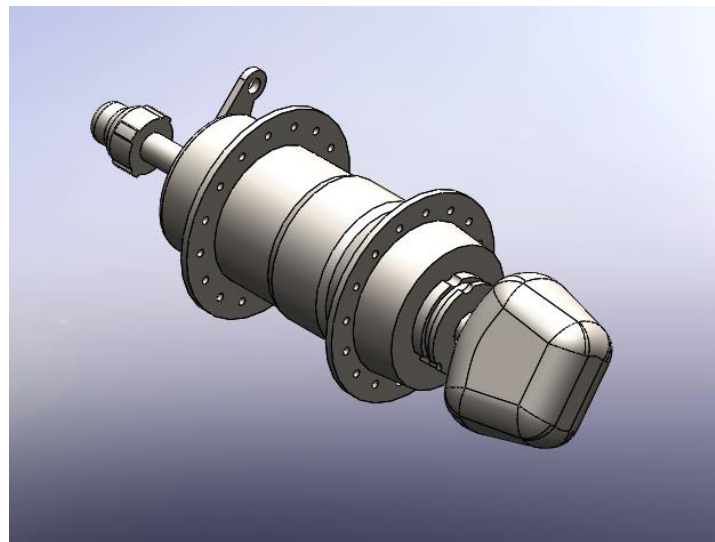


Figura 26. Buje trasero

Para el montaje de la bicicleta mediante solidworks, el buje ha sido simplificado para realizar meramente una representación gráfica del mismo, además, se ha incluido la pieza que simula el mecanismo que desplaza el eje para el cambio de marchas.

### 8.1.3 RADIOS

En el mercado se pueden encontrar diferentes clases de radios, rectos, conificados, biconificados y triconificados, esto depende del uso que se le vaya a dar a la bicicleta, además también varían según la rueda y posición.

Dependiendo del número de agujeros de la llanta y el buje, y de la separación de los agujeros del buje, los radios cambian de longitud. En el montaje de la bicicleta se pueden distinguir los radios exteriores y los radios interiores, la diferencia de estos radios es que uno hace tope en el buje por el lado interior y el otro por el lado exterior.

Además, existen radios tensores y radios compresores, esto se debe a que, dependiendo de la posición del radio respecto al buje y la llanta, ejercerá una fuerza u otra. Gracias a esta excentricidad de los agujeros del buje se mejoran las prestaciones de los radios disminuyendo las cargas en ellos y repartiéndolas por todos los radios.

Dependiendo del tipo de buje empleado se pueden usar los mismos radios a ambos lados de la rueda o deben de ser distintos, ya que el disco agujereado del buje puede no quedar a la misma distancia que el otro. En el caso de la bicicleta diseñada, ambos bujes cuentan con simetría en los discos, por lo que no es necesario montar radios diferentes dependiendo del lado de la rueda.



Figura 27. Rueda y mitad de radios

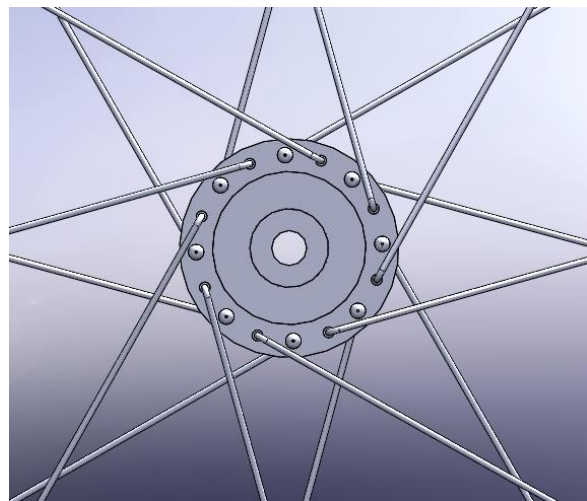


Figura 28. Alternancia de radios

Para estas bicicletas, se encuentran 4 radios distintos, los exteriores e interiores de la rueda delantera y de la rueda trasera. A pesar de usar la misma llanta, sus bujes son diferentes, y por ello requieren distancias de radios diferentes. A la hora de comprar radios, lo habitual es encontrar un tipo de radio con 3 o más medidas distintas, y se ajusta a la llanta tensándolo con las cabecillas.

La principal diferencia entre el radio exterior e interior, radica en el ángulo que forma la curva entre la cabeza y el cuerpo del radio.

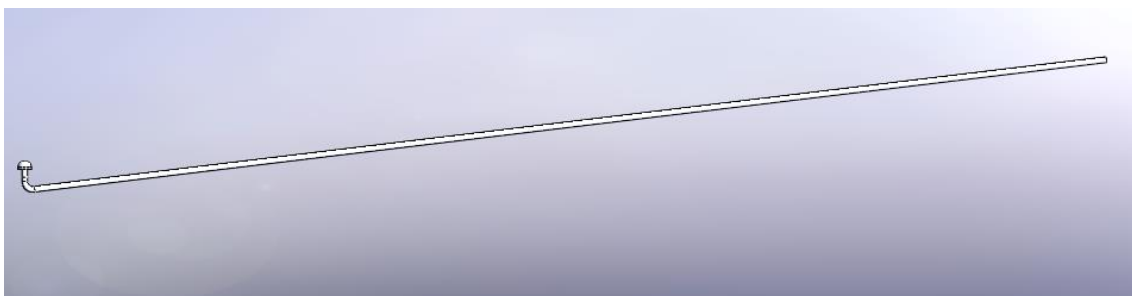


Figura 29. Radio exterior

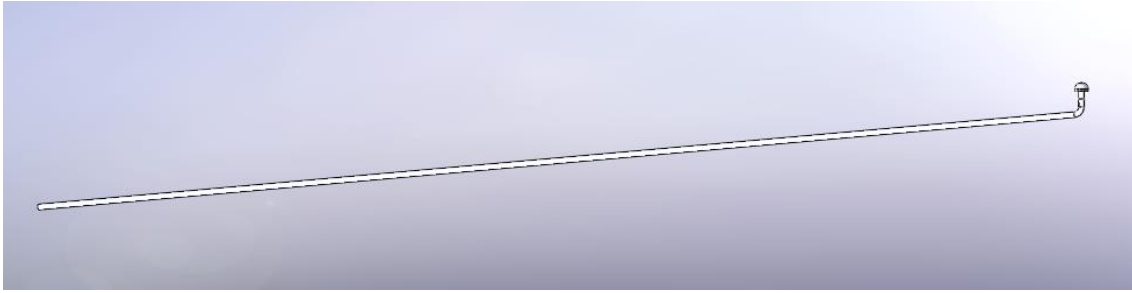


Figura 30. Radio interior

Como se puede observar en la figura 24, el radio exterior forma un ángulo menor de  $90^\circ$  y en la figura 25, el radio interior uno mayor. Todos los radios son de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)** y debido a que no van a sufrir grandes esfuerzos son rectos.

### 8.1.4 CABECILLAS O PEZONES

El pezón es la pieza encargada de tensar el radio manteniendo la estructura de la rueda firme. Se trata de un cilindro con una rosca interior, en la cual se enrosca el radio, y un tope con una cruz para un destornillador, de manera que permita realizar el tensado mejor. Además, cuenta con 4 caras planas que facilitan el tensado de los radios una vez está colocada la cámara y el neumático. La forma de la pieza permite le permite pasar al cuerpo por los agujeros de la llanta, alineándose con los radios, pero su cabeza hace tope con la llanta, pues es más grande, de esta manera, mediante la rosca se va introduciendo más el radio tensándolo.

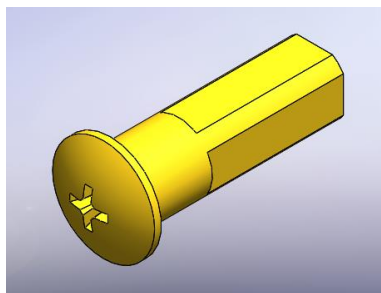


Figura 31. Pezón

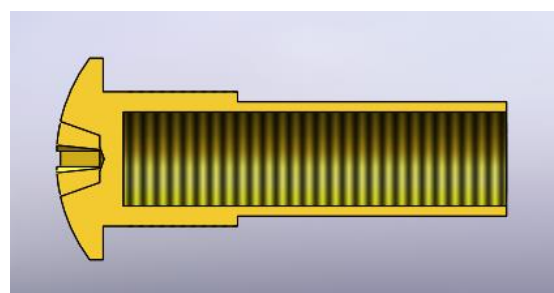


Figura 32. Corte de pezón

El pezón diseñado es de 2 mm de diámetro con un diámetro interior de 1,4 mm, acorde al grosor de los radios. Los materiales más empleados son el aluminio y el latón, la diferencia entre estos dos es que el latón es más duradero y se desgasta menos. Por esta razón **el material elegido es el Latón (CuZn37)**



## 8.1.5 CÁMARA DE AIRE

La cámara de aire fue introducida por primera vez en 1888 por John Boyd Dunlop, esto fue un gran avance pues aligeró las ruedas y las dotó de una ligera amortiguación. Otra función de la cámara de aire es la de mantener los pezones presionados contra la llanta evitando así el desplazamiento de los radios y la posible deformación del conjunto.

Actualmente existen fabricantes de todo tipo de cámaras, estas están fabricadas de materiales elásticos, lo que les permite aumentar su tamaño hasta rellenar la cavidad otorgada por la llanta y el neumático.

Existen diferentes cámaras dependiendo del tipo de válvula y la composición del material de la cámara. Centrando la atención en las válvulas existen tres tipos conocidos.

- **Válvula Schrader:** Es la empleada en la mayoría de bicicletas de montaña e híbridas. Pierden aire con relativa facilidad. Es el mismo tipo de válvula usada en coches y motos y es fácil de encontrar para el tamaño de 26 pulgadas.
- **Válvula Presta:** Se encuentra en la mayoría de bicicletas de carretera y en algunas de montaña. Se trata de la válvula con una rueda selladora en la punta. Mantienen la presión notablemente mejor que las Schrader pero son más delicadas.
- **Válvula Dunlop:** Se trata de una mezcla entre las anteriores, necesita un adaptador para inflarse pero aguanta mejor que la schrader ante la pérdida de aire.

Como se ha mencionado anteriormente, la llanta que se ha elegido es de 26 pulgadas, por lo que la cámara debe ser del mismo tamaño. Teniendo en cuenta que el uso de la bicicleta no es deportivo, el mantenimiento es menor, por lo que interesa que las cámaras se mantengan hinchadas el máximo tiempo posible. Además, no se le va a exigir altas prestaciones a la válvula, de manera que no será frecuente estropearla.

Por ello **se ha elegido una cámara de aire de 26 pulgadas con válvula Presta**, un fabricante de este tipo de cámaras es RUBENA.

## 8.1.6 NEUMÁTICO

El neumático es otro elemento de la rueda fácilmente intercambiable, por lo que existen numerosos fabricantes de todos los tamaños y tipos de neumáticos. Dependiendo de la disciplina, la superficie del neumático cambia, puede pasar desde una superficie casi lisa a una superficie con tacos.

La elección adoptada es un neumático para terrenos tanto de ciudad como de campo, pero principalmente de ciudad. Para ello se ha optado por el fabricante **CONTINENTAL**, donde en su gama **CONTACT** se puede encontrar un **neumático de 26 x 1,75 pulgadas** ideal para desenvolverse en estos terrenos.



Figura 33. Neumático Continental Contact City



Figura 34. Neumático

En la figura 34 se observa la representación mediante Solidworks, es meramente gráfica, ya que el elemento es elegido, no diseñado.

## 8.2 TRANSMISIÓN

La transmisión marcó un antes y un después en las bicicletas, se pasó del impulso directo de los pies en el suelo de la Draisiana, al impulso sobre pedales del velocípedo y más adelante, al insertar la cadena, a la bicicleta de seguridad, que es la precursora de las bicicletas de hoy en día.

Este mecanismo juega un papel muy importante, pues nos permite adoptar una posición cómoda para el pedaleo y mediante la relación de los distintos elementos que lo componen, el avance de nuestro pedaleo puede incrementar el avance de la rueda, logrando un recorrido mayor.



Figura 35. Transmisión de bicicleta fixie

## 8.2.1 PEDALIER

El pedalier es un conjunto de piezas conformado por un cartucho, cazoletas, rodamientos y el eje del pedalier, su función es conectar ambos pedales y sujetarlos a la estructura, permitiendo el giro de manera que el movimiento rotatorio de los pedales se transmita mediante la cadena al buje trasero, generando el giro de la rueda trasera.

Existen dos tipos de pedalier, que se diferencian en si se introducen mediante rosca en la caja de pedalier o sin rosca.

### PEDALIERES CON ROSCA

Dependiendo del fabricante de la bicicleta, la caja del pedalier puede variar de tamaño. Según el ancho de la caja y tipo de rosca se pueden encontrar tres estándares principales:

- **BSC (British Standard Cycle, también llamado BSA o estándar Inglés):** Se ha convertido en una norma internacional ISO y es el más común. Existen dos medidas para el ancho de la caja, 68 mm o 73 mm. El diámetro interior es de 1,37" (34,8 mm), con un paso de rosca de 24 hilos por pulgada, (1,06 mm por hilo) y rosca inversa en el lado derecho.
- **Estándar Italiano:** La caja mide 70 mm de ancho y 36 mm de diámetro, con un paso de rosca de 24 hilos por pulgada, 1,06 mm por hilo y apriete normal en ambos lados.
- **Estándares francés y suizo:** Tienen 68 mm de ancho, 35 mm de diámetro y 1 mm por hilo de paso de rosca, en el caso del suizo el apriete es inverso en el lado derecho.

Dentro de los pedalieres roscados existen dos configuraciones en cuanto al conjunto eje/rodamientos. En una los rodamientos se encuentran dentro de la caja del pedalier, y en la otra, los rodamientos se alojan en cazoletas externas.

### 1) RODAMIENTOS INTERNOS

Dentro de este grupo se pueden diferenciar tres clases:

- **Pedalier antiguo:** Pueden desmontarse por completo ya que constan de rodamientos, cazoletas, el eje del pedalier, tuercas y contratueras. El desmontaje es sencillo ya que se debe realizar mantenimiento por no ser perfectamente estancos.





Figura 36. Pedalier tradicional

- Pedalier de “cuadrado”:** Se trata del sistema más extendido aunque en la actualidad se están usando otros nuevos tipos de pedalier. El conjunto eje/rodamientos se encuentra montado en el interior de un cartucho estanco del que sobresalen los extremos del eje que tienen forma cuadrangular, de ahí su nombre. Existen dos estándares de cuadrado, ISO y JIS. El cuadrado del ISO tiene un ancho de 12,5 mm. El JIS, estándar japonés, tiene un ancho de 12,63 mm.



Figura 37. Pedalier de cuadrado Shimano

- Otros sistemas:** Dos ejemplos son el Isis y el Octalink. Se trata de variantes del cuadrado con un eje de mayor diámetro y diferente número de ranuras en los extremos.



Figura 38. Ejemplos de pedaliers de rodamientos internos

## 2) RODAMIENTOS EXTERNOS

En este caso, los rodamientos se encuentran en el exterior, alojados en dos cazoletas externas, además, el eje suele estar unido a una de las bielas. Este nuevo sistema permitió separar los puntos de apoyo sobre los rodamientos, aumentar el tamaño de estos y aumentar el diámetro del eje, de esta manera, se logró un gran aumento de la rigidez del conjunto eje/rodamientos.



Figura 39. Pedalier de rodamientos externos

### PEDALIERS SIN ROSCA

Los pedaliers que van montados en cajas de pedalier sin rosca, comunes en bicicletas de carreras y de montaña modernas de alta gama. Hay dos tipos según el montaje de los rodamientos:

- **Montaje directo:** los rodamientos van en cojinetes alojados directamente en la caja del pedalier.

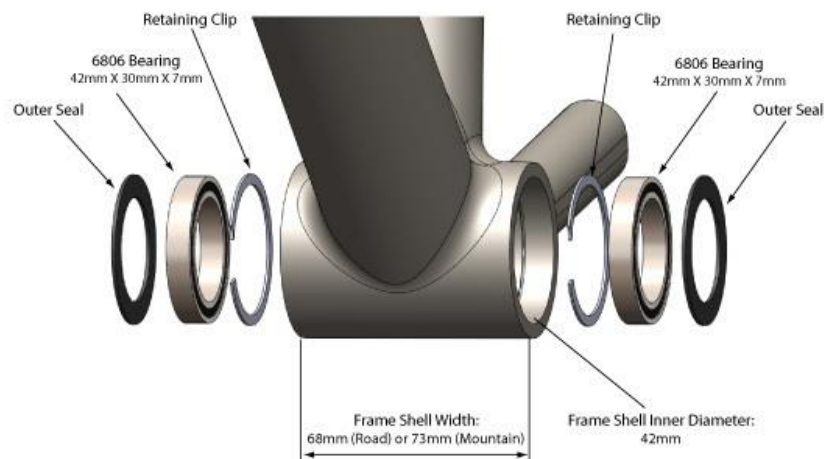


Figura 40. Pedalier sin rosca de montaje directo

- **Press Fit:** los rodamientos van en cazoletas que se montan a presión en la caja.

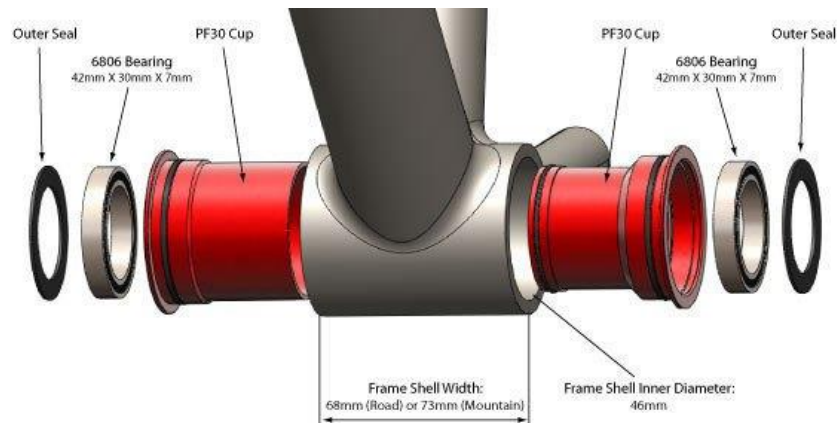


Figura 41. Pedalier sin rosca "Press Fit"

### PEDALIER ELEGIDO

Una vez observadas todas las clases de pedalier existentes y sus características, queda determinar qué tipo de pedalier se ha elegido para las bicicletas de este trabajo.

Teniendo en cuenta que se trata de unas bicicletas de una gama media/baja y que son urbanas, queda descartada la opción de pedaliers sin rosca.

Contando con que la mayoría de bicicletas de esta gama cuentan con una caja BSC, se ha optado por elegir un pedalier de cuadradillo de 68 mm debido a que su mantenimiento es ínfimo gracias a su estanqueidad. La elección ha sido concretamente un pedalier de la marca **Shimano** como el mostrado en la figura 37. Las características son las de un pedalier BSC: caja 68 mm, diámetro interior 1,37 pulgadas y 24 hilos por pulgada de rosca, además la rosca derecha es inversa y la distancia entre los extremos de los cuadradillos es de 110 mm, los cuales tienen un ancho de 12,63 mm.

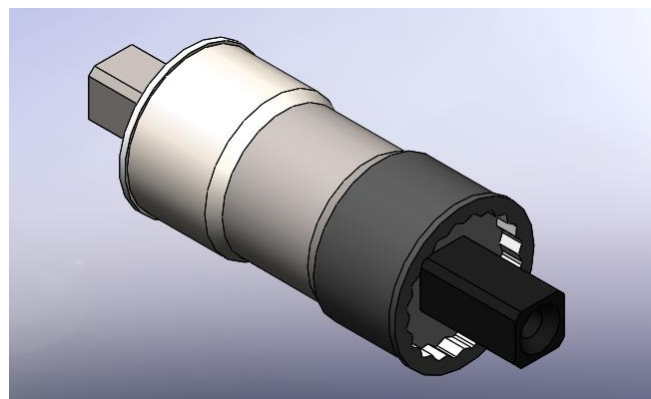


Figura 42. Pedalier

La representación del conjunto es meramente gráfica, por lo que se ha dibujado en una sola pieza para simplificar, esto se debe a que no es un objeto de ensayo ya que es elegido.

## 8.2.2 PIÑÓN Y PLATO

Como se ha mencionado anteriormente, se cuenta con un buje de tres velocidades, las cuales normalmente son la velocidad directa de la relación entre el piñón y el plato y las otras dos velocidades son una reducción y una incrementación de esta primera.

<b>Gear Ratio 1</b>	0.733
<b>Gear Ratio 2</b>	1.0
<b>Gear Ratio 3</b>	1.360

*Figura 43. Ratio de velocidades del buje SG-3C41 de Shimano*

Estas son las tres velocidades ofrecidas por el buje de SHIMANO elegido. Originalmente, si se tuviera una sola velocidad, se elegiría una relación de plato/piñón que permitiese al usuario afrontar pendientes bajas y medias sin demasiado esfuerzo.

Teniendo en cuenta esto, se ha decidido optar por que la velocidad intermedia sea equivalente a la que se elegiría teniendo una sola velocidad. De este modo, en el caso de enfrentar pendientes un poco más difíciles se reduciría la velocidad, y con el objetivo de avanzar un poco más rápido en el resto de situaciones se incrementaría.

VELOCIDAD DE AVANCE RESULTANTE DEL GRUPO 3x10 SEGÚN RELACIÓN, TAMAÑO DE RUEDA Y CADENCIA ( Km/h)										
Dientes plato	Dientes piñón	Cadencia de pedaleo ( Pedaleos por minuto )								
		26x2,10"			27,5x2,10"			29x2,10"		
		100	80	60	100	80	60	100	80	60
42	11	48,2	38,6	28,9	50,1	40,0	30,0	52,7	42,2	31,6
42	13	40,8	32,6	24,5	42,4	33,9	25,4	44,6	35,7	26,8
42	15	35,4	28,3	21,2	36,7	29,4	22,0	38,6	30,9	23,2
42	17	31,2	25,0	18,7	32,4	25,9	19,4	34,1	27,3	20,5
42	19	27,9	22,3	16,8	29,0	23,2	17,4	30,5	24,4	18,3
42	21	25,3	20,2	15,2	26,2	21,0	15,7	27,6	22,1	16,6
42	24	22,1	17,7	13,3	22,9	18,4	13,8	24,2	19,3	14,5
42	28	18,9	15,2	11,4	19,7	15,7	11,8	20,7	16,6	12,4
42	32	16,6	13,3	9,9	17,2	13,8	10,3	18,1	14,5	10,9
42	36	14,7	11,8	8,8	15,3	12,2	9,2	16,1	12,9	9,7
32	11	36,7	29,4	22,0	38,1	30,5	22,9	40,1	32,1	24,1
32	13	31,1	24,9	18,7	32,3	25,8	19,4	34,0	27,2	20,4
32	15	26,9	21,6	16,2	28,0	22,4	16,8	29,4	23,6	17,7
32	17	23,8	19,0	14,3	24,7	19,7	14,8	26,0	20,8	15,6
32	19	21,3	17,0	12,8	22,1	17,7	13,2	23,2	18,6	13,9
32	21	19,2	15,4	11,5	20,0	16,0	12,0	21,0	16,8	12,6
32	24	16,8	13,5	10,1	17,5	14,0	10,5	18,4	14,7	11,0
32	28	14,4	11,5	8,7	15,0	12,0	9,0	15,8	12,6	9,5
32	32	12,6	10,1	7,6	13,1	10,5	7,9	13,8	11,0	8,3
32	36	11,2	9,0	6,7	11,7	9,3	7,0	12,3	9,8	7,4
24	11	27,6	22,0	16,5	28,6	22,9	17,2	30,1	24,1	18,1
24	13	23,3	18,7	14,0	24,2	19,4	14,5	25,5	20,4	15,3
24	15	20,2	16,2	12,1	21,0	16,8	12,6	22,1	17,7	13,2
24	17	17,8	14,3	10,7	18,5	14,8	11,1	19,5	15,6	11,7
24	19	16,0	12,8	9,6	16,6	13,2	9,9	17,4	13,9	10,5
24	21	14,4	11,5	8,7	15,0	12,0	9,0	15,8	12,6	9,5
24	24	12,6	10,1	7,6	13,1	10,5	7,9	13,8	11,0	8,3
24	28	10,8	8,7	6,5	11,2	9,0	6,7	11,8	9,5	7,1
24	32	9,5	7,6	5,7	9,8	7,9	5,9	10,4	8,3	6,2
24	36	8,4	6,7	5,1	8,7	7,0	5,2	9,2	7,4	5,5

Figura 44. Relación de velocidades pedaleo/plato/piñón

En la figura 44 se muestra una relación de platos y piñones típica de Mountain Bike, donde se tienen 3 platos y 11 piñones, el plato grande junto con los piñones pequeños se usa para alcanzar altas velocidades y en llano o pendiente a favor, mientras que el plato pequeño con piñones grandes se usa para afrontar grandes pendientes ya que requiere menos esfuerzo.

El planteamiento de la bicicleta diseñada es de tipo urbano, por lo que las dos situaciones mencionadas no se pretenden abordar. Para las bicicletas diseñadas, la relación del plato y el piñón óptima se encuentra con platos intermedios y piñones pequeños para poder tener cierta velocidad, pero sin costar demasiado pedalear.

Los platos más adecuados para este tipo de bicicletas se encuentran entre 30 y 34 dientes, y para alcanzar una velocidad adecuada sin tener que esforzarse en exceso los piñones del 15 al 17.

Observando la imagen anterior, se puede apreciar que con una rueda de 26 pulgadas y a un pedaleo tranquilo, 60 rpm, en las relaciones de 32/15 y 32/17 se



alcanzan velocidades de 16 y 14 km/h, velocidades óptimas teniendo en cuenta que la velocidad promedio de una persona corriendo es de 12 km/h.

Vistas las diferentes posibilidades y dándole más importancia a superar pendientes que a la velocidad, **se ha decidido optar por una relación de plato/piñón de 32/16**. La velocidad de esta relación se puede aumentar y disminuir en alrededor de un 30% gracias al buje, diferencia que permitirá afrontar mayores pendientes y aumentar la velocidad en llanos. Además, se ha optado por el piñón 16 pues es el menor ofrecido por shimano como se puede observar en el **anexo II**.

Lo ideal es que ambos, piñón y plato sean de la propia marca shimano, para asegurar que engranan correctamente. Se ha optado por elegir el piñón de la propia marca shimano ya que el engrane con el buje es específico. Sin embargo, el plato no es necesario que sea de shimano, mientras engrane con la cadena y se coloque correctamente con el diseño de la biela.



Figura 45. Plato de 32 dientes

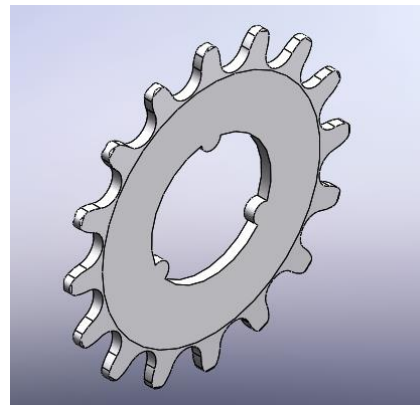


Figura 46. Piñón de 16 dientes

La representación de los elementos es gráfica, pues el piñón elegido es de SHIMANO y tiene una forma específica y el plato, también de Shimano, se encuentra unido a la biela.

### 8.2.3 CADENA

Existen varios tipos de cadenas usadas en diferentes tipos de bicicletas, pero dos tipos de cadena son los más ampliamente usados. Se pueden encontrar 1/2 x 3/32 para las bicicletas de cambios externos y 1/2 x 1/8 para el resto, bicicletas singlespeed, de cambios internos...

En el caso de las bicicletas de este trabajo, se cuenta con cambio interno, por lo que ciñéndose a la normalización, se recurre a instalar una cadena de 1/2 x 1/8 como se mencionó en apartados anteriores.

**Material: Acero, Niquelada, Acero inoxidable**

Rfcia. JOCAR	Norma ISO	P x B Pulgadas	P x B mm.	D1	D2	F	G	Rotura Kg
<b>NORMA EUROPEA DIN 8187</b>								
110	--	3/8 x 5/32	9,525 x 3,94	6,35	3,31	12,8	8,1	1000
120	06B-1	3/8 x 7/32	9,525 x 5,72	6,35	3,31	14,8	8,1	1000
140	081	1/2 x 1/8	12,70 x 3,30	7,75	3,61	11,5	9,5	820
145	084	1/2 x 3/16	12,70 x 4,88	7,75	3,91	14,7	10,2	1600
190	08B-1	1/2 x 5/16	12,70 x 7,75	8,51	4,45	18,5	11,7	1900
195	----	5/8 x 1/4	15,87 x 6,48	10,16	5,08	19,0	14,2	2600
200	10B-1	5/8 x 3/8	15,87 x 9,65	10,16	5,08	21,4	14,2	2600
210	12B-1	3/4 x 7/16	19,05 x 11,68	12,07	5,72	24,5	16,4	3200
220	16B-1	1 x 0,67	25,4 x 17,02	15,87	8,27	36,2	21,0	6600
230	20B-1	1 1/4 x 3/4	31,75 x 19,56	19,05	10,15	44,9	25,0	9500
240	24B-1	1 1/2 x 1	38,1 x 25,4	25,40	14,55	60,0	34,5	16000
250	28B-1	1 3/4 x 1 1/4	44,45 x 30,99	27,94	15,85	71,4	37,0	20000
260	32B-1	2 x 1 1/4	50,8 x 30,99	29,21	17,75	71,4	42,0	25000

<b>NORMA AMERICANA DIN 8188</b>								
410	25	1/4 x 1/8	6,35 x 3,18	3,33	2,31	8,1	5,8	420
420	35	3/8 x 3/16	9,525 x 4,77	5,08	3,59	12,7	8,8	1000
440	40	1/2 x 5/16	12,7 x 7,94	7,94	3,97	18,35	11,7	1800
450	50	5/8 x 3/8	15,875 x 9,53	10,16	5,09	21,9	14,2	2700
460	60	3/4 x 1/2	19,05 x 12,7	11,9	5,95	26,8	16,4	3600
480	80	1 x 5/8	25,4 x 15,88	15,87	7,93	35	21,0	6600
500	100	1 1/4 x 3/4	31,75 x 19,05	19,05	9,53	41,1	30,18	10800
520	120	1 1/2 x 1	38,10 x 25,4	22,23	11,10	50,8	36,20	15400
540	140	1 3/4 x 1	44,45 x 25,4	25,40	12,70	54,9	42,24	20800
560	160	2 x 1 1/4	50,80 x 31,75	28,58	14,27	65,5	48,26	26200
600	200	2 1/2 x 1 1/2	63,50 x 38,10	39,68	19,84	80,3	60,33	43000

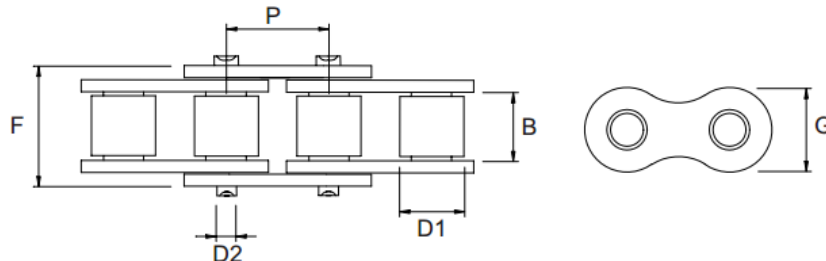


Figura 47. Medidas de la cadena según norma Europea y Americana

La norma DIN 8187 tiene la equivalente ISO 606, la cual sirve como parte de la recopilación de normas que se abarcan en la norma UNE 18002. Conocidas las medidas de los eslabones de la cadena y el plato y el piñón, solo queda conocer la longitud de la cadena, para así saber el número de eslabones necesarios para colocarla lo más tensa posible.

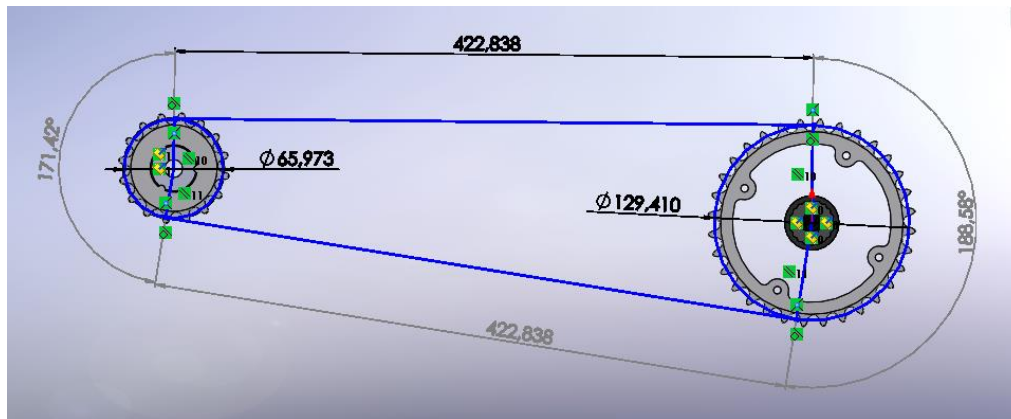


Figura 48. Medida de la cadena

Observando la figura 48, que recoge las medidas de la cadena colocados plato y piñón en la estructura, y con unos breves cálculos, se obtiene que la medida de la cadena debe ser de 1157,34 milímetros, lo que dividiendo entre la media pulgada del paso entre eslabones se traduce a 91,129 eslabones. De los cálculos se obtiene que **la cadena debe tener al menos 92 eslabones.**

ARCO MENOR, ARCO DEL PIÑÓN:

$$2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot \frac{65,973}{2} = 207,26 \text{ mm} \rightarrow \frac{207,28 \cdot 171,42}{360} = 98,69 \text{ mm}$$

ARCO MAYOR, ARCO DEL PLATO:

$$2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot \frac{129,41}{2} = 406,55 \text{ mm} \rightarrow \frac{406,55 \cdot 188,58}{360} = 212,97 \text{ mm}$$

LONGITUD DE LA CADENA:

$$98,69 + 212,97 + 422,838 \cdot 2 = 1157,34 \text{ mm}$$

$$\frac{1157,34}{25,4/2} = 91,129 \approx 92 \text{ eslabones}$$

Ya que la transmisión está siendo elegida básicamente de la marca Shimano, se ha decidido que la cadena también sea de esta marca, eligiendo la cadena **NX10** de la gama Nexus.

## 8.2.4 PEDALES

La función del pedal es servir como superficie de apoyo mediante la cual transmitir la fuerza de empuje del ciclista a la biela y de esta al eje de giro que crea la transmisión del movimiento.

Existen infinidad de diseños de pedales dependiendo del material y el tipo de bicicleta. Los materiales más comunes son aluminio y plástico, y su forma varía



dependiendo de si el pie se encuentra fijado (deportes de carretera o velocidad) o suelto (deportes de montaña o uso urbano).

En esta bicicleta el pie va a ir suelto ya que es más cómodo, permitiendo quitar y poner el pie con mayor facilidad y evitando el uso de calzado especializado. Los pedales de pie suelto suelen ser dentados para aumentar el agarre del pie.

El material más duradero y resistente de los empleados es el aluminio, pero el objetivo de esta bicicleta no es la competición, por lo que la resistencia del pedal no es tan importante, un pedal de plástico es igualmente útil, aunque su durabilidad no sea tan extensa se considera suficientemente larga.

El pedal no solo está constituido por la carcasa, cuenta con un eje de acero que lo conecta a la biela, y para permitir el giro del pedal mientras rota el conjunto de transmisión, son necesarios rodamientos en su interior.

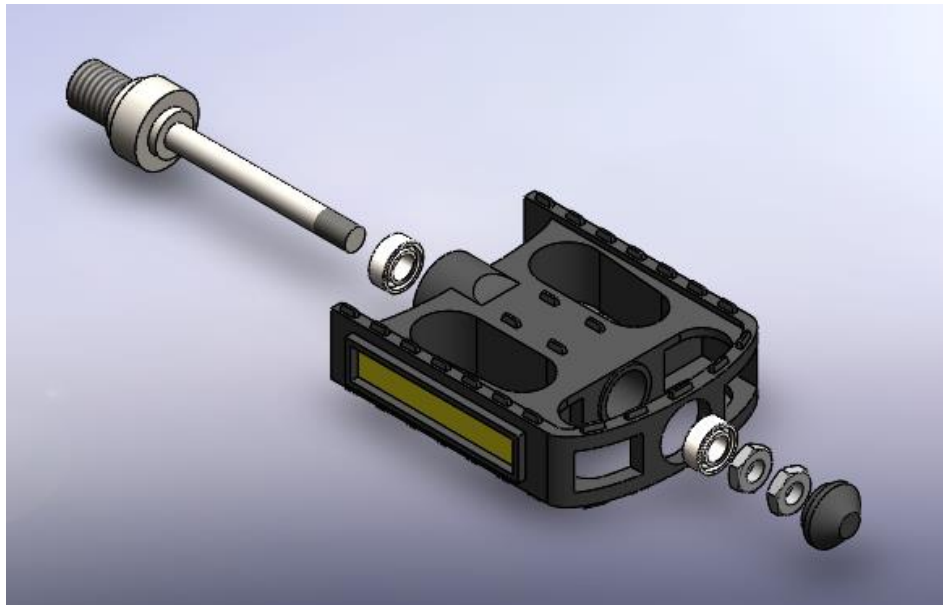


Figura 49. Explosionado de pedal

La composición total del pedal es la mostrada en la figura 49:

- Eje
- Rodamiento encajado entre el eje del pedal y un tope en la carcasa
- Carcasa
- Rodamiento encajado entre tope de carcasa y tuerca
- Tuerca y contratuerca
- Tapón para cerrar el hueco y proteger el conjunto.

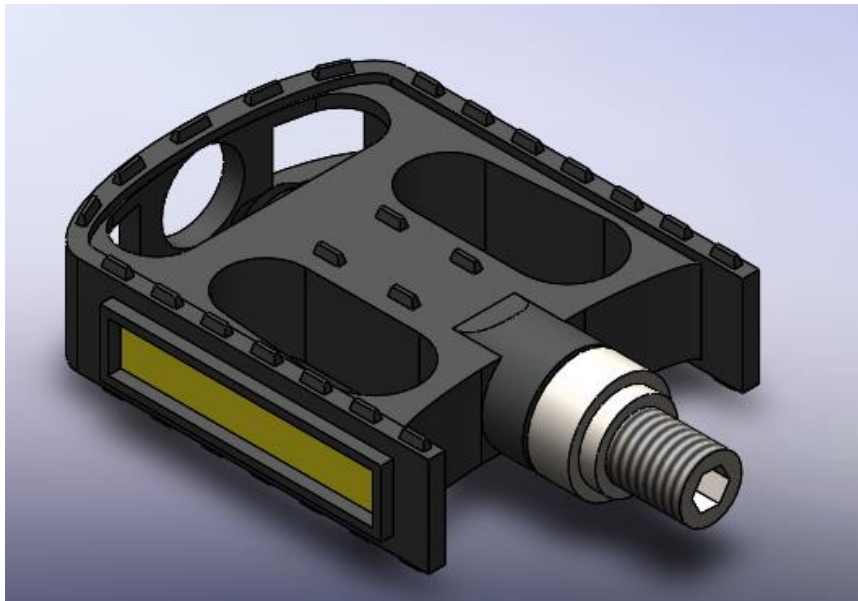


Figura 50. Pedal

Para enroscar o desenroscar el pedal de la biela, se tiene una ranura tipo Allen.

Como se ha explicado anteriormente, la función de la bicicleta no es la competición, por lo que se buscan unos pedales baratos y duraderos. Se han elegido unos pedales de la marca OZONE.



## 8.2.5 BIELAS

La biela es el elemento que conecta el pedal con el eje del pedalier, a una de las bielas se acopla el plato dentado, en el cual se engrana la cadena permitiendo transmitir el movimiento circular a la rueda trasera.

Las bielas pueden variar notablemente en su diseño, pero siempre deberán poder conectarse al eje del pedalier y al eje del pedal.

En el caso diseñado, se tiene un eje de pedalier de cuadradillo de 12,63 mm de lado, por lo que el agujero de la biela debe ser igual, la forma de cuadrado se debe a que bloquea la biela por su propio diseño, si el agujero fuese circular, la biela daría vueltas sobre el eje en vez de solidarizarse a este. Sin embargo, en el caso del agujero del pedal, no es necesaria una forma especial, simplemente pudiendo enroscarse el eje en la biela basta, ya que el eje del pedal no debe moverse, por ello cuenta con rodamientos, para permitir el giro de los pedales.

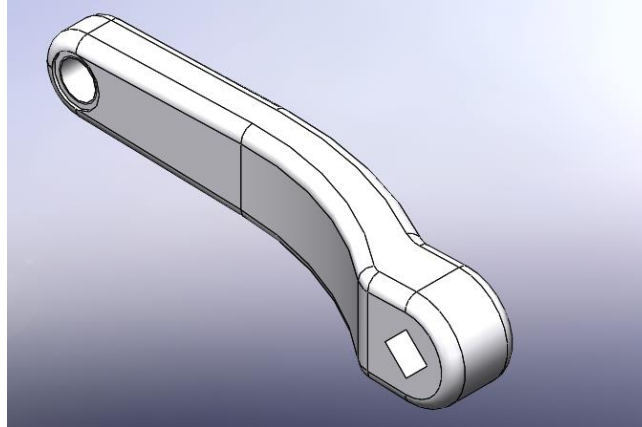


Figura 51. Biela izquierda

El cuadradillo penetra una profundidad de 15mm dentro de la biela, y hay una distancia de 19,5 mm hasta la carcasa del pedalier, teniendo esta diferencia se salva el roce entre la biela y el pedalier.

TALLA	LONGITUD BIELA
Menos de 152 cm	160 mm
Entre 152 y 168 cm	165-167,5 mm
Entre 168 y 183 cm	170 mm
Entre 183 y 189 cm	172,5 mm
Entre 189 y 195 cm	175 mm
Más de 195 cm	180-185 mm

Figura 52. Tabla de medidas de biela

La distancia entre los ejes es de 170 mm, esta medida se ha tomado teniendo en cuenta tablas orientativas como la de la figura 52 donde se recomienda que personas entre 1,70 y 1,80 metros de altura usen esta medida.

Además, la biela describe una curvatura que aleja el eje del pedal de la perpendicular al eje del pedalier, se da esta curva para alejar la biela del cuadro, evitar un posible entorpecimiento del pedaleo al acercarse demasiado al triángulo trasero del cuadro y en el caso de la biela con plato, para permitir el alojamiento del plato.

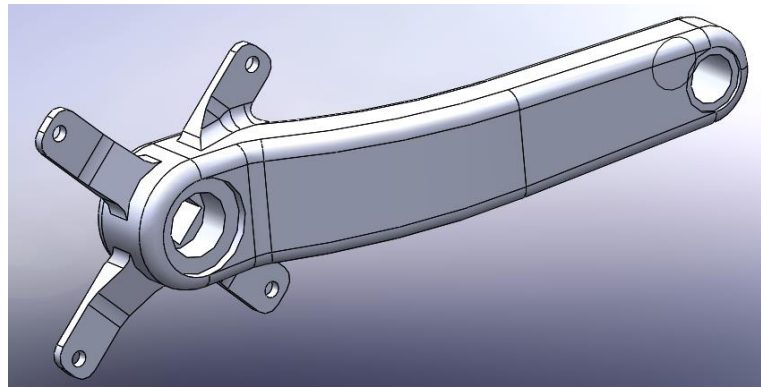


Figura 53. Biela derecha

Los brazos de la biela que sujeta el plato tienen los agujeros situados en una circunferencia que casa exactamente con los propios del plato, de manera que permite fijar el plato atornillando o remachándolo a la biela directamente

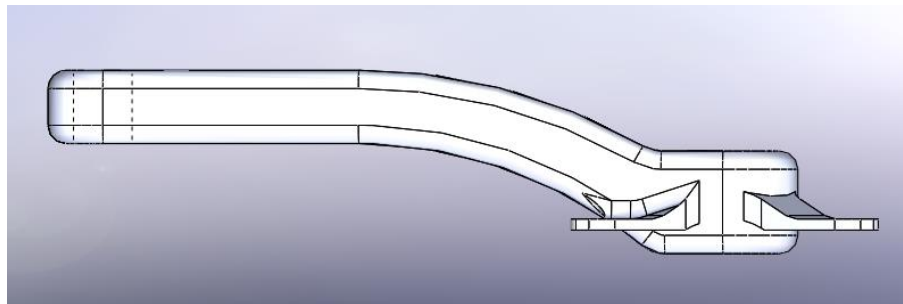


Figura 54. Perfil de biela derecha

La forma de los brazos permite la colocación del plato sin sobrepasar la distancia antes mencionada respecto al pedalier, además está pensada para que, en el montaje de la bicicleta, no quede muy desalineado el plato respecto el piñón, ya que cuanto mejor sea su alineamiento, menor será el esfuerzo de la cadena por cruce.

Como la mayor parte del conjunto, se ha optado por unas bielas de la gama Nexus de Shimano, sin embargo, el plato ofrecido es de 33 dientes en vez de 32, una diferencia que no se aprecia casi a la hora del cálculo de eslabones de la cadena y la velocidad que se alcanza.



Figura 55. Bielas y plato Nexus

## 8.3 DIRECCIÓN

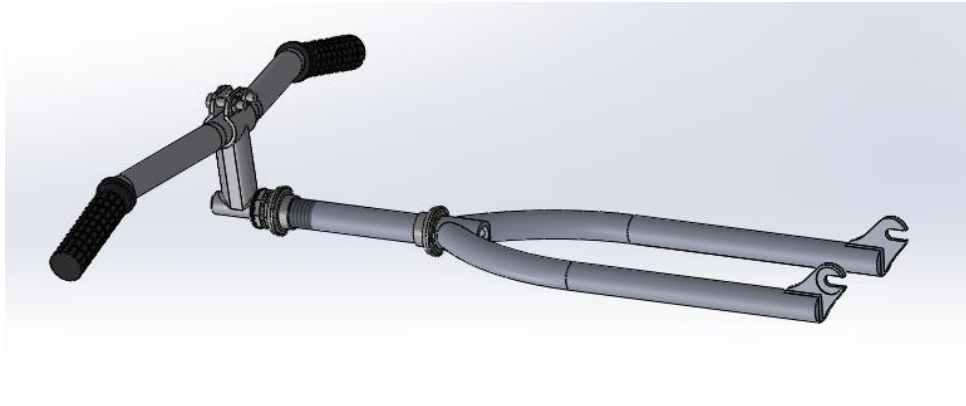


Figura 56. Montaje de la dirección

Antes de centrar la atención en cada pieza, es bueno observar el conjunto mediante un explosionado de las diferentes piezas que forman la dirección, en la figura 57, de izquierda a derecha en la fila inferior:

- Tornillo DIN912 M8x160
- Tope de tornillo
- Potencia
- Anillo tope de potencia
- Contratuerca
- Retén
- Cazoleta superior arriba
- Rodamiento
- Cazoleta inferior arriba
- Casquillo de sujeción de la potencia
- Cazoleta superior abajo
- Rodamiento
- Cazoleta inferior abajo
- Horquilla

y en la fila superior:

- Manillar
- Empuñaduras
- Tornillos DIN6912 M8x30
- Potencia
- Arandelas DIN433
- Tuercas DIN439 M8

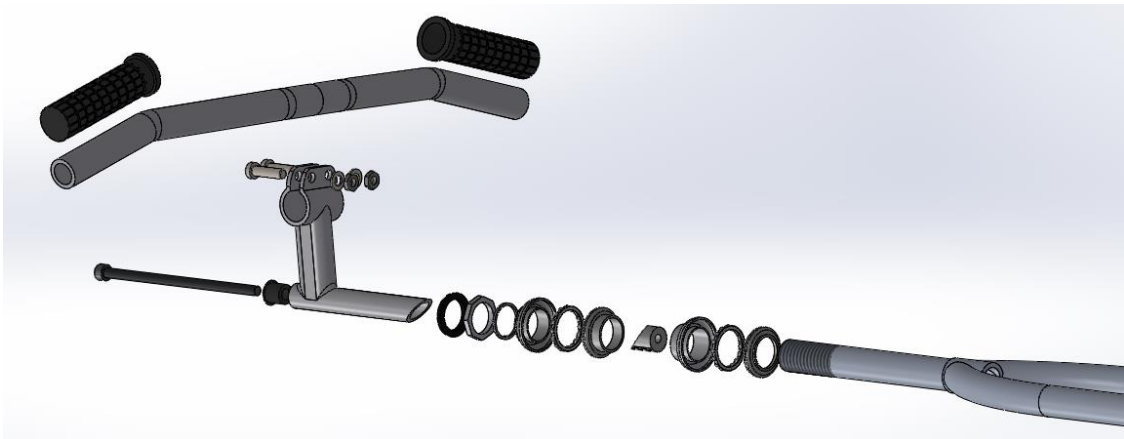


Figura 57. Explosionado del montaje de la dirección

### 8.3.1 HORQUILLA

Tres son el tipo de horquillas existentes en la actualidad: Roscadas (threaded), sin rosca con rodamientos externos (threadless with external cups) y sin rosca con rodamientos internos (threadless with internal cups), a estas dos últimas se las conoce como Ahead.

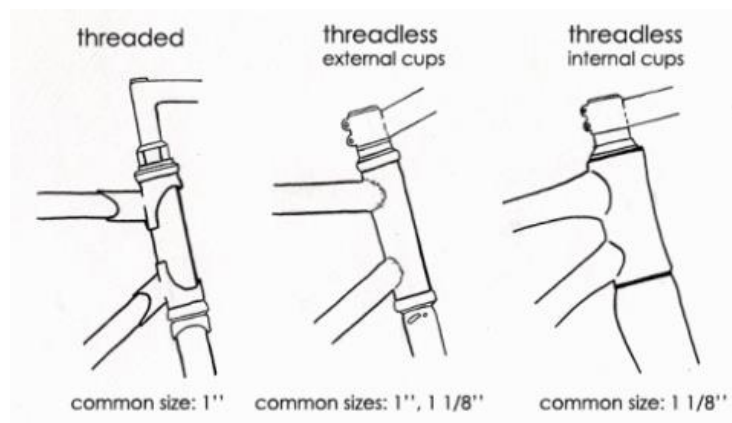


Figura 58. Clases de horquillas

Antiguamente, todas las bicicletas tenían horquilla roscada, pero en la actualidad los otros dos sistemas están tomando el relevo.

Las principales diferencias entre las horquillas roscadas y las lisas es que el rodamiento superior va enroscado a la horquilla en la primera y en las lisas va apretado entre el cuadro y la horquilla, estando el rodamiento en el exterior o el interior. La ventaja de las horquillas roscadas es que permiten el ajuste del manillar reajustando la posición de la potencia.

Las horquillas tipo Ahead (sin rosca) se están imponiendo en el mercado gracias a su mayor rigidez, y las roscadas se encuentran en las bicicletas antiguas, de cicloculturismo y urbanas.

Puesto que la bicicleta diseñada no es de competición, si no urbana, se busca una mayor comodidad del usuario, luego, la posibilidad de reajustar el manillar a la altura deseada es un gran punto a su favor. Por ello **se ha elegido la horquilla roscada**.

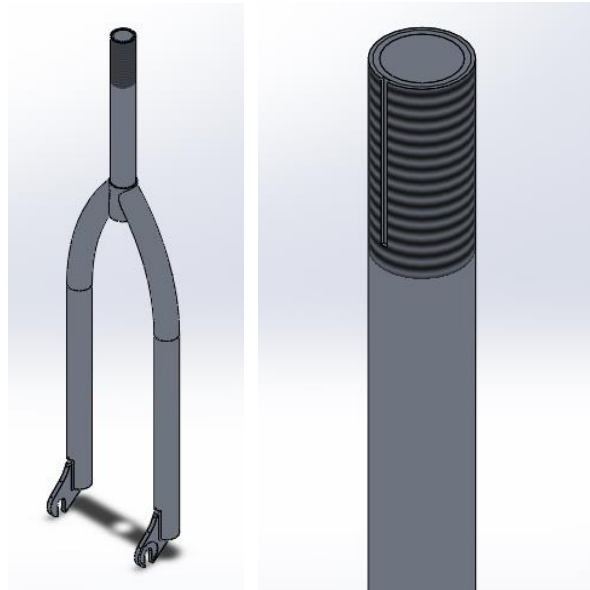


Figura 59. Horquilla y ranura

La horquilla cuenta con una hendidura donde se aloja un anillo retenedor que ayuda en la función de contratuerca. Además, estas horquillas son de una pulgada de diámetro, 25,4 mm

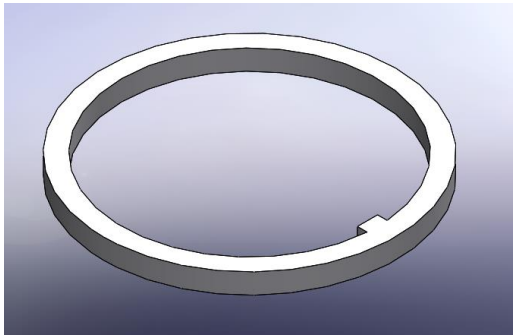


Figura 60. Retén

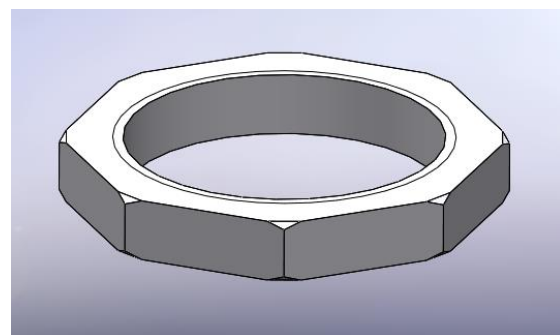


Figura 61. Contratuerca

La horquilla elegida está hecha de acero con un tubo de dirección de 16 cm y 1 pulgada, y la rosca mide 45 mm. Ha sido elegida desde la página web Santa fixie, que está especializada en la venta de bicicletas fixie completas, o sus partes. Probablemente la horquilla esté pensada para bicicletas de 28" pero es irrelevante, la horquilla se agujerea a cierta altura para colocar los frenos, pero al diseñar una bicicleta de freno a contrapedal, estos elementos se ignoran.



Figura 62. Horquilla de 1"

### 8.3.2 POTENCIA

Dependiendo del tipo de horquilla de la que se disponga, la potencia cambia, en el caso de las horquillas ahead, la potencia es un tubo con dos abrazaderas, por una parte, abraza a la horquilla y por otra al manillar, su forma varía dependiendo del fabricante y el modelo. Por otra parte, las potencias de horquilla roscada son un cuerpo más complejo y con solo una abrazadera que sujeta el manillar, en este sistema, la potencia va embutida en la horquilla y se acopla a un casquillo que la fija a las paredes.

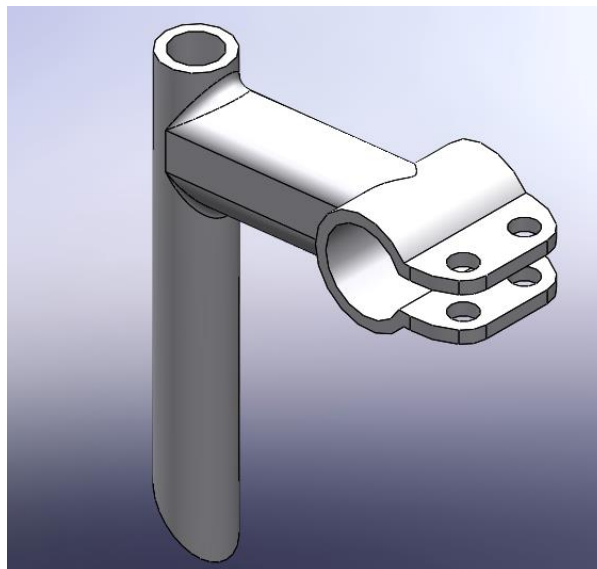


Figura 63. Potencia



La potencia es hueca ya que lo atraviesa un tornillo largo que enrosca con un casquillo que presenta un corte inclinado como el de la potencia, de manera que este se aprieta contra ella y se desplaza lateralmente fijando el conjunto a la horquilla.

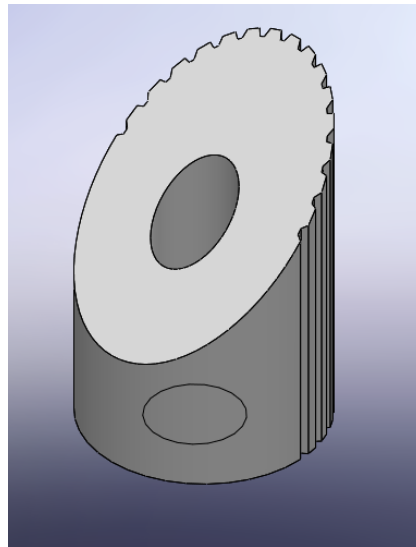


Figura 64. Casquillo interior

Para desplazarse lateralmente este elemento cuenta con un agujero roscado que se encuentra ligeramente desplazado del centro. De esta manera, al enroscar el tornillo e ir apretando el casquillo contra la potencia, este tenderá a alinear el centro de manera que se desplazará lateralmente fijando el conjunto.

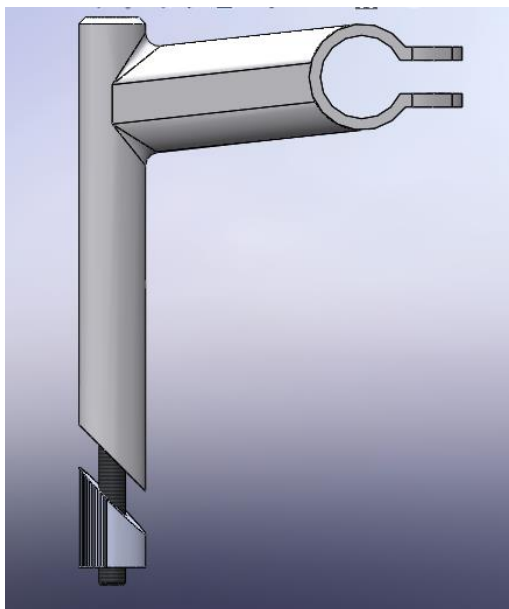


Figura 65. Potencia y casquillo atornillados

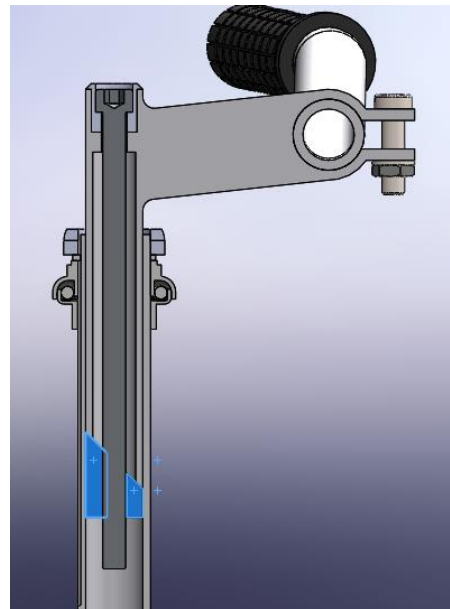


Figura 66. Corte del montaje de la horquilla

En azul se representa el casquillo, como se puede ver, el tornillo intersecta la pieza por que esta tiene el agujero desplazado.



Figura 67. Potencia Kalloy UNO

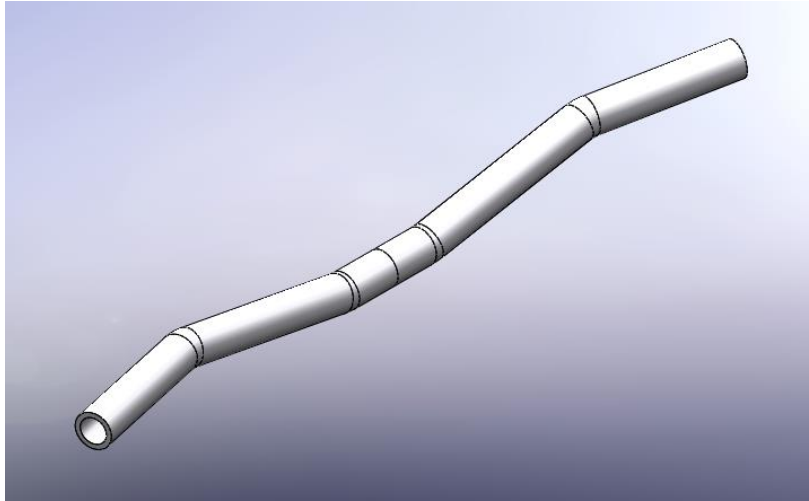
Nuevamente la potencia se ha elegido de la página SantaFixie, y se trata de una potencia Kalloy UNO, de 22,2 mm, para horquillas de 1" y una caña de 150 mm, además está fabricada de Aluminio.

### 8.3.3 MANILLAR

La forma del manillar puede variar según el tipo de bicicleta y el usuario. Los manillares pueden tener formas complejas retorciéndose y formando curvas específicas para mejorar la posición del ciclista dependiendo de la disciplina.

En el caso de bicicletas de carretera el manillar describe unas curvas o cuernos que permiten al ciclista llevar las manos paralelas al cuerpo, esto se debe a la necesidad de tener una posición cómoda debido a los largos trayectos. Sin embargo, en las bicicletas de montaña es habitual que el manillar sea una barra recta, y con las empuñaduras muy separadas para poder hacer giros bruscos sin demasiado esfuerzo.

En el caso de la bicicleta que se ha diseñado, lo que se persigue es la comodidad en una posición relajada, por ello se ha optado por un manillar con curvas ligeras dejando a un lado la posición algo más agresiva del manillar recto y elevando las empuñaduras respecto la altura de la potencia. Además se ha girado el manillar a la altura de las manos hacia el ciclista, de esta manera se recogen un poco los brazos evitando tenerlos tan estirados.



*Figura 68. Manillar*

El diámetro del manillar es de 25 mm, la anchura más típica en los manillares, además de que la potencia elegida es para manillares de 25 mm.



*Figura 69. Manillar Satori Deviant*

El manillar elegido es el manillar Satori de la marca Deviant, fabricado de Aluminio 6061 y de una anchura de 25,4 mm.

### 8.3.4 RODAMIENTOS Y CAZOLETAS

En la dirección con horquilla roscada, los rodamientos se encuentran alojados en el interior de 2 cazoletas, una situada en la parte inferior del tubo de la horquilla y otra en la parte superior con una de sus tapas roscada.

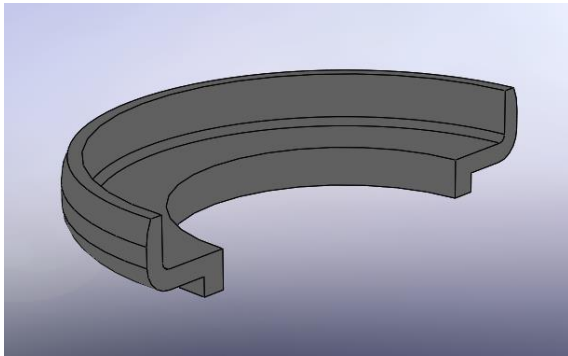


Figura 70. Cazoleta inferior, parte de abajo

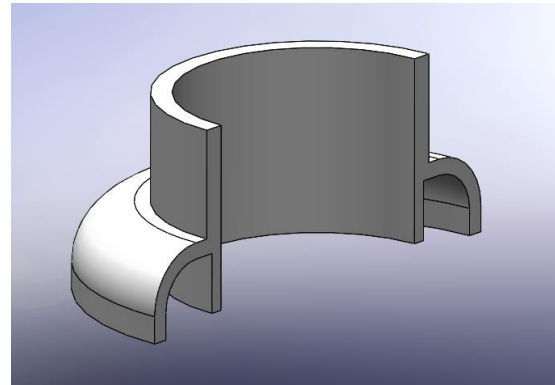


Figura 71. Cazoleta superior, parte de abajo

La parte inferior de la cazoleta inferior se posa sobre un tope que la horquilla presenta en su parte inferior, mientras que su parte superior se encaja en el cuadro. El rodamiento se encuentra alojado entre ambas partes.

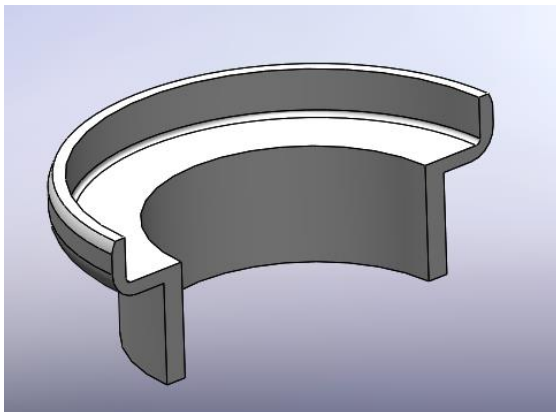


Figura 72. Cazoleta inferior, parte de arriba

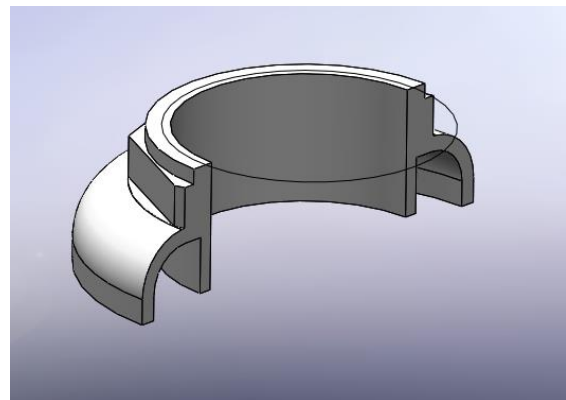


Figura 73. Cazoleta superior, parte de arriba

En el caso de la cazoleta superior, la parte inferior va encajada en el cuadro mientras que la parte superior se encuentra enroscada a la horquilla, esto es necesario para mantenerla fija evitando que se desplace y así de paso fijar la horquilla al cuadro.

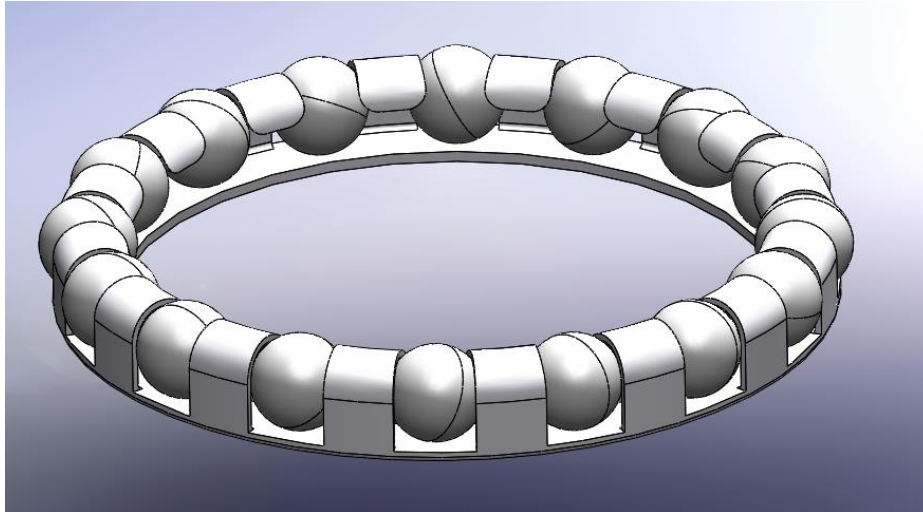


Figura 74. Rodamiento de la dirección

El rodamiento es una pista con brazos que sujetan un número de bolas, al ir engrasado en su totalidad permite a las bolas girar ya que el rozamiento con los brazos es mínimo.

Todos los elementos, los rodamientos, las cazoletas y también la tuerca y el retén, se suelen vender conjuntamente. En la página



Figura 75. Conjunto de piezas de la dirección

### 8.3.5 EMPUÑADURAS

Las empuñaduras son un elemento importante con diversos diseños, su función principal es proporcionar un agarre firme y una amortiguación sobre las manos, de manera que estas no absorban todas las vibraciones que transmite la horquilla.

Estas deben ser de un material rugoso, al que se le pueden hacer dibujos para aumentar el agarre, y blando, para absorber vibraciones.

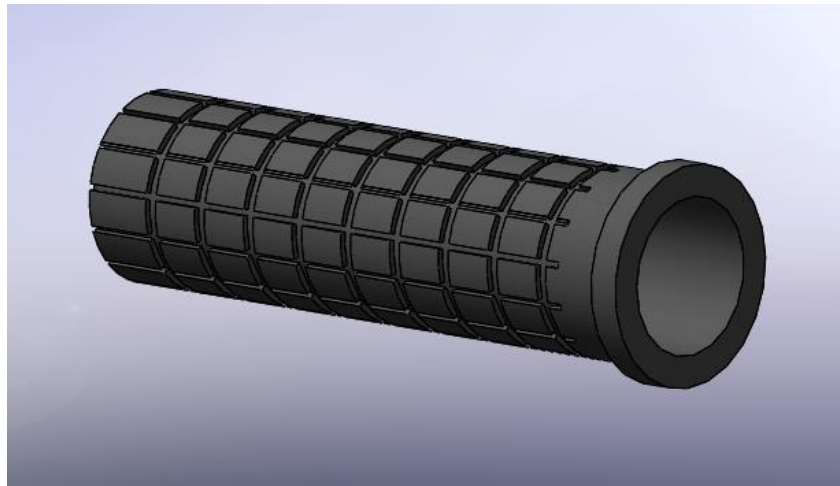


Figura 76. Empuñadura

El diseño del mango es muy básico, son unos pocos milímetros de grosor, para no aumentar mucho el perímetro de sujeción y un dibujo simple. Las empuñaduras elegidas son las FX 130 de la marca SUN, y están fabricadas de goma. Como toda la dirección, se han elegido de catálogo de la página Santa Fixie.

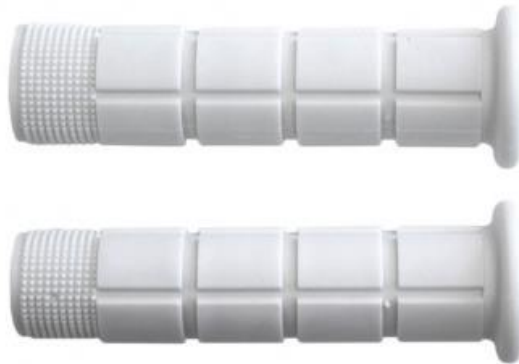


Figura 77. Empuñaduras SUN FX 130

## 8.4 SILLÍN

El sillín es una pieza clave para la comodidad del ciclista, dependiendo de la altura forma y dureza puede influir importantemente en la conducción del ciclista. Este elemento en realidad está formado por un conjunto de piezas menores.

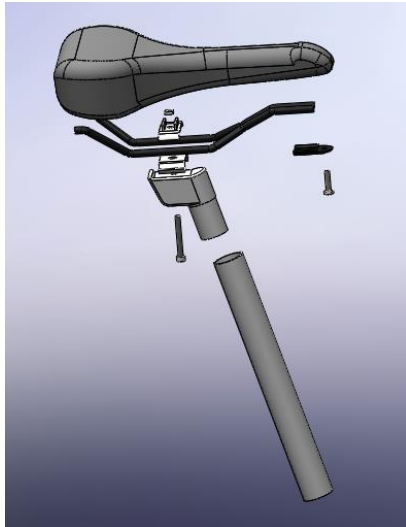


Figura 78. Explosionado del montaje del sillín

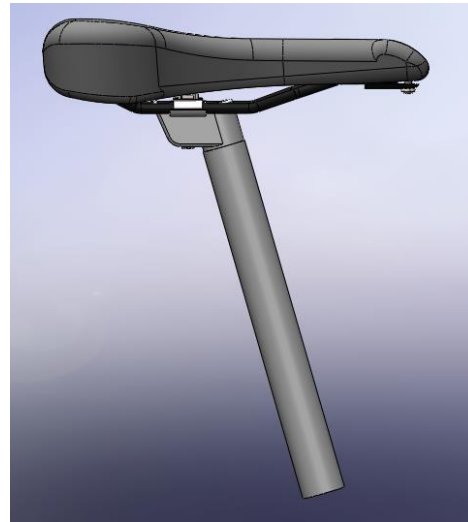


Figura 79. Sillín

Como se trata de un conjunto que debe soportar el peso del ciclista, así como posibles sacudidas de este, debe ser un montaje robusto que no se deforme o desplace por el uso ya que implicaría incomodidad en el ciclista. Por estas razones la mayoría de sus piezas se fabrican de acero.

### 8.4.1 TIJA

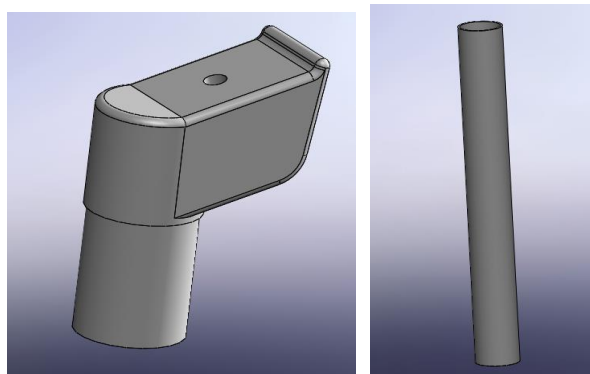


Figura 80. Cabeza y cuerpo de la tija

La tija está conformada por la unión de estos dos elementos, la cabeza y el cuerpo. La cabeza se embute en la tija con un apriete tal que no sea posible sacarla con la propia fuerza de las manos.

La función de la cabeza es soportar el resto de piezas que forman el sillín y la del cuerpo es tener una largura suficiente para que el usuario pueda desplazar el sillín de manera que quede a la altura que le sea más cómoda.

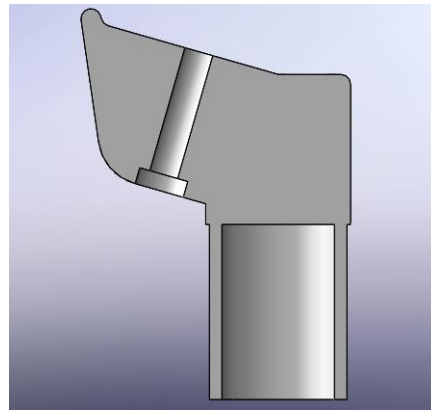


Figura 81. Corte de la cabeza de la tija

Para poder soportar las piezas sobre sí, la cabeza cuenta con un taladrado que permite pasar a un tornillo que aprieta todos los elementos contra ella.

La cabeza de la tija se ha diseñado de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)** mientras que la tija, que cumple una función de seguridad debe ser más resistente y se ha elegido **Acero 1.2083 (X42Cr13)** para hacer los ensayos, después, se ha elegido un acero al boro que tiene propiedades mecánicas muy similares, como el mismo límite elástico, pero que es más fácil de mecanizar antes de ser templado.

## 8.4.2 SOPORTES

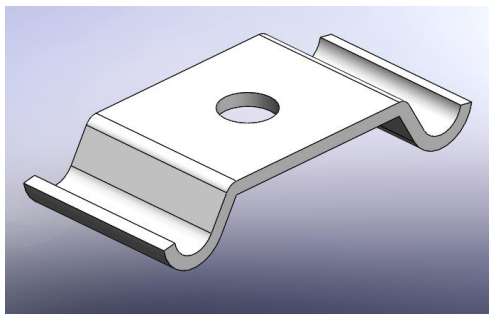


Figura 82. Soporte inferior del sillín

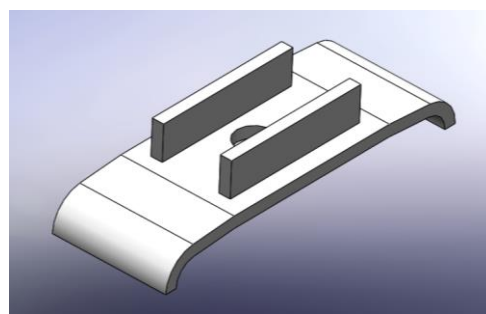


Figura 83. Soporte superior del sillín

Los soportes cumplen la función de sujetar las barras que se introducen en el asiento y lo fijan. Para mantenerse fijos, el soporte inferior se ajusta a la cabeza de la tija y además es apretado contra esta por el conjunto, y el soporte superior se ajusta a las barras y es apretado. La manera de apretar estos elementos es mediante un tornillo DIN912 M5x40 y es apretado con una tuerca cuadrada DIN562 M5 y para evitar que la tuerca se desenrosque, el soporte superior cuenta con esas pletinas que se separan menos que la diagonal de la tuerca.



### 8.4.3 BARRAS



Figura 84. Barras del sillín

Hechas de acero, lo suficientemente gruesas y resistentes para soportar el peso del ciclista además de ser endurecidas por acritud en sus curvas.

Son dos barras simétricas, con 5 curvas que describen una geometría que encaja con el sillín y los soportes. En la parte inferior tienen la parte más larga para poder ajustar el asiento hacia adelante o hacia atrás unos pocos centímetros. En la parte trasera se elevan y ensanchan para encajar y abarcar la parte ancha del asiento y en la parte delantera se elevan y estrechan para encajar en la parte estrecha del asiento.

Para colocarse las barras se introducen en dos agujeros que tiene el sillín en la parte trasera y se fijan al asiento mediante una placa y un tornillo en la parte delantera.

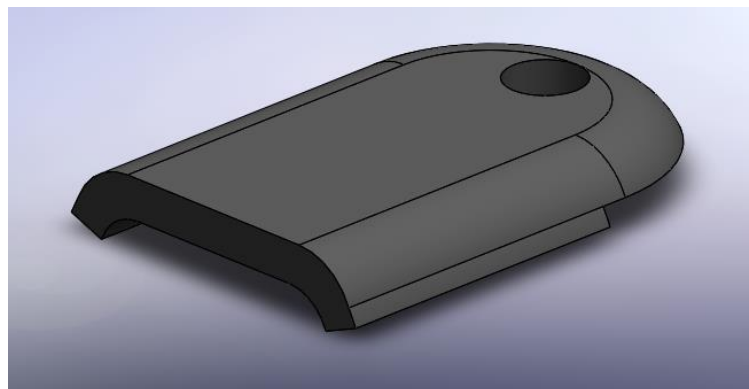


Figura 85. Placa de sujeción de las barras

La placa, sujeta las barras y las mantiene alineadas, para fijarlas al asiento un tornillo atraviesa el orificio y se atornilla a un agujero roscado en el asiento.

## 8.4.4 ASIENTO

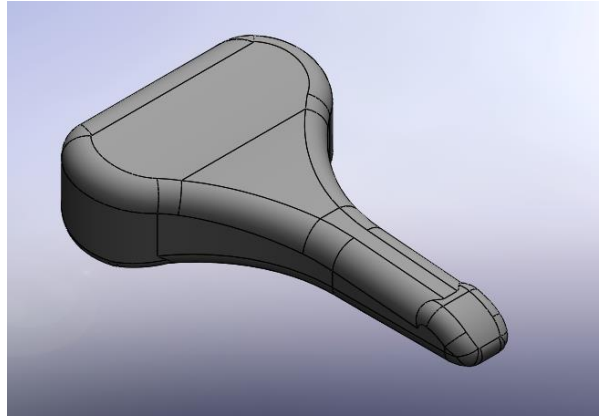


Figura 86. Asiento del sillín

La forma del asiento está pensada para poder apoyar el culo, pero dejando la posibilidad de mover las piernas, por ello en su parte central se extiende un cuerpo estrecho que se sitúa en la entrepierna, esto ayuda al ciclista a mantenerse estable sobre el asiento.

La parte inferior del asiento se fabrica de un material duro donde se coloquen las barras, puede ser un plástico como PVC rígido, y la parte superior se fabrica de diferentes materiales, los hay más y menos acolchados dependiendo de tipo de bicicleta y el gusto del ciclista, en este caso, ya que se trata de una bicicleta urbana, prima la comodidad por lo que un asiento acolchado es la mejor opción. Se ha elegido espuma de poliuretano para el asiento.



Figura 87. Asiento Origin8 Sport Uno-S

El asiento elegido es el Sport Uno-S de la marca Origin8, es un asiento hecho con espuma gel y las barras rail de acero. Entre los diferentes modelos que ofrece esta marca, se ha elegido este por tener una parte trasera más amplia que permite apoyar más superficie del trasero, y también se ha tenido en cuenta que su espuma es mayor y más mullida que otros modelos.

## 8.4.5 ABRAZADERA

Para poder sujetar el sillín al cuadro de la bicicleta, es necesaria esta pieza, la cual es un conjunto de elementos menores. Su mecánica es muy sencilla, un anillo atravesado por un pasador aprieta el tubo del cuadro aprisionando la tija. Para ejercer la presión adecuada, se enrosca el pasador con un tope hasta que queda colocado sin hacer presión, por el otro lado se coloca la manilla, la cual tiene el agujero excéntrico, de manera que al girarla se hace un efecto leva apretando el anillo.

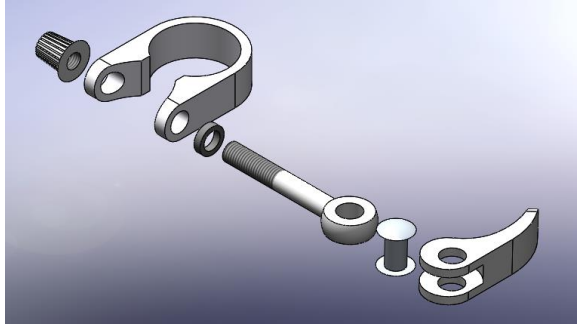


Figura 88. Explosionado del montaje de la abrazadera

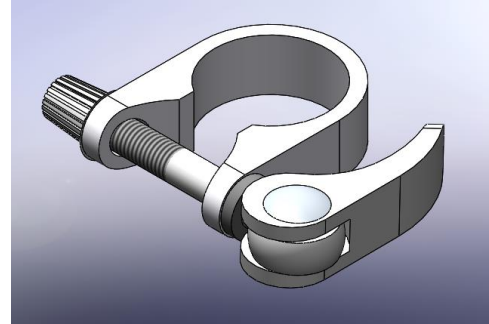


Figura 89. Abrazadera

El anillo está hecho de **aleación de aluminio 6061-T6** ya que permite su deformación más fácilmente que el acero y no es necesario que sea muy robusto.

El pasador, el tope roscado, y la manilla son de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)**.

La goma que separa la cabeza del pasador del anillo para proteger el anillo es de **silicona** y un remache une el pasador con la manilla.

## 9. ELEMENTOS NO COMERCIALES

En este punto se encuentran todos los elementos que se han modificado respecto a una bicicleta usual para conseguir el candado. Se trata de los elementos que no se pueden encontrar en el mercado y que pertenecen al diseño de este trabajo.

### 9.1 CUADRO

El cuadro, formado por dos triángulos, es un conjunto de tubos donde se encajan todos los elementos mencionados hasta ahora. Debe ser rígido, duro y resistente, por ello se fabrican de diferentes materiales altamente resistentes. Al principio se empleaba acero, pero era muy pesado y se desarrollaron aleaciones de aluminio como la 6061-T6 y la 7075 que son muy utilizadas hoy en día, para campos de alta competición se usan titanio y fibra de carbono.

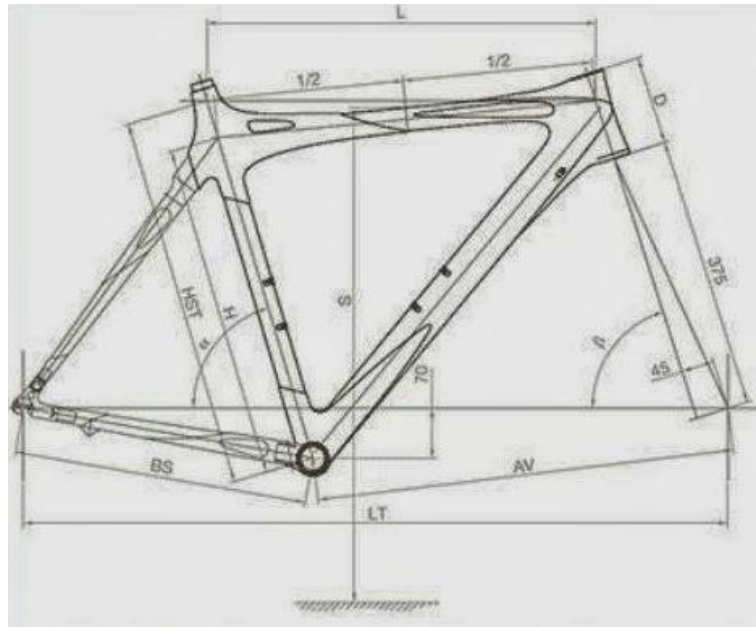
Su forma puede variar bastante dependiendo del uso al que esté destinado, pero siempre se intenta respetar los dos triángulos ya que es la estructura más rígida y resistente.

La primera parte antes de diseñar un cuadro, es partir de uno original, desde unas medidas estándares para hacerse una idea de la posición de los diferentes elementos que componen la bicicleta, así como de las tallas del cuadro.

Altura	Altura del cuadro para bicicleta de carretera	Altura del cuadro para bicicleta de triatlón
155 - 165 cm	48 - 51 cm	46 - 48 cm
165 - 170 cm	51 - 53 cm	48 - 50 cm
170 - 175 cm	53 - 55 cm	50 - 52 cm
175 - 180 cm	55 - 57 cm	52 - 55 cm
180 - 185 cm	57 - 60 cm	55 - 56 cm
185 - 190 cm	60 - 62 cm	57 - 60 cm
190 - 195 cm	62 - 64 cm	60 - 62 cm
195 - 200 cm	64 - ? cm	62 - ? cm

Figura 90. Tabla de medidas para cuadro

Como se muestra en la tabla de la figura 90, la altura del cuadro de la bicicleta se puede elegir en relación a la altura del ciclista. Teniendo en cuenta que se está tomando una altura media entre 1,70 y 1,80 metros como en el caso de las bielas, se ha decidido elegir una altura de 1,75 metros. Esta altura abarca dos alturas de cuadros, y pensando en el sector femenino que no suele ser tan alto se decide elegir la menor de ambas alturas. **53-55 cm de altura del cuadro de bicicleta de carretera.**



SIZE	HST	H	L	D	BS	AV	LT	S	$\alpha$	$\beta$
48	480	430	510	102	405	575	970	720	73.7°	69.3°
51	510	460	535	122	405	575	970	750	73.5°	72.3°
54	540	490	550	152	408	585	983	780	73.2°	72.6°
57	570	520	570	182	408	600	998	810	73.2°	73.2°
60	600	550	590	212	408	615	1013	835	73.2°	73.7°

Figura 91. Medidas de cuadro (mm)

Una vez elegida la altura se observa en la tabla de la figura 91 las distintas medidas y se eligen las que corresponden a la altura elegida, en este caso la fila de medidas elegida es la central, tamaño 54 cm.

La bicicleta que se está diseñando no es de carretera, por lo que las medidas de la tabla son orientativas, el modelo a seguir es una bicicleta tipo fixie, que tiene unas medidas muy cercanas a las de carretera, por ello se han elegido estas medidas como orientación.

Al tener como modelo una bicicleta fixie, el cuadro tiene un diseño muy simplificado, de doble triángulo, lo que le supone una gran rigidez. Normalmente, el triángulo principal es más grueso y resistente, y los tubos que conforman la horquilla trasera, son más estrechos, puesto que se reparte la tensión.

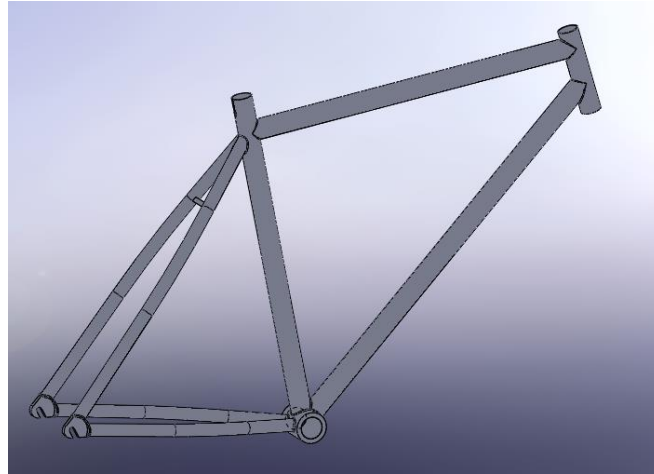


Figura 92. Cuadro básico

Se ha elegido **aleación de aluminio 6061-T6** para componer el cuadro ya que es uno de los metales más usados en la actualidad para este elemento y tiene grandes propiedades.

El candado en cuestión se forma mediante la conexión del sillín con la barra superior del cuadro. Para ello el sillín es sujetado por una pieza fijada al cuadro y acoplado a esta barra también fija al cuadro, de esta manera se obtiene un hueco en el centro del cuadro donde se encontrará el elemento al cual se candará la bicicleta.

Para lograr este candado, en el cuadro se han hecho modificaciones que aseguran la correcta colocación y funcionamiento del sistema, además de asegurar la propia funcionabilidad y resistencia del cuadro.

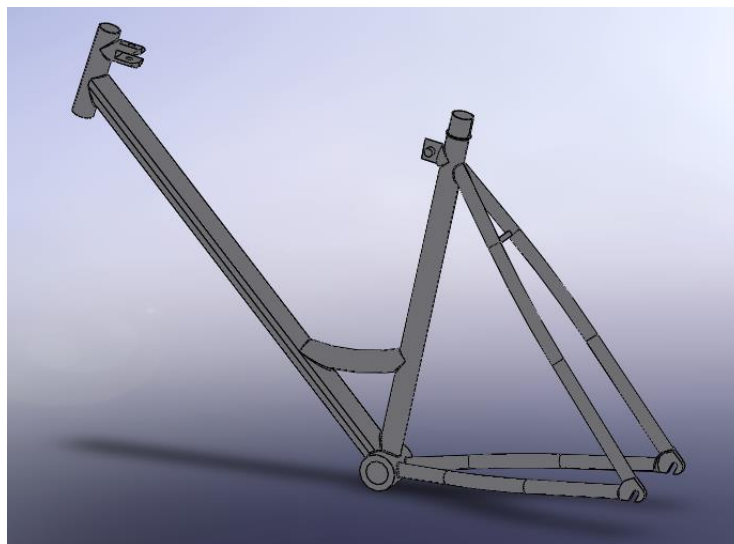


Figura 93. Cuadro modificado

La modificación más notable y significativa se encuentra en la barra superior del triángulo principal, pues ha sido eliminada y se han colocado un soporte que permite el giro en la parte del telescopio y un cierre en la barra de asiento que sujeta la barra candado mientras se circula con la bicicleta.

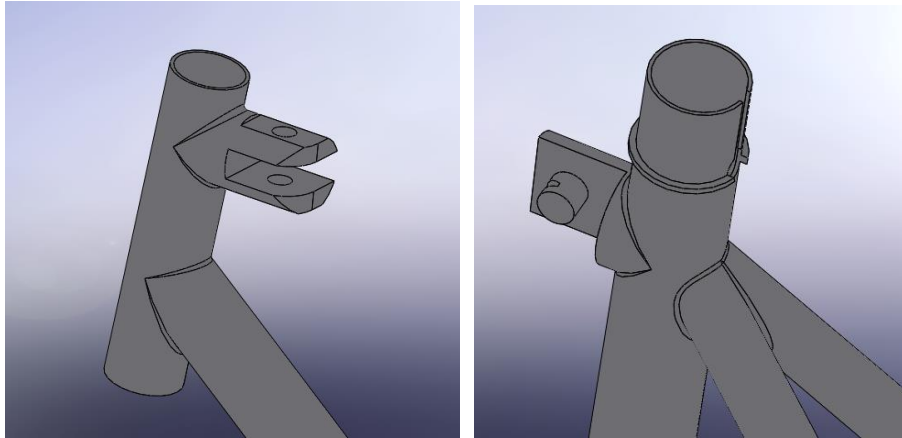


Figura 94. Soporte y cierre del cuadro

Para asegurarse de que el conjunto no se puede extraer, la sujeción del sillín no debe poder extraerse del cuadro, para ello se hacen unos puntos de soldadura, lo suficientemente gruesos para evitar la extracción de la sujeción del sillín. Una vez se coloca la sujeción del sillín.

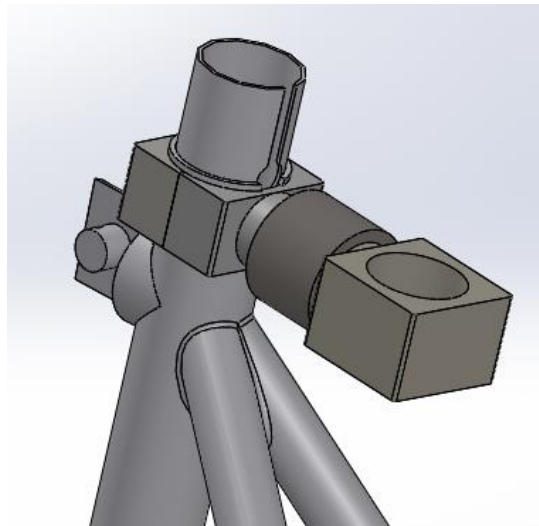


Figura 95. Sujeción del sillín instalada

El corte del tubo de asiento, apreciable en la figura 95, se debe a que la abrazadera aprieta el tubo para que este apriete a la tija, si el tubo fuese completo la abrazadera no tendría sentido y la tija se movería libremente. El corte se hace para permitir la deformación del tubo y con ello minimizar la sección y apretar la tija.

Por último, ya que se prescinde de la barra superior como elemento estructural del cuadro, se ha decidido aumentar la sección de la barra inferior para soportar mejor los esfuerzos y añadir una barra de refuerzo a la barra inferior para reducir la tensión que se acumula en el pedalier.



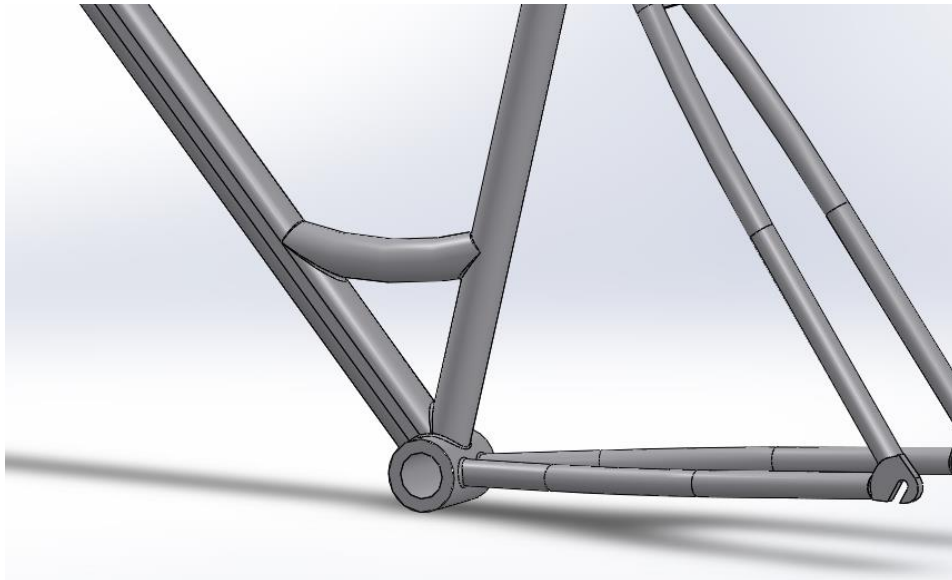


Figura 96. Barra de refuerzo

## 9.2 SILLÍN

El sillín presenta dos cambios respecto uno normal, el primero es el aumento de la longitud de la tija ya que servirá como barra de candado. Y el segundo, en el final de la tija, embutido con apriete de la misma manera que va la cabeza de la tija, se acopla el cabezal de cierre del candado.

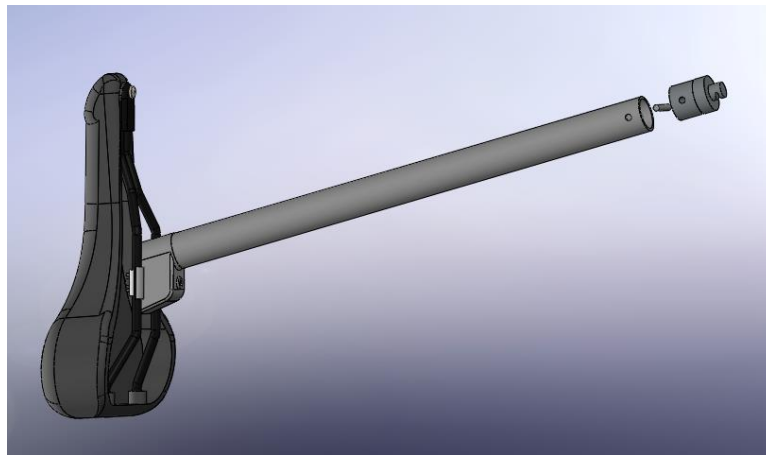


Figura 97. Sillín modificado

Para dotar de mayor rigidez y fiabilidad a la unión del cierre, un bulón atraviesa la tija y el cierre, y se fija a estos mediante apriete también.

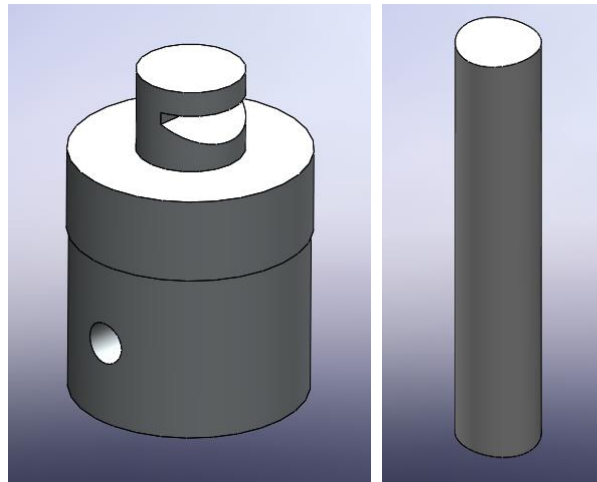


Figura 98. Cierre y bulón

Los aprietes se hacen siguiendo las recomendaciones de la norma **UNE-EN ISO 286-1**, de manera que **el cierre se embute en la tija con un apriete H7p6 y el bulón al cierre H6p6**, ambos cálculos se detallan en el **ANEXO XII**.

El cierre presenta la hendidura solo en un lado ya que si fuese radial, a pesar de permitir el candado en cualquier posición la sección que soportaría los esfuerzos sería muy pequeña. Al no ser un problema el girar el sillín hasta que se cierre, se ha creído mejor opción aumentar la sección teniendo así más seguridad en detrimento de su versatilidad.

El bulón y el cabezal también son de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)**, ya que debe ser un material rígido y resistente y se encuentra a la intemperie.

Además, el cuerpo de la tija se cambia por otro más largo y de otro material concretamente un acero al boro, que tiene grandes propiedades mecánicas una vez se temple y es fácil de mecanizar antes del templado. Podría valer un acero como el **SSAB Tunplat Domex® 034 BOR Water quenched Boron Steel**, se trata de un acero extraído de la página *"MATWEB"* que alcanza un límite elástico de 1.200 N/mm<sup>2</sup>.

## 9.3 SUJECCIÓN SILLÍN

Para poder cerrar el candado, el sillín debe acoplarse a una barra dispuesta en el cuadro, pero debe estar sujeto al mismo cuadro en otro punto. Es aquí donde entra en juego esta pieza.

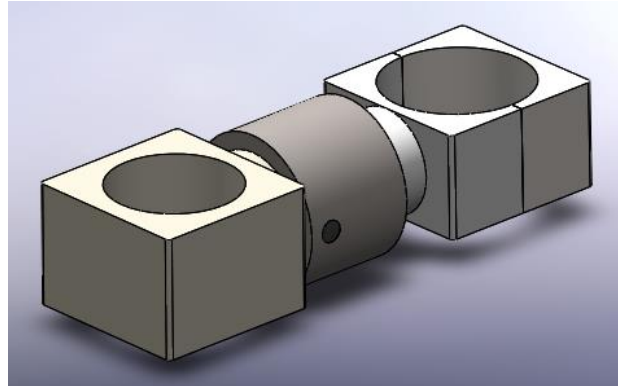


Figura 99. Sujeción sillín

La pieza en cuestión es un conjunto de elementos menores que permiten a esta agarrarse al cuadro y girar sobre el mismo, además el sillín, introducido por su otro anillo, puede rotar para encajar correctamente en la barra del cuadro. Esta pieza está dotada con la posibilidad de girar en dos de sus ejes.

Los elementos que componen la pieza son, de izquierda a derecha, los siguientes:

- Agarre de sillín
- Tuerca y contratuerca ISO 4036 M10
- Soporte de giro
- Bulón de apriete
- Casquillos de bronce A 12x14x4
- Agarre de cuadro
- Remache de cierre
- Tornillo ISO 7379 M10x10 (recortada su parte de rosca 4 mm)

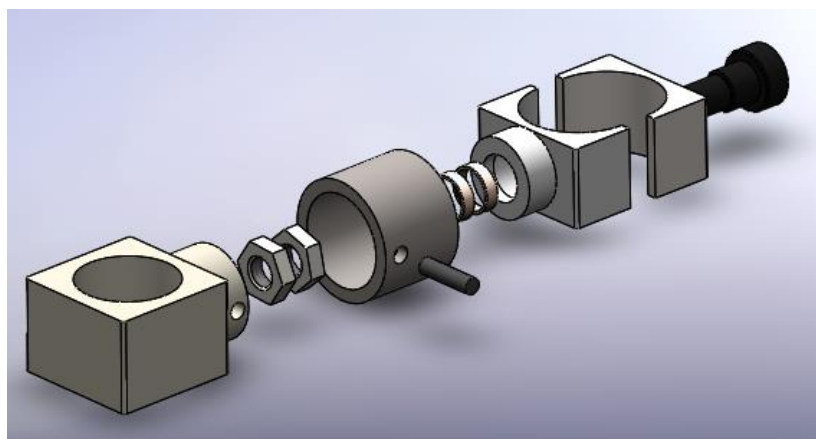


Figura 100. Explosionado del montaje de la sujeción de sillín

El agarre de cuadro permite al conjunto girar en el eje del tubo de asiento, este es el primer giro que permite el conjunto. El tornillo alojado en el agarre de cuadro e insertado en el soporte de giro hace la función de eje de giro del resto del conjunto. La tuerca y la contratuerca se colocan para evitar que el soporte de giro se salga. Este mecanismo se puede observar con mayor detalle en el corte de la figura 101.

El agarre de sillín además de sujetar el sillín, hace la función de tapón al introducirse en el soporte de giro, evitando así el acceso a las tuercas y en caso de desenroscarse la contratuerca, su completa extracción del tornillo.

El bulón une el agarre de sillín y el soporte de giro mediante apriete, pues es ligeramente mayor su diámetro que el hueco en el que se introduce. El apriete es H6p6 y se explica el cálculo en el **ANEXO XII**.

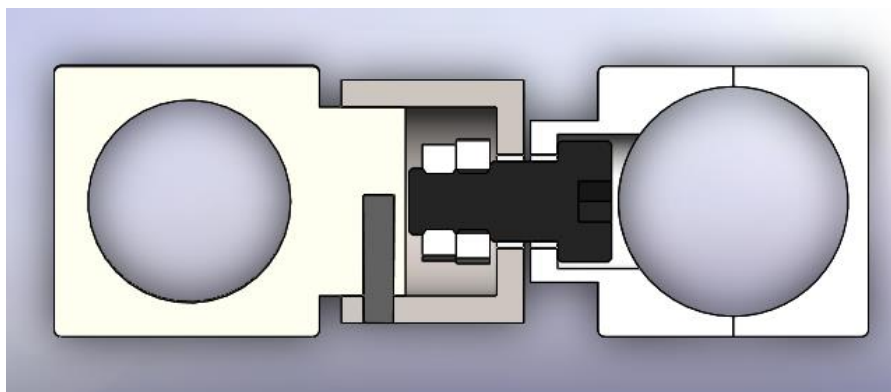


Figura 101. Corte de sujeción de sillín

Todas las piezas a excepción del tornillo, las tuercas y el remache son de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)**.

## 9.2.1 AGARRE DE CUADRO

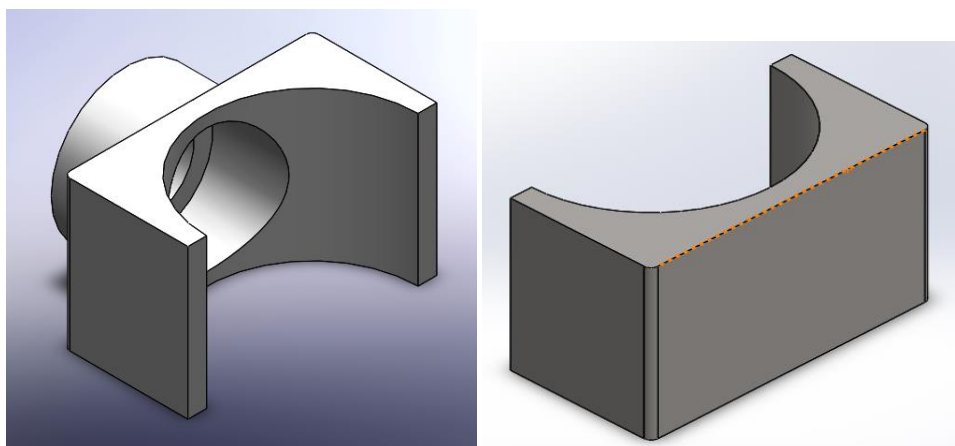
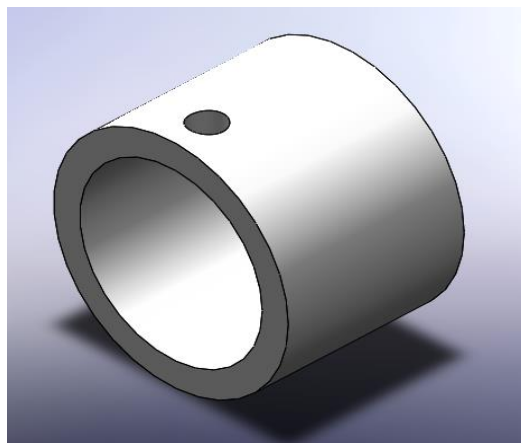


Figura 102. Agarre de cuadro

El agarre de cuadro es la pieza que permite el primer giro del conjunto, sin el cual sería imposible candar la bicicleta. Está fabricada en dos partes que luego se soldan para crear un anillo que se introduce en el cuadro.

Este elemento es la pieza angular del conjunto, ya que en él también se encuentra el segundo giro. Para ello, el pequeño tubo agujereado con tope es atravesado por un tornillo, y por el agujero pasa el cuerpo del tornillo, mientras que la cabeza se encuentra con el tope y queda alojada en el espacio del cilindro.

### 9.3.2 SOPORTE DE GIRO



*Figura 103. Soporte de giro*

El soporte de giro cumple la función de sujetar el resto del conjunto además de completar el segundo giro, es atravesado por el tornillo y para evitar que se salga se emplea el sistema de tuerca contratuerca que hacen tope en la pared interior.

El espacio en su interior es el justo para introducir parte del tornillo las dos tuercas y el agarre de sillín.

### 9.3.3 AGARRE DE SILLÍN

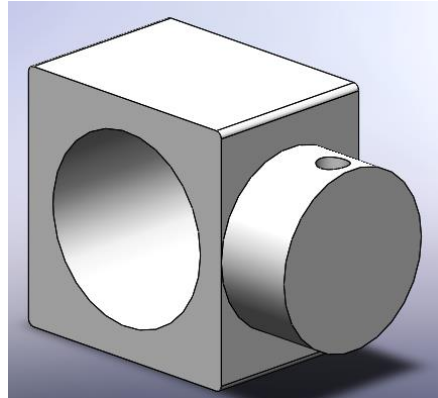


Figura 104. Agarre de sillín

La última pieza del conjunto cumple dos funciones, la primera es sujetar el sillín cuando es atravesado por el para candar la bicicleta, la segunda es hacer de tapón para evitar que la tuerca y la contratuerca se desatornillen y se salga el tornillo.

## 9.3 BARRA CANDADO

El tercer elemento de este candado es la barra superior del cuadro. Para formar el candado se ha eliminado del cuadro original y se ha acoplado un conjunto de piezas que permiten tres giros para poder acoplar el sillín a esta barra.

El primer giro se da en la unión de la barra con el cuadro, en este punto, el eje de giro lo forma un remache que une la barra a la estructura. Los otros dos giros se encuentran en el final de la barra, uno de los giros es necesario para orientar el agujero del cierre con la tija del sillín y el otro, debido a la excentricidad originada por la sujeción del sillín, se necesita para alinear el cierre del sillín y el agujero del cierre.

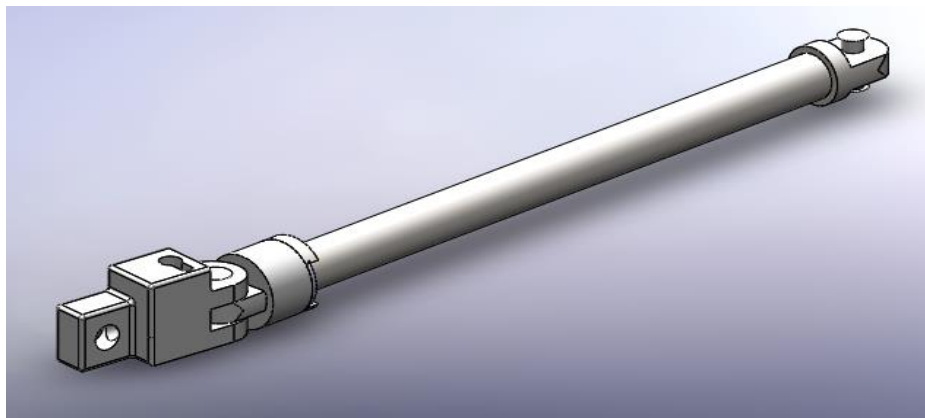


Figura 105. Barra candado

El conjunto está formado, de izquierda a derecha, por los siguientes elementos:

- Cerradura (donde se aloja el pestillo y el bombín)
- Eje
- Girador
- Tapa girador
- Tapón
- Barra
- Eje 2

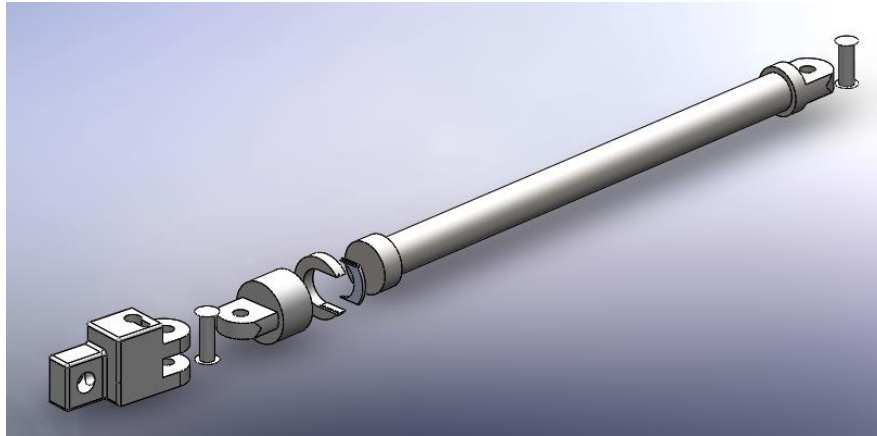


Figura 106. Explosionado del conjunto barra candado

Ya que se trata del candado, los elementos que lo componen deben ser resistentes, por ello todos están hechos de **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)**, excepto la barra que es de **Acero 1.2842 (90MnCrV8)**. Para asegurar que la barra no puede ser extraída del girador, se suelda la tapa al girador, y por la forma de la cabeza de la barra, se asegura que esta no se saldrá.

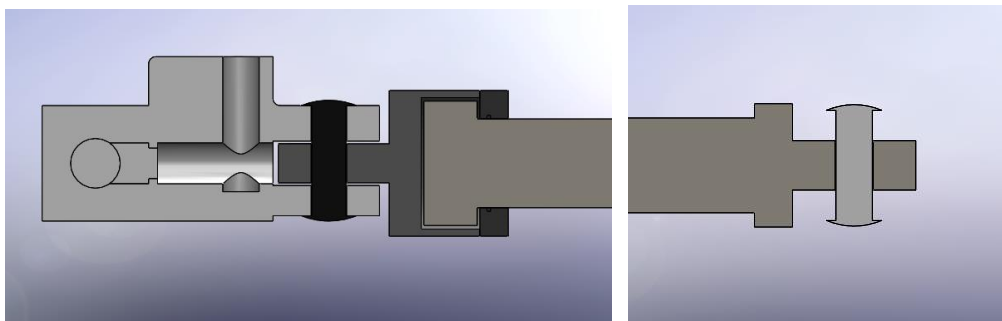


Figura 107. Sección del montaje de la barra candado

En la figura 107 se observa la sección de los diferentes elementos que forman la barra candado, se han coloreado de distintos colores para favorecer su distinción, y la barra ha sido cortada para observar en mayor detalle los elementos de giro y cierre.

La cabeza de la barra tiene un pequeño margen en el interior del girador, permitiendo un ligero movimiento axial y el giro.



### 9.3.1 BARRA

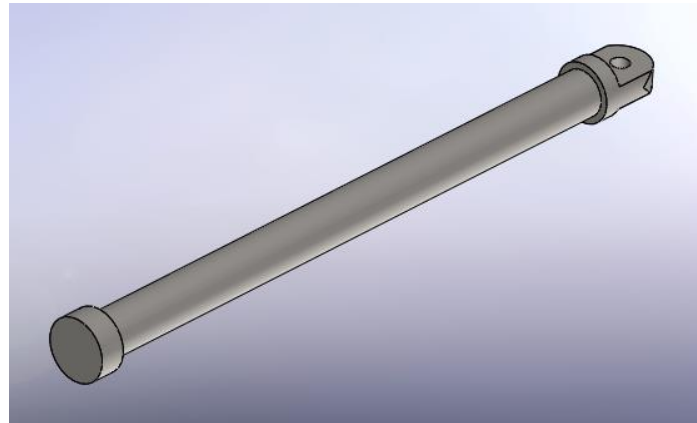


Figura 108. Barra

La barra cumple parte de la función del candado, y forma parte de dos de los tres giros del conjunto, en su base, se encuentra el primer giro. Esta base se encuentra remachada al saliente del telescopio.

El segundo giro se encuentra en la cabeza, y el cambio de sección se debe a que necesita este cambio para poder tener un tope en el conjunto que evite la extracción del conjunto.

Además, al ser una pieza compacta, no tubular, se ha reducido su sección para aligerar la pieza.

### 9.3.2 GIRADOR

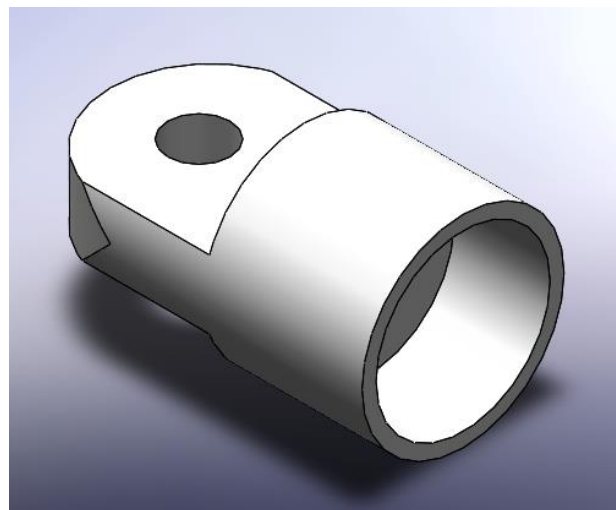


Figura 109. Girador

Para poder alinear el cierre y la cerradura, se debe incluir un giro, y esta función es cumplida por este elemento, para ello, en su interior se introduce la cabeza de la barra y para evitar que se extraiga, se coloca una tapa, la cual se suelda al girador.

En la otra parte del girador, se encuentra un saliente agujereado que se introduce en el cierre y es remachado a este. Así el cierre puede realizar un último giro para cerrar correctamente el candado.

### 9.3.3 TAPA Y TAPÓN DEL GIRADOR

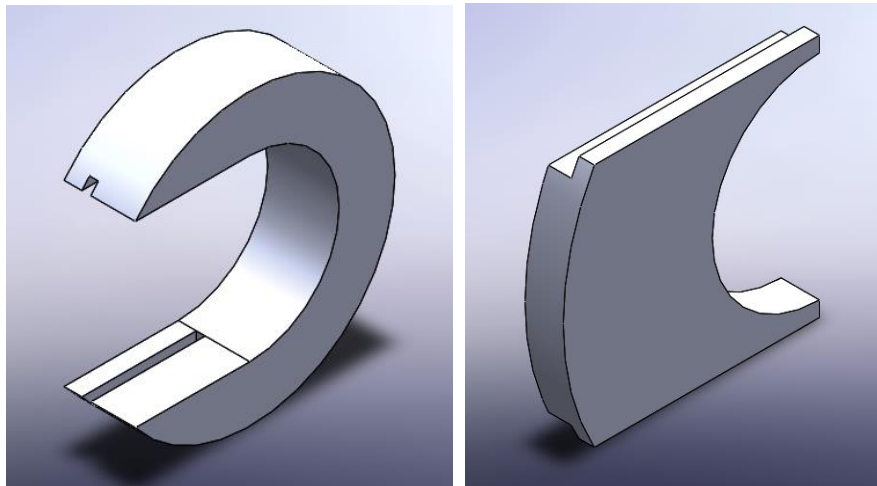


Figura 110. Tapa y Tapón del girador

La tapa tiene forma de U para que la barra pueda situarse en el centro. La función principal de la tapa es que no se puedan separar el girador de la barra, por ello, una vez colocada es soldada al girador.

La función del tapón es tapar el hueco que queda en la tapa una vez se acopla la barra, para evitar la entrada de algún elemento que pueda empeorar el giro de las piezas. Este tapón es extraíble y es de **silicona**.

### 9.3.4 CERRADURA

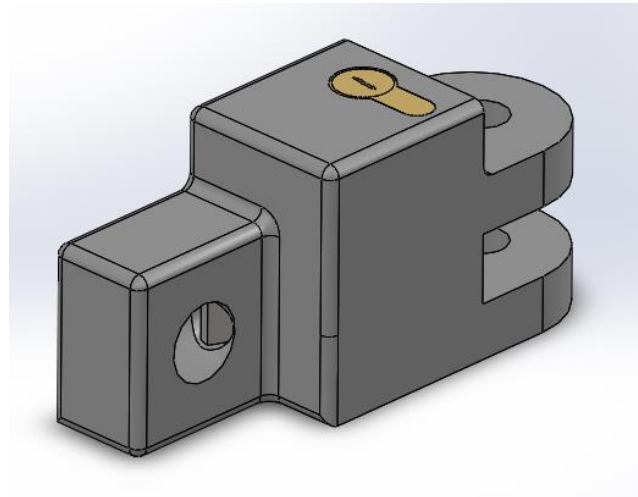


Figura 111. Cerradura

La cerradura cuenta con tres partes claramente diferenciadas. La primera parte es donde encaja el girador, y se realiza el último giro del conjunto. La segunda es donde se encuentra el bombín y el sistema de pestillo, en el interior. Y por último, el cuerpo donde se encuentra el agujero en el cual se introduce el cierre alojado en el sillín.

El sistema del pestillo es muy sencillo, inspirado en candados como el “Jumbo” de la marca “FORTE”.



Figura 112. Candados Jumbo de la marca Forte

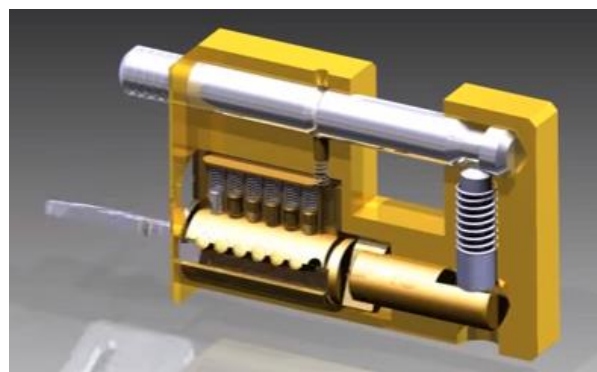


Figura 113. Imagen del interior del candado Jumbo, extraída de un video de Youtube

Una vez introducida la llave, un cilindro solidario al bombín, recortado por el extremo como se muestra en la figura 114 gira. Este recorte, al girar el cilindro permite u cambio de recorrido del pestillo, por lo que el muelle hace retroceder al pestillo por este nuevo recorrido, desbloqueando la barra con la hendidura. Por el contrario, cuando se gira el cilindro, se acorta el recorrido, empujando el pestillo e introduciéndolo en la hendidura de la barra.

Para el cierre de la cerradura se sigue el mismo sistema, con la diferencia de que la barra, en el caso diseñado el cierre de la tija, la orientación es diferente, pero el mecanismo es el mismo.

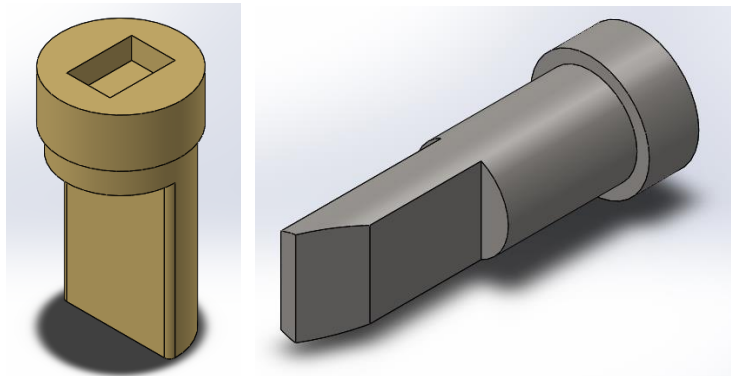


Figura 114. Percutor (izquierda) y pestillo (derecha)

Para poder realizar este sistema de candado, se necesita un pestillo que encaje en la ranura del cierre y se introduzca en la guía de la cerradura. El pestillo es movido hacia adelante y hacia atrás por el percutor. El percutor se introduce perpendicular al pestillo y el rebanado que tiene en su cilindro al girar fuerza al pestillo a desplazarse. Para hacer girar el percutor, este se encaja en un saliente del bombín, de manera que cuando gira el bombín, lo hace el percutor.

**El bombín y el percutor se fabrican de latón**, ya que no deben resistir grandes esfuerzos si no pequeños giros para activar el mecanismo. Por otro lado, el **pestillo** debe aguantar una fuerza de cortadura, por lo que debe fabricarse de un material más resistente, por ello se ha elegido el mismo acero al boro del que se compone la tija, que tiene un límite elástico muy elevado,  $1.200 \text{ N/mm}^2$ .

Cuando el percutor gira dejando espacio para que el pestillo retroceda, un muelle insertado en la cavidad del hueco entre el pestillo y el agujero de la cerradura es el encargado de empujarlo para que retroceda.

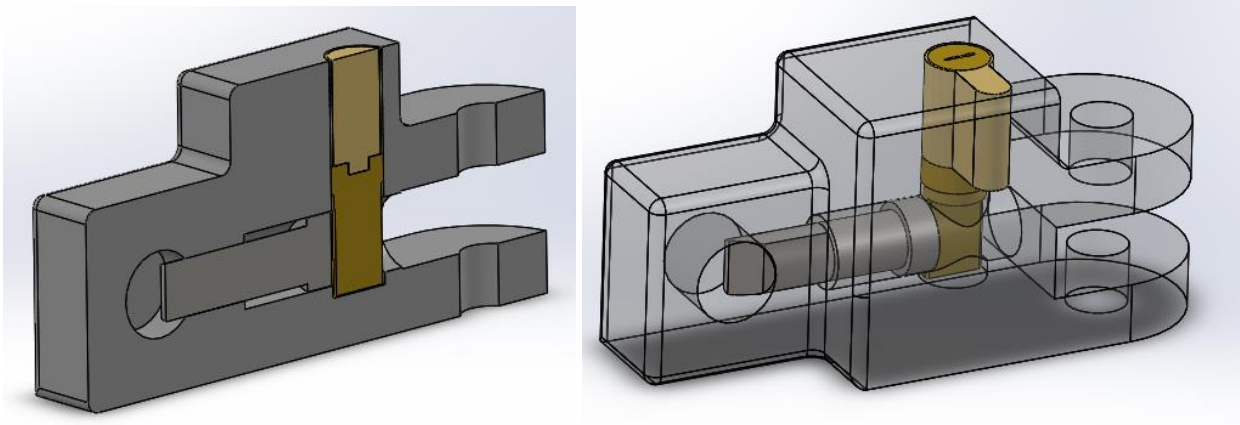


Figura 115. Cerradura con pestillo fuera

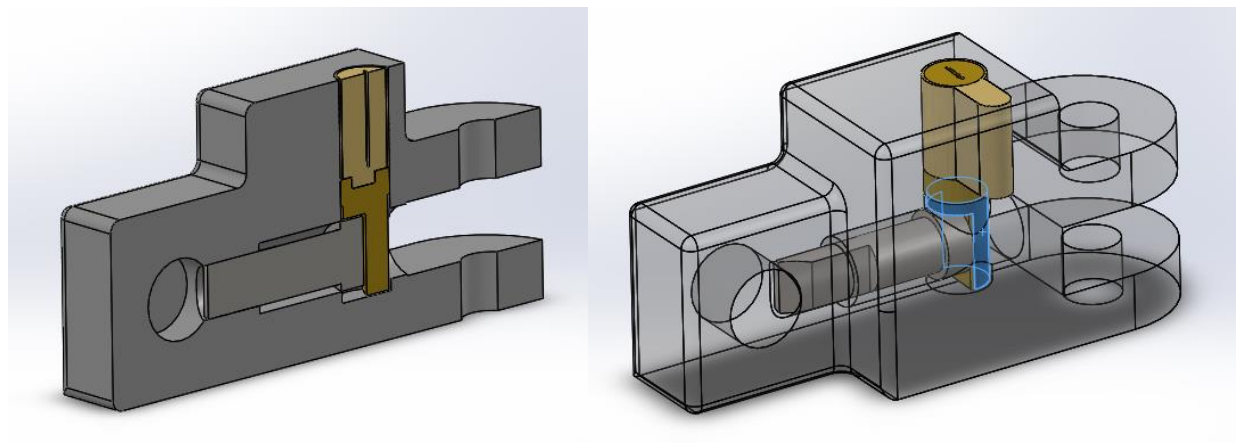


Figura 116. Cerradura con pestillo recogido

## 10. MONTAJE FINAL

Una vez diseñadas todas las piezas queda realizar el montaje de la bicicleta, de manera que todos los elementos vistos hasta el momento encajan dejando la bicicleta con el siguiente aspecto, similar al de la figura 7, la bicicleta fixie.



*Figura 117. Bicicleta diseñada*

No se aprecia la cadena en la figura 117 puesto que no ha sido representada ya que el ensamblaje total de la cadena era muy costoso y repetitivo, y el ordenador hubiera tenido problemas para ejecutar tantos elementos.

Se puede observar que la barra candado se coloca como si fuese la barra superior del triángulo principal del cuadro, fijada mediante el cierre de la barra y el cuadro en la parte cercana al sillín y un eje remachado en la parte cercana a la dirección. Inmediatamente debajo de la abrazadera del sillín, se coloca la sujeción del mismo para su uso como candado.

## 11. CANDADO

Como se ha ido desarrollando, la bicicleta cuenta con distintas modificaciones que permiten a la propia estructura colocarse como un candado. Para ello, lo que se debe hacer es extraer el sillín, introducirlo en la sujeción y encajar el cierre del sillín en la cerradura que se encuentra en el extremo de la barra candado.

La barra candado se puede desplazar horizontalmente, su giro lo determina el eje remachado a la estructura, pero para poder candar el conjunto la cerradura tiene dos giros más que le dan cierta libertad de movimiento al conjunto.



*Figura 118. Candado*

En la figura 118 se representa la posición de candado con la mayor apertura posible. Para poder candar el sillín debe encontrarse con su parte gruesa hacia atrás, como se representa en la figura 119, 120 y 121, esto es debido a que para otorgar mayor rigidez y resistencia al cierre se ha realizado una hendidura profunda en un lateral en vez de hacerla radial, se puede observar en la figura 90.



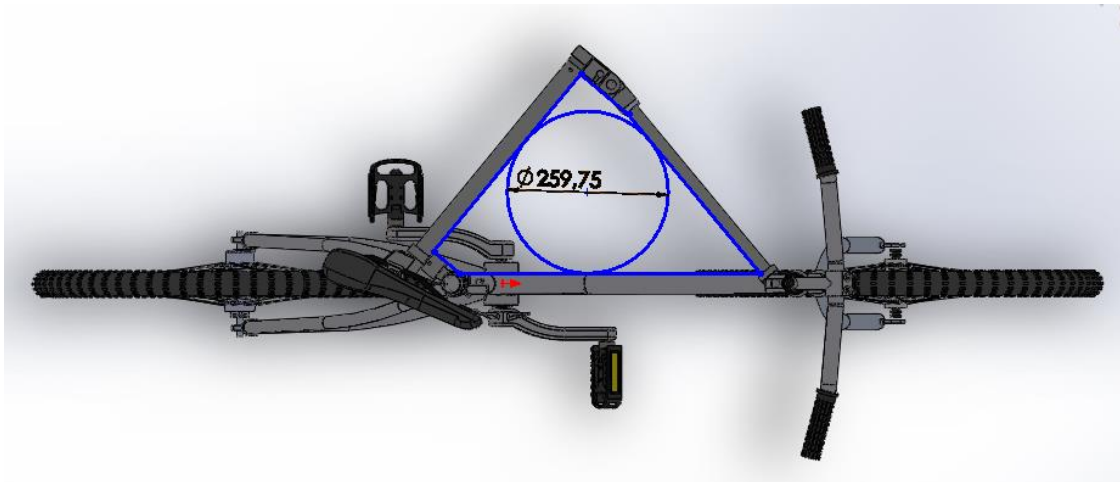


Figura 119. Máxima apertura de candado

Como se ha comentado en el párrafo anterior, la máxima apertura se encuentra colocando el sillín por detrás del tubo de asiento. De esta manera se consigue un círculo intrínseco en la estructura vista en planta que cuenta con un diámetro de **259,75 mm**, aproximadamente 260 mm, por lo que la cantidad de objetos a los que se puede candar la estructura es extensa y dependiendo de la geometría del objeto, el candado tiene la posibilidad de modificar su posición gracias a todos los giros proporcionados por los diferentes elementos y a que la tija se puede desplazar axialmente.

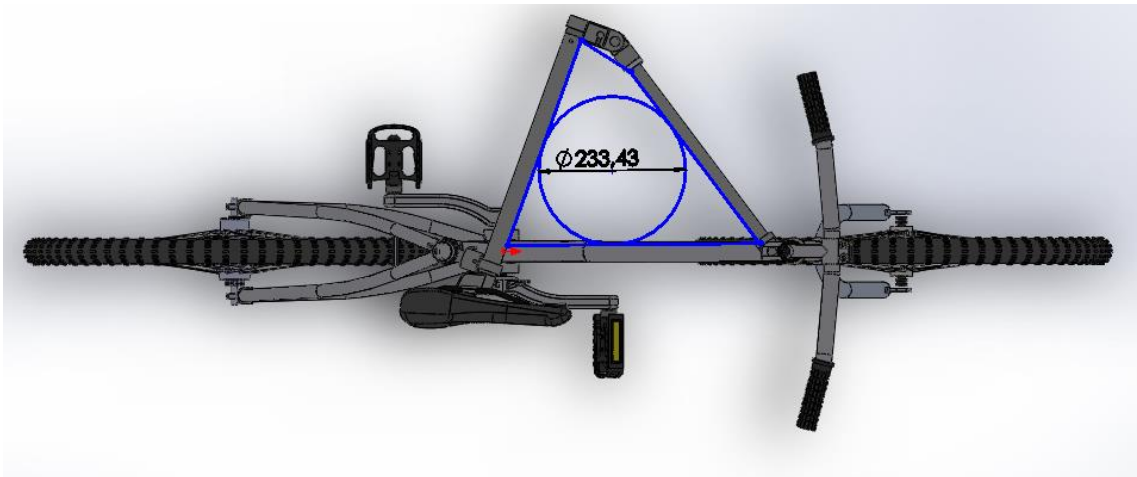


Figura 120. Otra posición de candado

Situando el sillín por delante del tubo central, el círculo que se crea es menor, **233,43 mm** pero la geometría cambia, pudiendo ser una opción de candado a ciertos objetos.

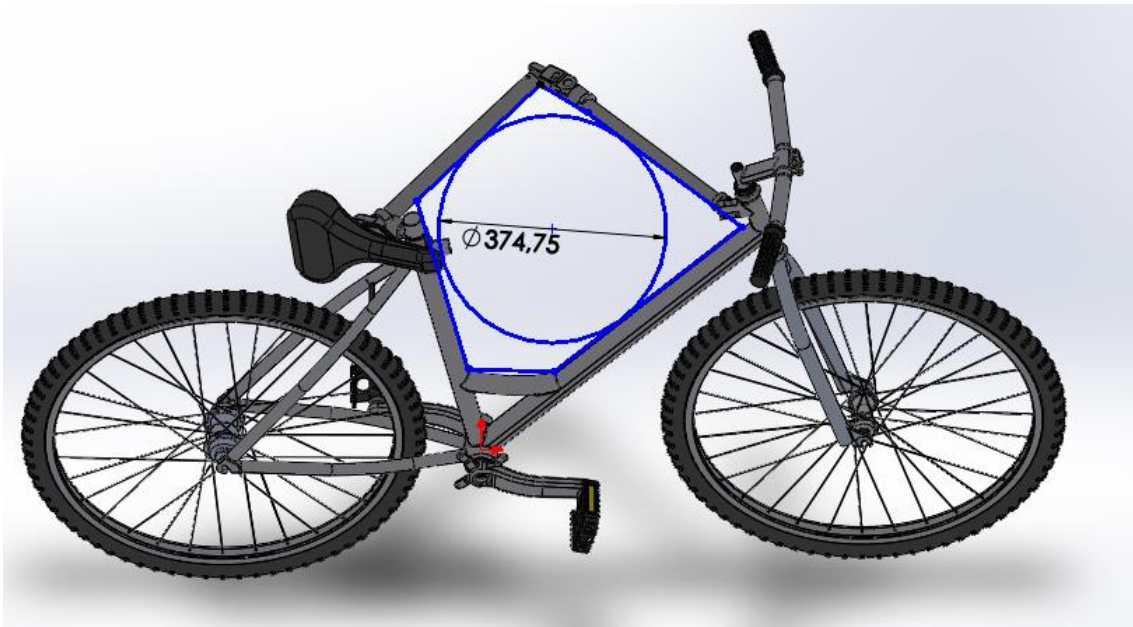


Figura 121. Máxima apertura de candado desde plano inclinado

Antes se han representado las posibilidades del candado desde vista en planta, pero la estructura no forma el candado en un mismo plano ya que la barra inferior del triángulo principal no se encuentra en el mismo plano que describen la barra candado y el sillín. Por este motivo, se debe tener en cuenta que la máxima apertura del candado puede alojar objetos con un diámetro alrededor de **374,75 mm**, aproximadamente 375 mm esto se puede lograr inclinando la bicicleta a la hora de candarla. Aunque siempre es recomendable que la bicicleta se encuentre en pie, para minimizar el espacio ocupado y no estorbar.

## 12. ENSAYOS

Para realizar los ensayos, se han realizado diferentes pruebas en diferentes piezas del conjunto según indican las normas UNE. Las cuales en relación a las normas ISO 4210, regularizan la seguridad y funcionalidad de todas las partes que forman una bicicleta, ya sea de paseo, infantil, de montaña o de carretera, en España.

Obviamente no se siguen estrictamente las normas, ya que ciertas piezas han sido modificadas y otras que son comerciales, se supone que ya cumplen estas normas de seguridad.

Además, la norma está pensada de manera que los ensayos se realizan sobre piezas ya fabricadas, por lo que realizar el ensayo en el ordenador da información que no debe tomarse como totalmente válida y concluyente. Esto se debe a que varios ensayos se realizan hasta el punto de ruptura o con choques de otros objetos, ensayos que el programa no es capaz de ofrecer.

## 12.1 SILLÍN

Los ensayos sobre el sillín son de dos tipos, a fatiga y estáticos, lo que ha comprobado en este trabajo es la resistencia mediante los ensayos estáticos según indica la norma UNE-EN ISO 4210-9.

### 12.1.1 ENSAYO ESTÁTICO DE RESISTENCIA DE LA TIJA

Fuerzas en newtons

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para jóvenes adultos	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Fuerza, $F_4$	2 000	1 500	2 000	2 000

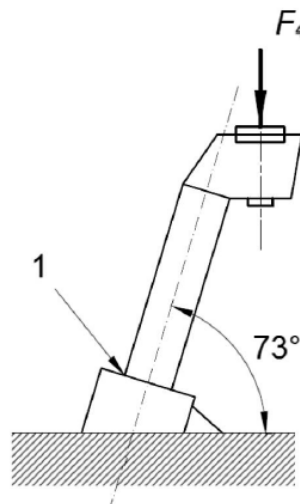


Figura 122. Ensayo de resistencia de la tija

Para probar este ensayo se ha introducido la tija una profundidad en la que la cabeza de la tija se encuentra a 56 mm de la sujeción según se indica en el apartado 4.16.2 de la norma UNE-EN ISO 4210-2 y se han aplicado **2000N** de fuerza sobre la cabeza de la tija.

Debido a que el cuerpo de la tija no soportaba ciertos ensayos, se ha decidido hacer ensayos con **Acero 1.2083 (X42Cr13)**. El cual tiene propiedades similares al acero **SSAB Tunplatt Domex® 034 BOR Water quenched Boron Steel**, se trata de un acero extraído de la página “*MATWEB*” que alcanza un límite elástico de 1.200 N/mm<sup>2</sup>

### TENSIÓN DE VON MISES

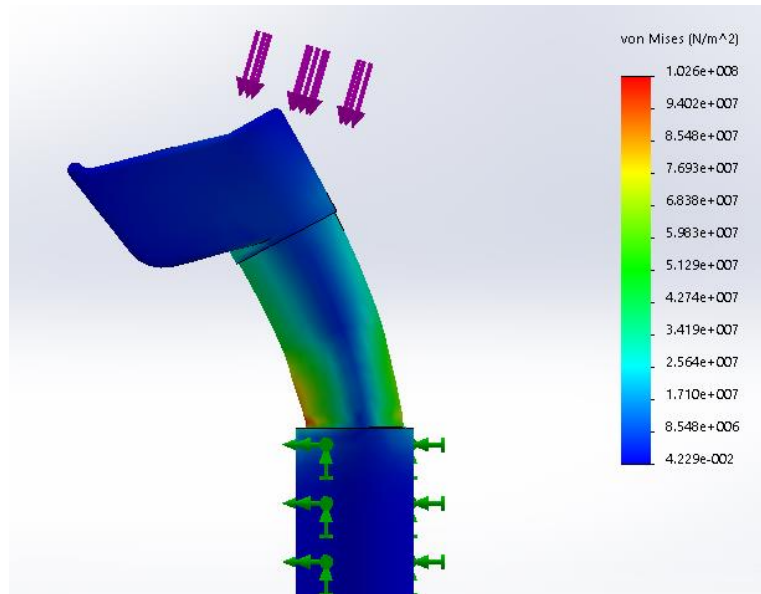


Figura 123. Tensión de Von Mises en el ensayo de resistencia de la tija

Las mayores tensiones registradas son de **102,6 N/mm<sup>2</sup>** lo que equivale a 102,6 N/mm<sup>2</sup> y teniendo en cuenta que el límite elástico del acero elegido es de 1.200 N/mm<sup>2</sup> se puede deducir que la pieza resiste con creces.

### DESPLAZAMIENTOS

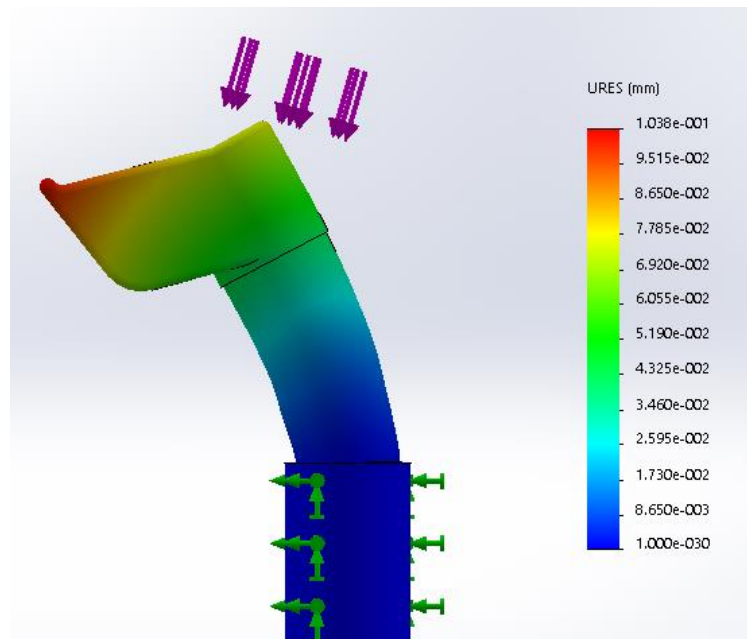


Figura 124. Desplazamiento en el ensayo de resistencia de la tija

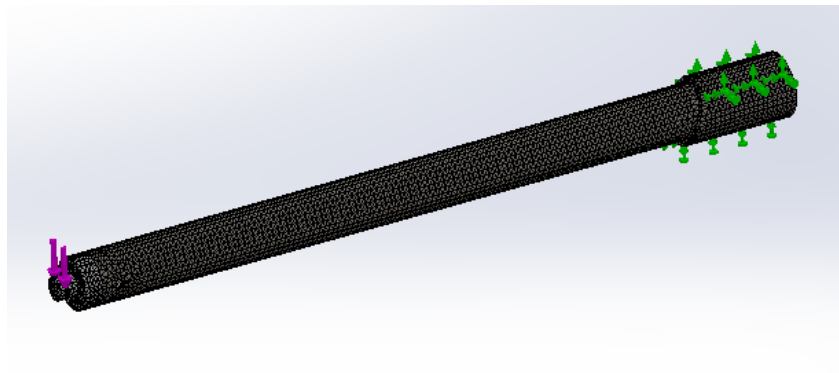
El máximo desplazamiento no llega al milímetro, concretamente **0,1038 mm**, por lo que se considera la pieza muy rígida, como debe ser.

### **FACTOR DE SEGURIDAD**

Se ha considerado innecesario mostrar el factor de seguridad ya que toda la pieza superaba el valor de 6.

## 12.1.2 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN DE LA TIJA

El objetivo de este ensayo es comprobar si la tija resiste una gran fuerza ejercida en su extremo, de manera que el candado sea rígido y resistente. Para ello se ha fijado el extremo en el que iría el asiento y se ha ejercido fuerza sobre el cierre como si se ejerciese sobre la cerradura. Esta fijación no es del todo realista y no debería tomarse representativamente, pero los valores obtenidos sirven orientativamente y se dan por buenos.



*Figura 125. Ensayo estático de flexión de la tija*

Como se ha indicado en el apartado anterior, el material principal era **Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)**, con el que se han realizado dos ensayos, uno con 1.000N el cual la tija soportaba y otro con 2.000N, donde la tija no aguantaba. Por este motivo se ha decidido cambiar el material a un acero más resistente, **Acero 1.2083 (X42Cr13)**.

### TENSIÓN DE VON MISES

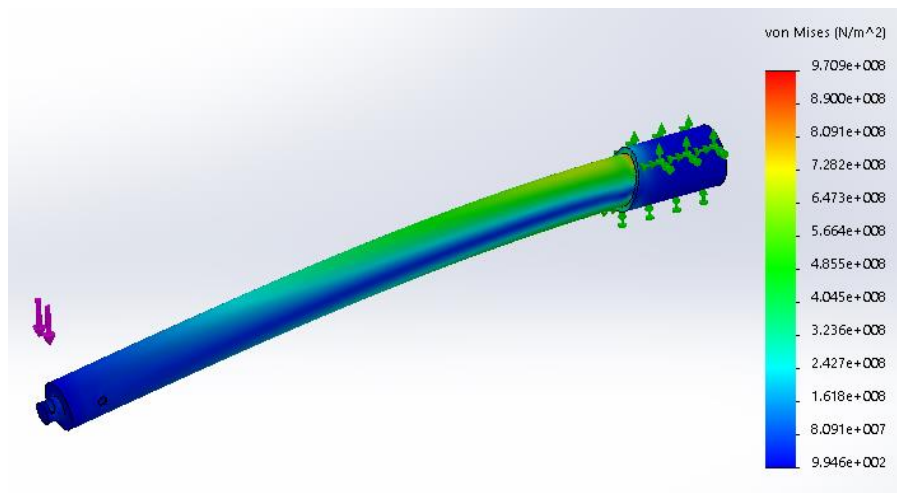


Figura 126. Tensión de Von Mises en ensayo de flexión de la tija

La mayor tensión se encuentra en el punto donde se fija la pieza, y alcanza un valor de **970,9 N/mm<sup>2</sup>** lo cual deja un margen hasta el límite de elasticidad de este acero que es 1.200 N/mm<sup>2</sup>

### DESPLAZAMIENTOS

El máximo desplazamiento se encuentra obviamente en el punto de aplicación de la fuerza, y tiene un valor de **11,34 mm**.

### FACTOR DE SEGURIDAD

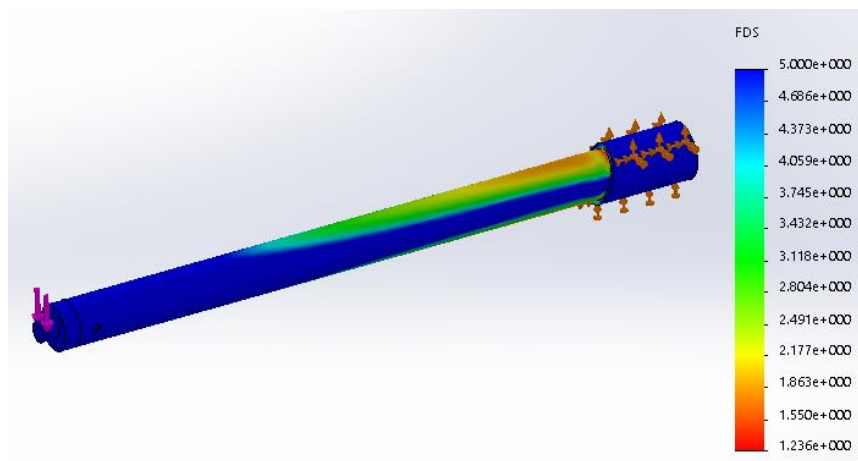


Figura 127. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la tija

Como era de esperar las mayores tensiones registran los menores factores de seguridad, y el menor factor se encuentra justo al final de la sujeción, con un valor de **1,236**, lo que indica que la tija aguanta sin romperse ni deformarse permanentemente.



### 12.1.3 ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CIERRE

Como parte esencial del candado, el cierre debe resistir lo suficiente para no romperse y mantener el candado cerrado, por ello se realiza este ensayo, para comprobar que su forma y dimensión le ofrecen la resistencia suficiente.

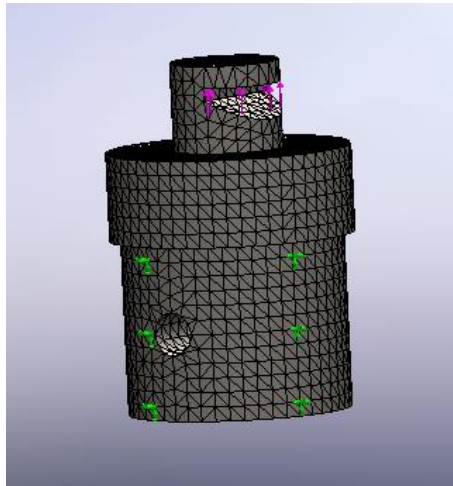


Figura 128. Ensayo de resistencia del cierre

Ya que el objetivo es comprobar la resistencia del cierre, se fija la parte que va embutida en la tija y se ejerce fuerza sobre una cara de la hendidura del cierre. Como en la mayoría de los ensayos que se van a ver, se ha probado ejerciendo una fuerza de 2.000 N

#### TENSIÓN DE VON MISES

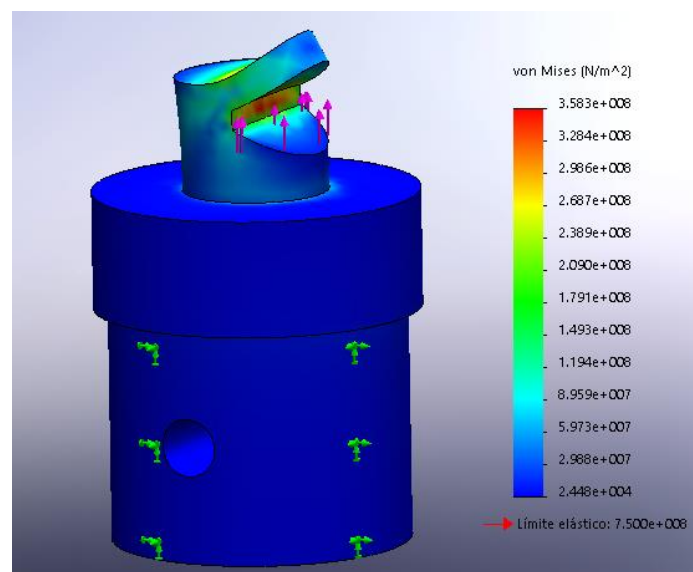


Figura 129. Tensión de Von Mises del ensayo de resistencia del cierre



Observando la escala, se puede comprobar que el límite elástico es algo menos del doble del máximo que sufre la pieza, que tiene un valor de **358,3 N/mm<sup>2</sup>**.

### DESPLAZAMIENTOS

El máximo desplazamiento es de tan solo **0,03262 mm** y tiene lugar en el borde de la aleta del cierre, al no ser un valor significativo se ha omitido la imagen.

### FACTOR DE SEGURIDAD

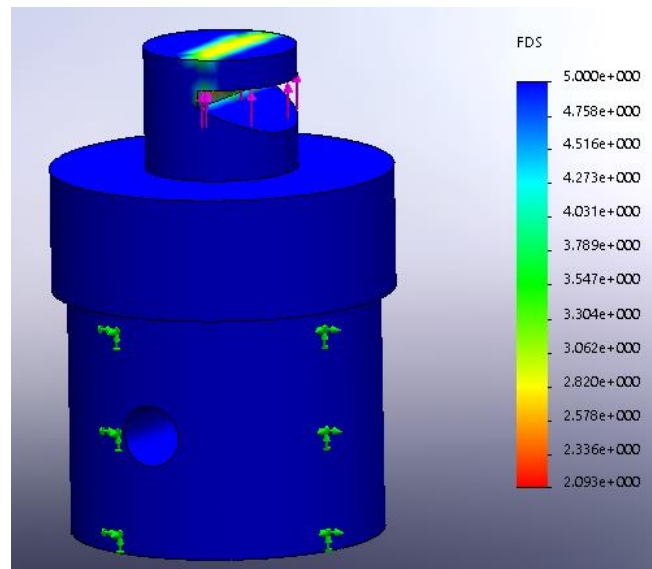


Figura 130. Factor de seguridad del ensayo de resistencia del cierre

Debido a la flexión que sufre la aleta, las tensiones se concentran en la unión al resto de la cabeza del cierre, por ello, es ahí donde se encuentran los menores factores de seguridad. El menor factor de seguridad alcanza un valor de **2,093** mientras que el resto de la pieza supera el valor 5.

## 12.1.4 ENSAYO DE IMPACTO DE LA TIJA

Ya que la tija forma parte del conjunto de candado, es posible que reciba golpes de gran intensidad para conseguir abrir el candado, por ello, simulando un impacto, se ha realizado un ensayo de caída de la tija con una altura de 10 metros.

### TENSIÓN DE VON MISES

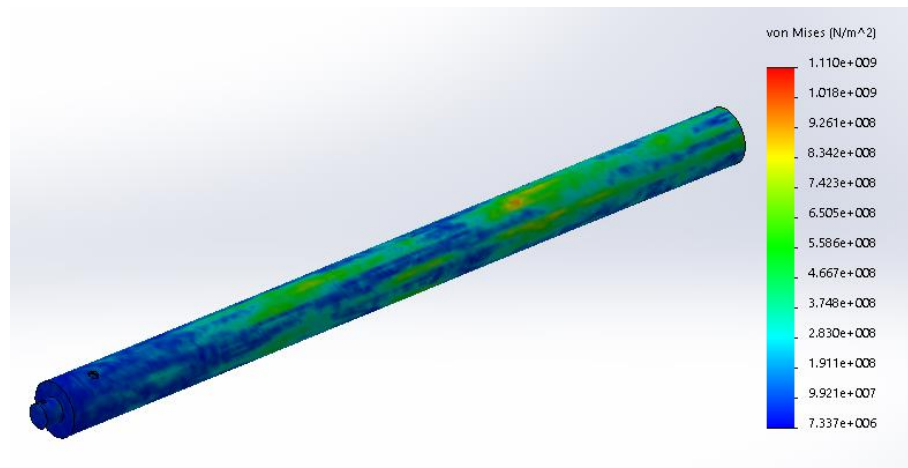


Figura 131. Tensión de Von Mises del ensayo de impacto de la tija

Se puede observar que la tija se somete a una gran tensión, alcanzando valores máximos de **1.110 N/mm<sup>2</sup>**, un valor levemente inferior al límite elástico del acero elegido para esta pieza, 1.200 N/mm<sup>2</sup>. Este resultado indica que la pieza no se deforma permanentemente pero alcanza tensiones cercanas a la deformación.

### DESPLAZAMIENTOS

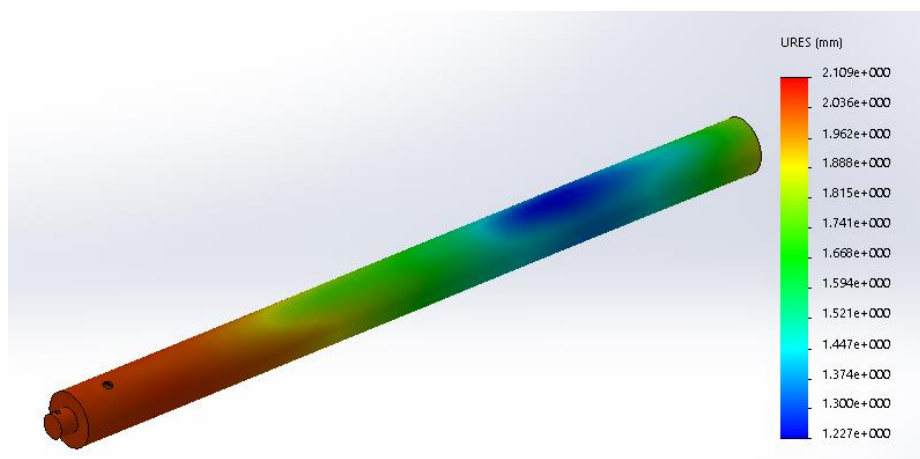


Figura 132. Desplazamientos del ensayo de impacto de la tija

Los desplazamientos máximos alcanzan los **2,1 mm**, valores pequeños a pesar de las grandes tensiones soportadas, pero esto es debido a que el tiempo que se ha soportado esas tensiones es de microsegundos.

## 12.2 CUADRO

Los ensayos que se realizan sobre el cuadro, según la norma UNE-EN ISO 4210-6 V2, son ensayos de choque y de fatiga, ensayos que no se han realizado por problemas técnicos o imposibilidad de cálculo por memoria del ordenador. Por estos motivos se ha decidido ejecutar otros ensayos que puedan dar una idea aproximada de la resistencia del cuadro.

### 12.2.1 ENSAYO ESTÁTICO DE RESISTENCIA DEL CUADRO

En este ensayo se pretende probar la resistencia del cuadro al ser montado por un ciclista. Se simula que la bicicleta está siendo montada por un ciclista de aproximadamente 150 Kg, un peso elevado, pero se elige este por motivos de seguridad.

En el ensayo se prescinde de la horquilla ya que el programa no era capaz de mallar ambos elementos con el mismo tipo de mallado y surgían múltiples errores. Por este motivo, se ha decidido situar una de las partes fijas en el telescopio, ya que esta parte se apoyaría sobre la horquilla y no sufriría grandes deformaciones o tensiones. Las otras partes fijas se encuentran en la horquilla trasera, en el eje de la rueda.

Las fuerzas se han colocado de la siguiente manera: Pedales 400 N, Telescopio 300 N y sillín 800 N.

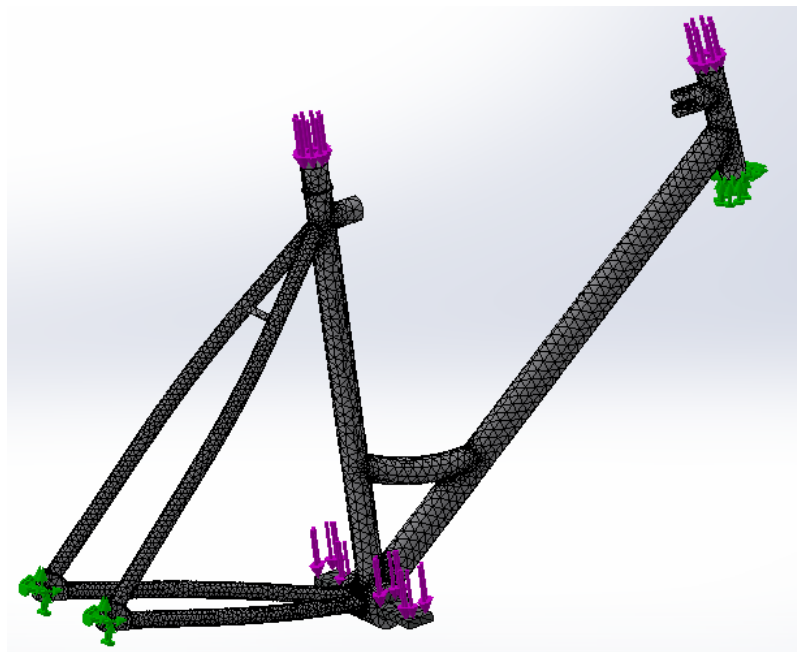


Figura 133. Ensayo estático de resistencia del cuadro

## TENSIÓN DE VON MISES

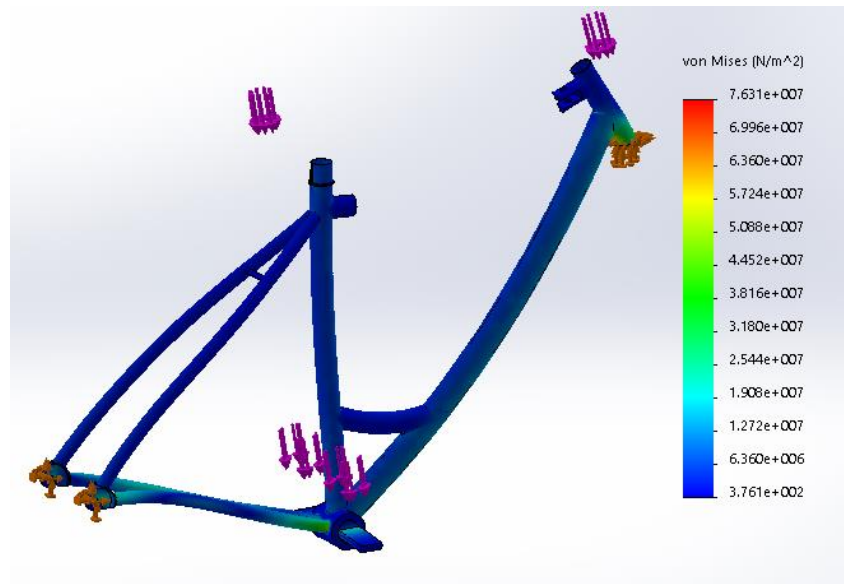


Figura 134. Tensión de Von Mises del ensayo de resistencia del cuadro

Se puede observar que las mayores tensiones se encuentran en el pedaliar, la unión de la horquilla trasera con este, registrando unos valores de **50,88 N/mm<sup>2</sup>** y en la unión del telescopio con la barra inferior, alcanzando los **76,31 N/mm<sup>2</sup>**, ambos valores lejos del límite elástico del material, 275 N/mm<sup>2</sup>.

En el caso de la parte del telescopio se encuentra esa tensión debido a que se carece de la barra superior, permitiendo a la estructura doblarse hacia adentro. En la realidad, la barra candado ejerce una leve función estructural, minimizando el resultado obtenido aquí.

Por parte de la horquilla trasera, es normal encontrar altas tensiones en el pedaliar ya que se encuentra en la parte central de la bicicleta y es la parte que concentra todas las tensiones.

Como punto positivo, se puede observar que gracias a la barra de refuerzo, la unión del pedaliar con la barra inferior no sufre grandes tensiones ya que son absorbidas por esta barra de refuerzo.

## DESPLAZAMIENTOS

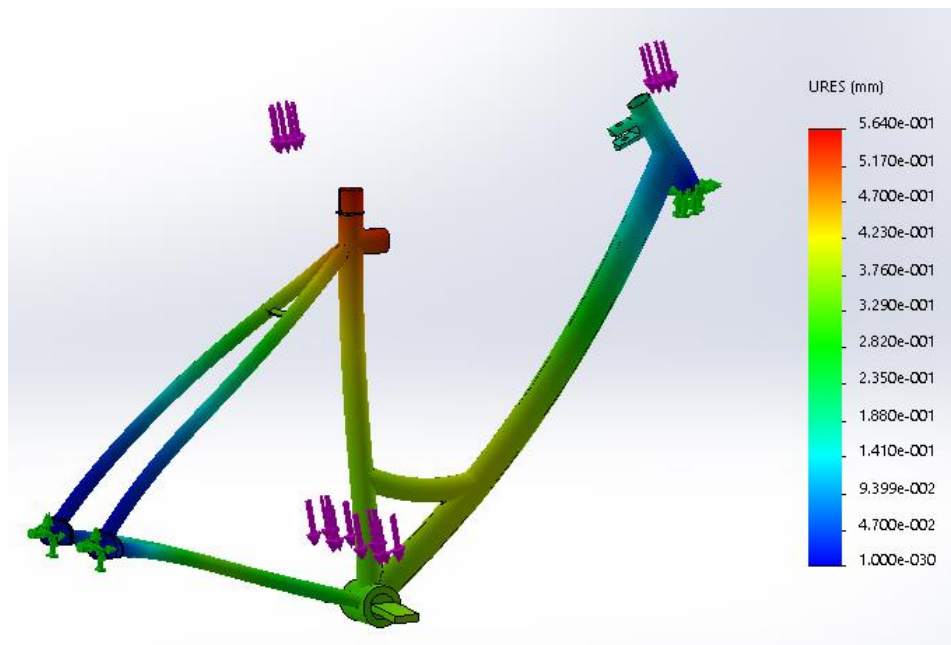


Figura 135. Desplazamientos del ensayo de resistencia del cuadro

El máximo desplazamiento se localiza en el lugar donde mayor es la fuerza, este lugar es el asiento, donde reposa el cuerpo sentado. Este desplazamiento es de tan solo **0,564 mm**, un valor muy pequeño y que se da por válido.

## FACTOR DE SEGURIDAD

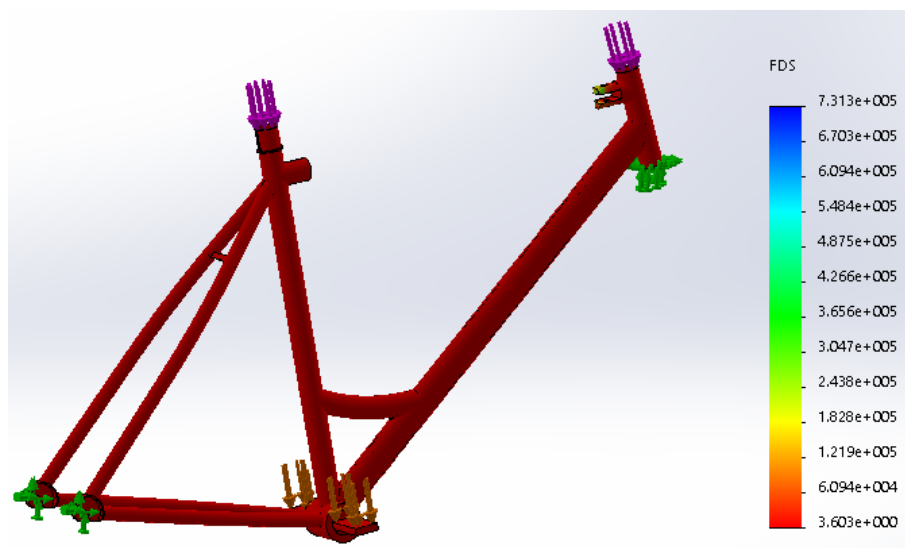


Figura 136. Factor de seguridad del ensayo de resistencia del cuadro

Se puede apreciar que el mínimo factor de seguridad es de **3,6** y lo tiene prácticamente toda la estructura, los lugares con el mayor factor de seguridad se encuentran en los anclajes de la barra candado, lo que nos da una idea de que la barra no va a estar sometida a grandes esfuerzos.

Por temas de seguridad se ha decidido hacer el mismo ensayo duplicando las fuerzas, y en este caso **las tensiones alcanzan un valor de 163,2 N/mm<sup>2</sup>**, sigue siendo inferior al límite, los **desplazamientos son de 1,13 mm** y el mínimo **factor de seguridad es de 1,685**.

## 12.2.2 ENSAYO DE RESISTENCIA DEL ANCLAJE DE LA BARRA

Como la barra superior es parte del candado, es posible que se la someta a grandes esfuerzos, por lo que aparte de comprobar los propios elementos del candado, es necesario comprobar si la unión a la estructura es resistente, ya que si esta se rompiese el candado no serviría de nada.

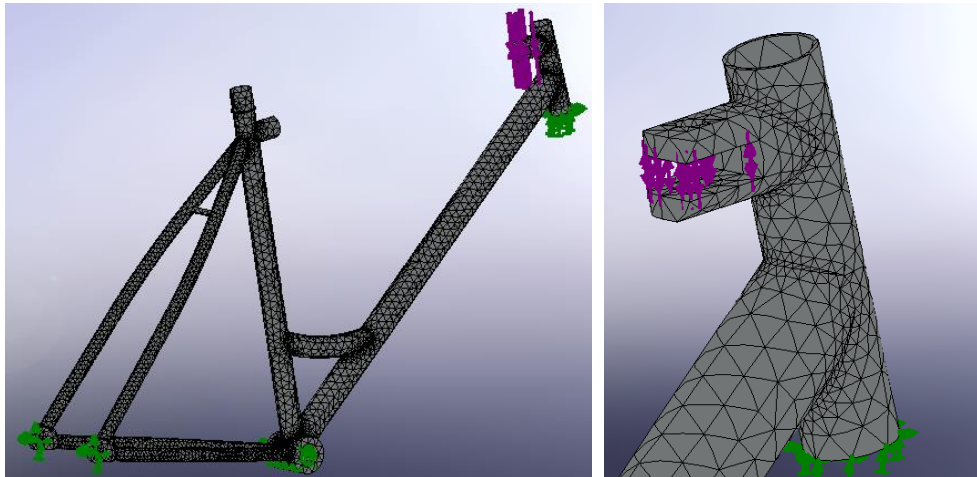


Figura 137. Ensayo de resistencia del anclaje de la barra

Debido a las complicaciones técnicas para mallar el conjunto del cuadro con la barra, se ha decidido ejercer una fuerza directamente en las caras de la sujeción, de esta manera se puede tener una ligera idea de la fuerza de palanca que haría la barra.

Se han realizado dos ensayos, uno aplicando 1.000 N de fuerza a cada cara y otro aplicando 5.000 N

## TENSION DE VON MISES

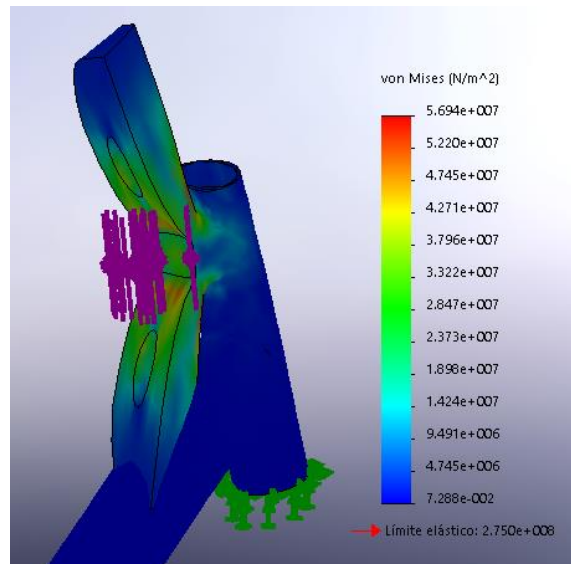


Figura 138. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de sujeción de cuadro 1

En la primera prueba se observa que la máxima tensión es de **56,94 N/mm<sup>2</sup>**, por lo que queda lejos de alcanzar el límite elástico del aluminio del que se compone la estructura. Sin embargo, 2.000 N se podrían ejercer en el final de la barra, así que se prueba a aumentar la fuerza como si se aplicasen 10.000 N compensando un poco el efecto palanca.

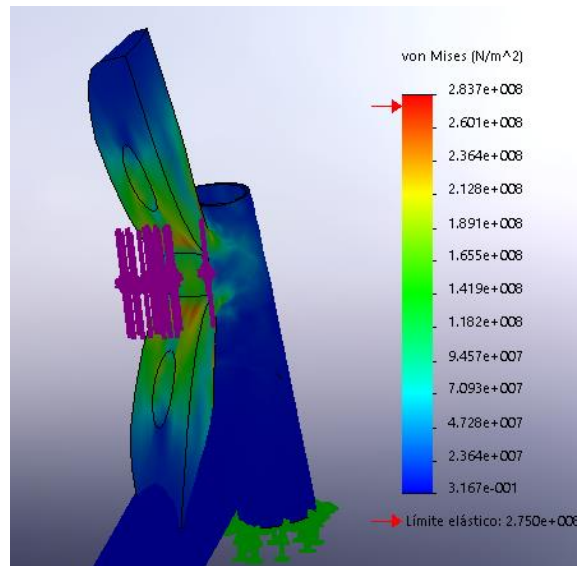


Figura 139. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de sujeción de cuadro 2

En este caso, se puede observar que la tensión supera el límite elástico, alcanzando los **283,7 N/mm<sup>2</sup>**.

## DESPLAZAMIENTOS

En ambos casos el desplazamiento es de décimas de milímetro, alcanzando en el segundo ensayo **0,599 mm**.



## FACTOR DE SEGURIDAD

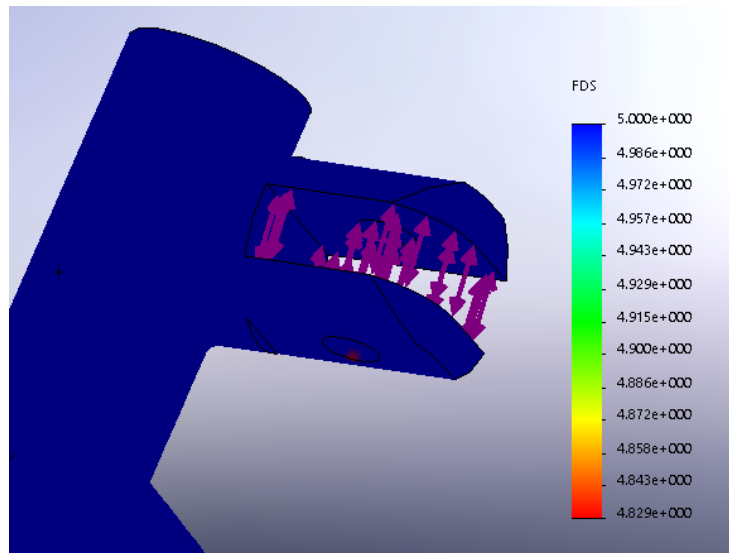


Figura 140. Factor de seguridad en ensayo de resistencia de sujeción de cuadro 1

En el primer ensayo, el mínimo factor de seguridad afecta a una pequeña región de la circunferencia, y alcanza un valor de **4,829**. Pero en el segundo ensayo, este resultado cambia drásticamente.

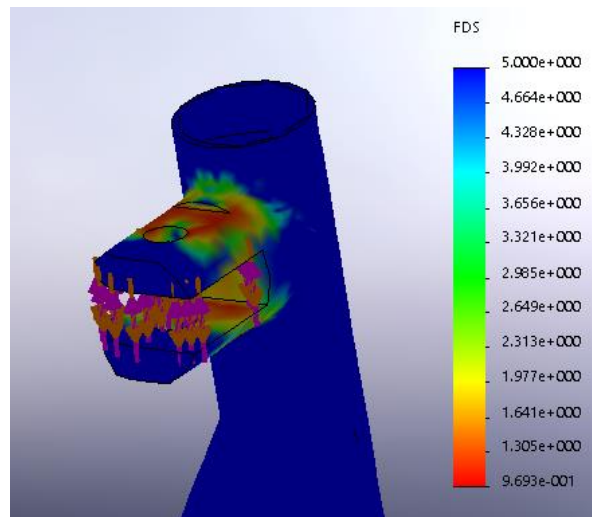


Figura 141. Factor de seguridad en ensayo de resistencia de sujeción de cuadro 2

Se puede comprobar que la sujeción sufre mucho teniendo gran parte de su geometría con un factor de seguridad **inferior a 0**.

Teniendo en cuenta la fuerza a aplicar fuese 2.000 N en el extremo de la barra y que esta midiese aproximadamente 400 mm y poniendo como punto de aplicación de la fuerza a 30 mm del eje de sujeción, la fuerza que habría que ejercer a esta distancia sería de 26.666 N, y cuanto más nos acercásemos mayor sería. En vista de estos cálculos, y de los ensayos anteriores, se puede deducir que la sujeción no soportaría. Pero en su defensa se debe tener en cuenta que las fuerzas no se ejercen como se ha simulado si no que esto se trata de una mala aproximación.

En la realidad, parte de la fuerza es absorbida por la flexión de la propia barra, las fuerzas en la sujeción se aplican en diferentes zonas y el eje también absorbería una pequeña carga.

## 12.3 SUJECIÓN DEL SILLÍN

### 12.3.1 ENSAYO ESTÁTICO DE TRACCIÓN

En este ensayo, los elementos que deben resistir la fuerza son principalmente los dos agarres, ya que sus formas están diseñadas para que el tornillo y las tuercas hagan tope en ellas evitando la extracción.

Debido al elevado número de grados de libertad del conjunto, se someten las diferentes partes que lo componen al mismo esfuerzo, de manera que se minimizan los grados de libertad permitiendo realizar os ensayos deseados.

Además, para asegurar que el conjunto resiste, los tornillos y tuercas se han elegido de **acero de alta resistencia 1.2083 (X42Cr13)**, con un **límite elástico de 1200 N/mm<sup>2</sup>** y un **límite de tracción de 1500 N/mm<sup>2</sup>**

- **PARTE 1: AGARRE DE SILLÍN**

Para realizar este ensayo se ha realizado el ensamblaje de la agarre del sillín, el girador y el pasador, además de una pieza que ayuda a poder realizar el ensayo con mayor facilidad. La fuerza que se ha aplicado en la tracción es de **2000 N**, la cual es similar a 200 kg, un valor que se ha considerado bastante elevado, y se ha fijado la cara del girador quedando el conjunto de la siguiente manera:

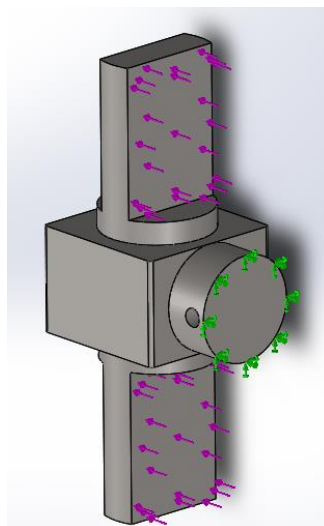


Figura 142. Ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1

## TENSIÓN DE VON MISES

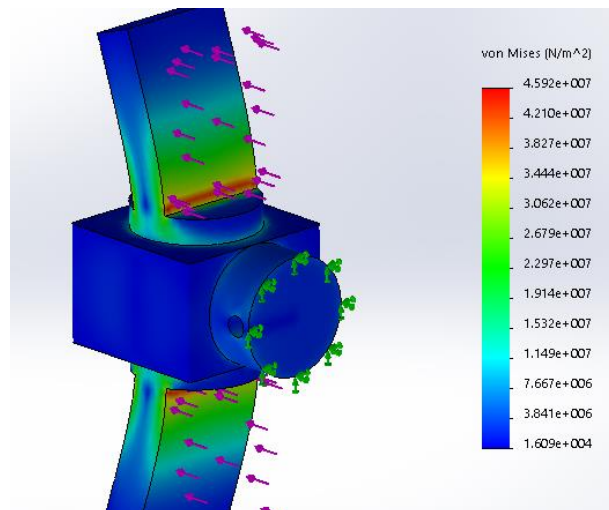


Figura 143. Tensión de Von Mises en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1

Las máximas tensiones se encuentran en la pieza auxiliar, por lo que no se tienen en cuenta, sin embargo, observando la pieza ensayada, se encuentran con unos valores alrededor de  $7,66 \text{ N/mm}^2$ , valor muy alejado del límite del material elegido, **Acero inoxidable 1.4057 (X17CrNi16-2)** el cual tiene un límite elástico de  $750 \text{ N/mm}^2$ .

## DESPLAZAMIENTOS

Los desplazamientos del conjunto no alcanzan valores a tomar en cuenta, son prácticamente 0.

## FACTOR DE SEGURIDAD

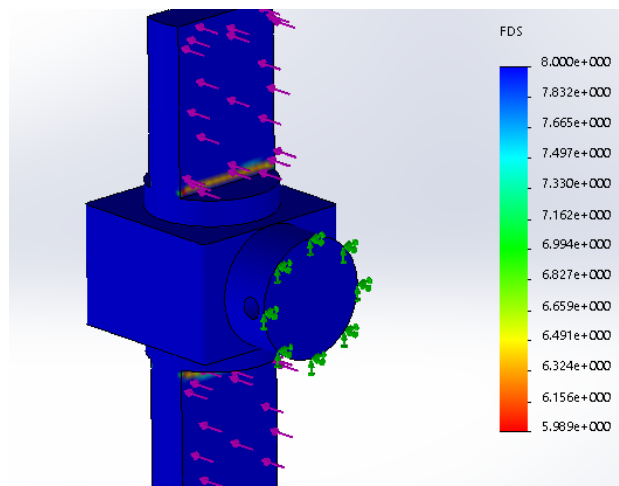


Figura 144. Factor de seguridad en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 1

El factor de seguridad mínimo de la pieza supera el valor **8** por lo que se considera que esta parte del conjunto aguanta muy bien el esfuerzo.

Aumentando los valores de la fuerza a **10.000 N** la tensión aumenta a **38,33 N/mm<sup>2</sup>**, el desplazamiento **0 mm** otra vez y el factor de seguridad supera el valor **8**.

## • PARTE 2: AGARRE AL CUADRO

En esta segunda parte, se han ensamblado el agarre al cuadro y el tornillo que realiza el giro y tope, además de una pieza que ayuda a realizar el ensayo. Se ha seguido la misma metodología pero en sentido inverso, se ha sujetado la cara del tornillo y se han aplicado los **2000 N** a las caras de la pieza de apoyo.

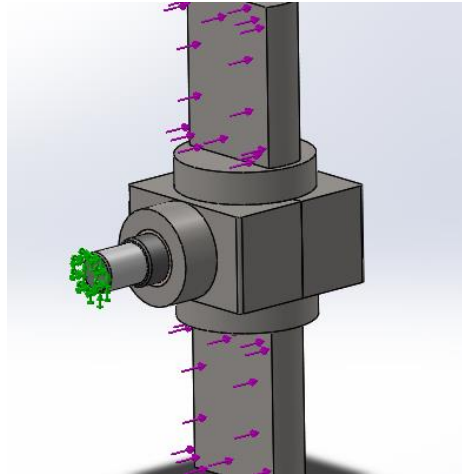


Figura 145. Ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2

## TENSIÓN DE VON MISES

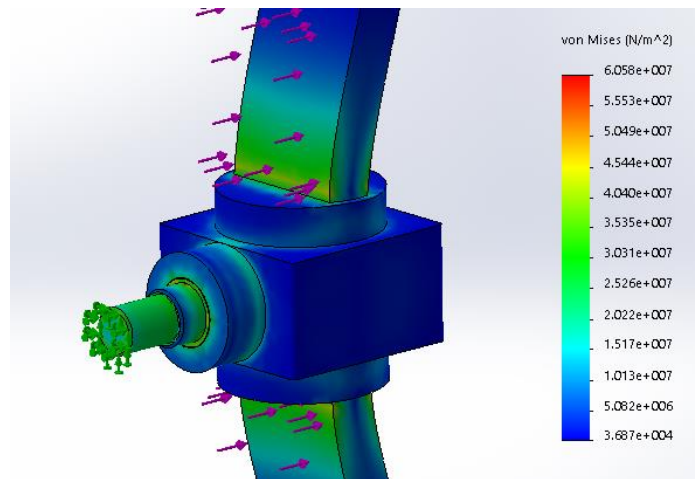


Figura 146. Tensión de Von Mises en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2

La máxima tensión que registra el conjunto se encuentra en el tornillo, y ronda los **60,58 N/mm<sup>2</sup>**, valor muy alejado del **límite elástico del tornillo que alcanza los 1200 N/mm<sup>2</sup>**, la siguiente zona más crítica se encuentra en el cambio de geometría del agarre al cuadro, y ronda los **15,15 N/mm<sup>2</sup>** valor también muy alejado del acero que forma esta pieza que tiene un límite elástico de **750 N/mm<sup>2</sup>**.

## DESPLAZAMIENTOS

Nuevamente los desplazamientos son ínfimos, alrededor de **4,373·10<sup>-3</sup>mm**.

## FACTOR DE SEGURIDAD

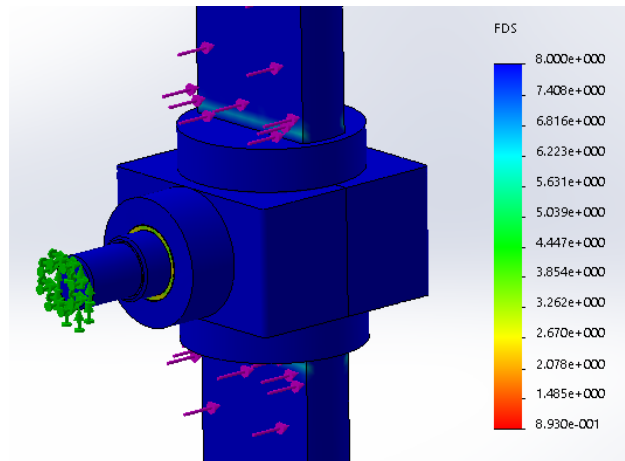


Figura 147. Factor de seguridad en el ensayo de tracción de la sujeción del sillín 2

Para esta parte, el factor de seguridad es superior a **8**.

Repitiendo el caso anterior, si se aumenta la fuerza a **10.000 N**, los valores de la tensión se elevan a **124,3 N/mm<sup>2</sup>** para el tornillo y **82,91 N/mm<sup>2</sup>** los desplazamientos aumentan a **0,02182 mm** y el factor de seguridad sigue superando el valor **8**.

En base a los resultados obtenidos se decide no ensayar ni los tornillos ni las tuercas, y tampoco se ensaya el girador, ya que los valores rondarán los ya obtenidos debido a que la geometría es muy similar.

Remontando los resultados al conjunto global, se estima que aplicando 2000 N de fuerza, la pieza compuesta tiene un factor de seguridad alrededor de 5, que el desplazamiento no alcanza la centésima de milímetro y que las tensiones son muy inferiores al máximo.

### 12.3.2 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN

En el anterior punto se han comprobado los diferentes elementos que forman el conjunto a tracción, pero es necesario probar también su resistencia a flexión. Se da por supuesto que el tornillo y las tuercas van a resistir ya que tienen un límite elástico muy elevado pero el resto de elementos deben ser probados.

Como en el caso anterior, se deben separar las piezas en ensamblajes menores.

• **PARTE 1: AGARRE DE SILLÍN**

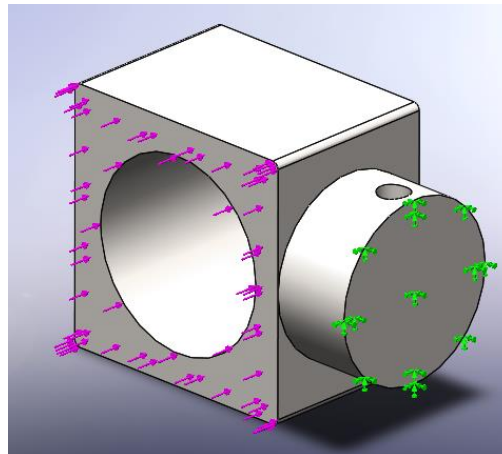


Figura 148. Ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1

En esta parte se han montado las mismas piezas excepto la auxiliar y se ha fijado de la misma manera que en el ensayo de tracción, la cara lateral del girador y se han ejercido **2.000 N** de fuerza sobre una cara lateral del agarre del sillín.

**TENSIÓN DE VON MISES**

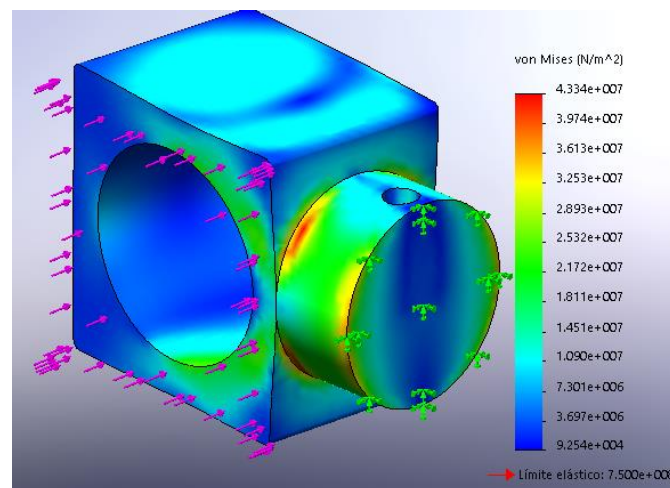


Figura 149. Tensión de Von Mises en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1

Las máximas tensiones se concentran en los cambios de geometría de la pieza, sin embargo, estos valores alcanzan **43,34 N/mm<sup>2</sup>**, no llegan a una cuarta parte del límite de resistencia del acero que es de **750 N/mm<sup>2</sup>**.

Por otro lado, se puede observar que la pieza sufre mucho más que en el caso de la tracción, y es debido a la geometría del elemento.

**DESPLAZAMIENTOS**

El máximo desplazamiento se registra en el borde del agarre del sillín y tiene un valor de **0'0167 mm**, un valor ínfimo.

## FACTOR DE SEGURIDAD

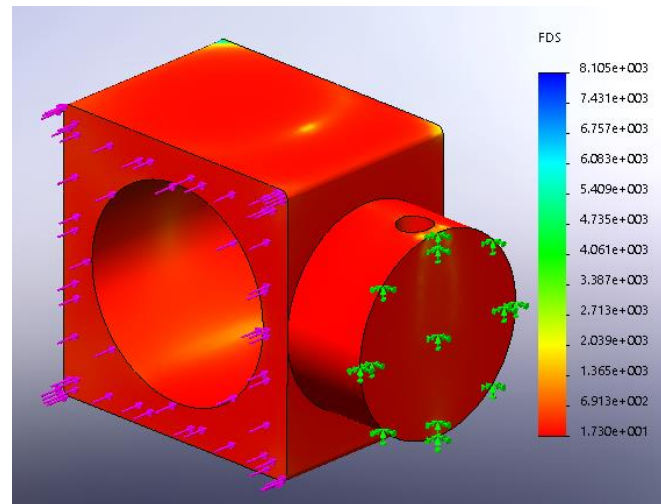


Figura 150. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 1

El mínimo factor de seguridad es de **17,3** y se encuentra por la mayoría de la pieza. Sin embargo, el pasador de apriete tiene un factor de seguridad muy elevado, lo cual puede ser un error de cálculo, a pesar de que es una pieza que prácticamente no se ve influenciada por el esfuerzo debido a la forma de encajar el agarre en el girador.

Si se aumenta la fuerza a **10.000 N**, los valores de la tensión se elevan a **256,6 N/mm<sup>2</sup>** los desplazamientos aumentan a **0,08394 mm** y el factor de seguridad disminuye a **2,923**.

- PARTE 2: AGARRE AL CUADRO

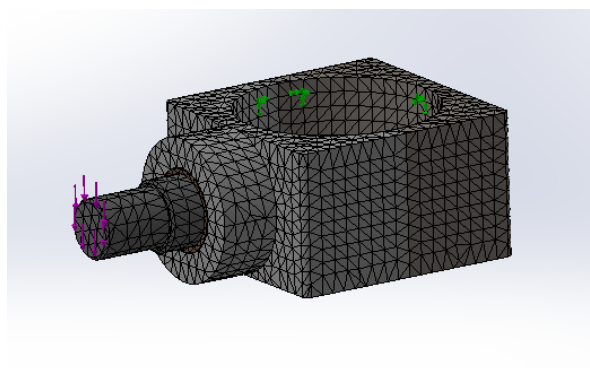


Figura 151. Ensayo de flexión de la sujeción del sillín 2

De la misma manera que en el ensayo de tracción, se sigue el mismo montaje, excepto la pieza auxiliar. La diferencia es que en este apartado se fija el agarre al cuadro, como iría en la realidad, y se ejerce fuerza en el borde del tornillo, simulando la que se transmite desde el agarre al sillín. Esta fuerza es de valor **2.000 N**.



## TENSIÓN DE VON MISES

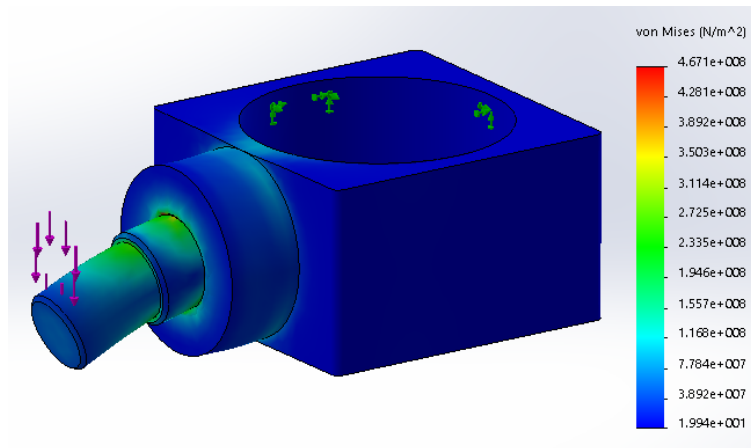


Figura 152. Tensión de Von Mises en el ensayo de flexión de la sujeción del sillín 2

Las máximas tensiones se encuentran en el tornillo, alcanzan valores de  $467 \text{ N/mm}^2$  pero el material del tornillo tiene un límite elástico de  $1200 \text{ N/mm}^2$ . Los valores entre los que rondan las máximas tensiones en el agarre al cuadro son de  **$77,84 \text{ N/mm}^2$** , lo cual queda lejos de los  **$750 \text{ N/mm}^2$**  que tiene el límite elástico del material elegido.

## DESPLAZAMIENTOS

El agarre al sillín prácticamente no se desplaza siendo el tornillo el que sufre el desplazamiento, pero es ínfimo, con un valor aproximado de  **$0 \text{ mm}$** .

## FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad supera el valor **8** en la mayoría del conjunto..

Repitiendo los ensayos con una fuerza de  **$10.000 \text{ N}$** , los valores de la tensión se elevan a  **$2.574 \text{ N/mm}^2$**  para el contacto entre el tornillo y el casquillo, entrando en zona de deformación y  **$214,5 \text{ N/mm}^2$**  en el caso del agarre al cuadro, los desplazamientos siguen en  **$0 \text{ mm}$**  y el factor de seguridad llega a caer a **2** en la pieza donde cambia la geometría y bajar aproximarse a **1,35** en el tornillo

## 12.3.3 ENSAYO DE IMPACTO, CAIDA

Con el objetivo de simular un fuerte impacto sobre el conjunto para comprobar si este aguantaría el golpe, se ha realizado un ensayo de caída en el que se ha elegido una altura de 10 metros, la cual se ha considerado una caída suficientemente elevada como para dañar al objeto.

Se debe puntualizar que los picos de tensión se mantienen microsegundos, por lo que es muy posible que el material no sufra daño en este intervalo de tiempo.

### TENSIÓN DE VON MISES

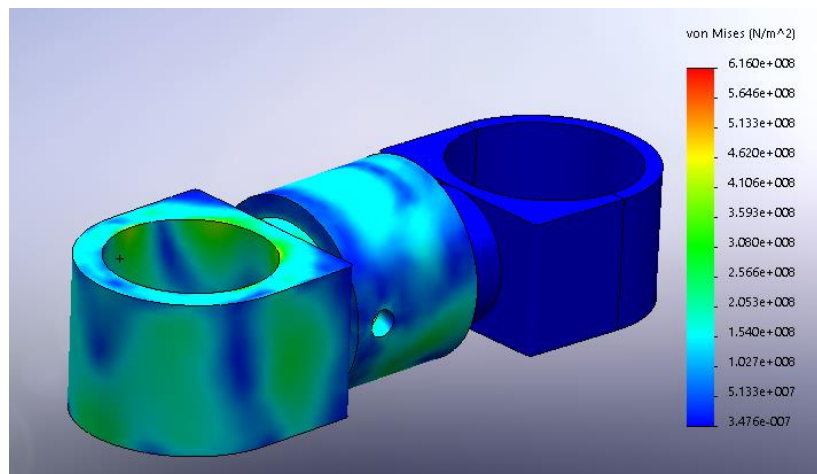


Figura 153. Tensión de Von Mises en ensayo de impacto de la sujeción del sillín

Como muestra la figura 153, existen puntos en los que se alcanzan los **616 N/mm<sup>2</sup>** lo cual significaría que el material no entraría en ningún momento en zona de deformación, puesto que su límite elástico es de 750 N/mm<sup>2</sup> y su límite de tracción 850 N/mm<sup>2</sup>

### DESPLAZAMIENTOS

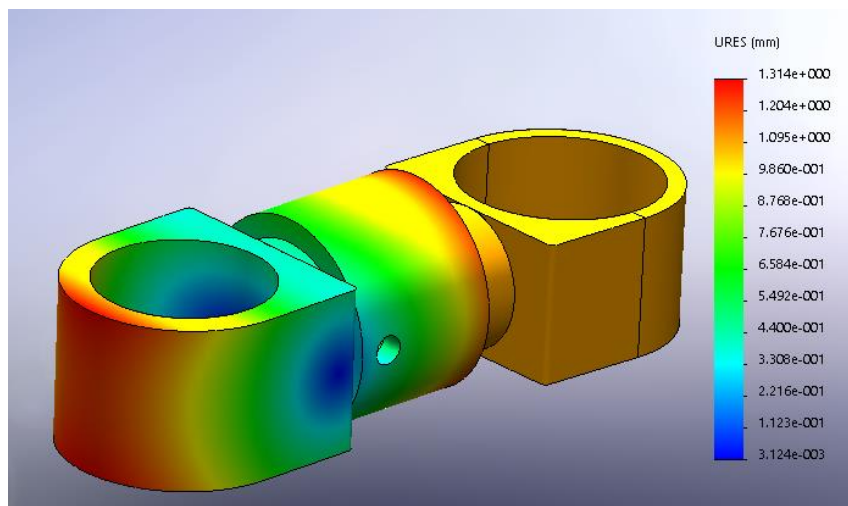


Figura 154. Desplazamientos en el ensayo de impacto de la sujeción del sillín

Los mayores desplazamientos que se alcanzan son de **1,314 mm**, y observando en la figura 153 donde se pueden ver las tensiones, se comprueba que las tensiones y los desplazamientos no van de la mano.

## 12.4 BARRA CANDADO

Como la barra candado cuenta con tres componentes claramente diferenciados, se han realizado los ensayos que se han considerado de cada elemento, así como del conjunto, sin embargo, la unión de la tapa al girador se hace mediante soldadura, y este programa no cuenta con la posibilidad de ensayar la resistencia de las soldaduras.

Para realizar los ensayos se han tomado como referencia los registrados en la norma UNE-EN 15496, no se siguen al pie de la letra ya que estos están estipulados para ciertos tipos de sistemas antirrobo, pero sirven para tener una idea de las posibles fuerzas o ensayos a realizar.

### 12.4.1 ENSAYO ESTÁTICO DE FLEXIÓN

A diferencia del caso anterior, en este punto solo se ensaya a flexión el conjunto del girador tapa y barra, puesto que la barra es la que sufre el mayor daño debido a su geometría y el tipo de fuerza.

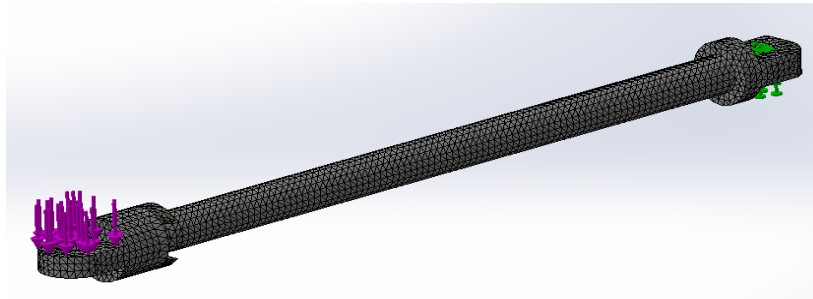


Figura 155. Ensayo de flexión de la barra candado

Para este caso, se ha fijado el agujero de la barra y se ha realizado la fuerza sobre una de las caras del girador (el girador se mantiene fijo, evitando que gire). Según los apartados “6.5.4.2. Antirrobo en U” y “6.5.4.3. Cadenas para antirrobo de cadena” de la norma UNE-EN 15496, se ejerce sobre los diferentes elementos una torsión de 500 Nm, buscando una fuerza similar, se ha optado por ejercer una flexión similar sobre la barra.

Para saber que fuerza se debe realizar sobre el girador, es necesario saber la distancia aproximada. La distancia entre los agujeros de la barra y del girador es aproximadamente 405 mm, por lo que la fuerza a aplicar es  $500/0,405 = 1.235 \text{ N}$

El ensayo ha sido realizado dos veces con diferentes fuerzas, medidas y material de la barra, corrigiendo y mejorando el rendimiento del conjunto. En el primer ensayo, se aplicaban 1.235 N de fuerza, la barra era del mismo acero que el resto de elementos y con un diámetro de 20 mm, mientras que en el segundo se ha cambiado el material a **acero 1.2842 (90MnCrV8)** y aumentando el diámetro a 25 mm, además de aumentar la fuerza a **2.000 N** logrando mejorar los resultados de los ensayos y resistir.

## TENSIÓN DE VON MISES

En la primera prueba, la mayor parte de la barra mostraba unas tensiones de **546,6 N/mm<sup>2</sup>**, todavía con margen hasta el límite elástico que era 750 N/mm<sup>2</sup>. Pero en el agujero, donde se concentran las tensiones, estas alcanzaban **1.093 N/mm<sup>2</sup>**, lo que supone unapossible rotura de la pieza.

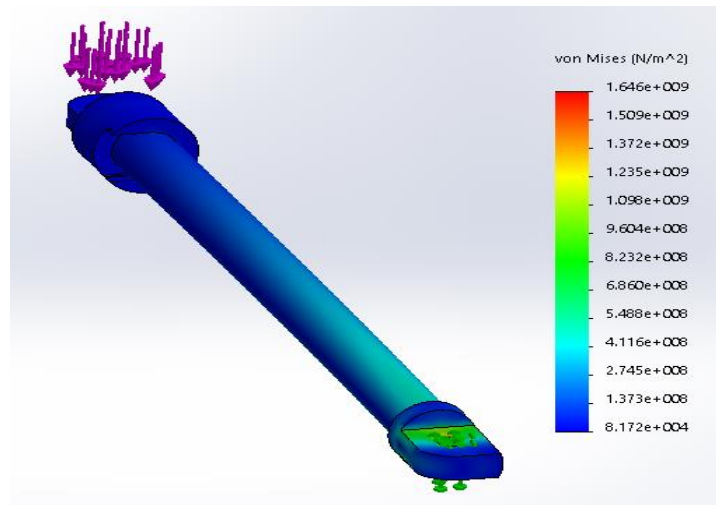


Figura 156. Tensión de Von Mises en ensayo de flexión de la barra candado

Sin embargo, en el segundo ensayo, ya con un valor de **2.000 N** en vez de los 1.235 N iniciales, el valor más común ha rondado los **274 N/mm<sup>2</sup>**, pero la zona crítica ha alcanzado un valor de **1.646 N/mm<sup>2</sup>**, todavía con margen ya que el acero elegido tiene un límite elástico de **1.750 N/mm<sup>2</sup>**

## DESPLAZAMIENTOS

Como es lógico, el máximo desplazamiento se encuentra en el borde donde se aplica la fuerza, y en el primer ensayo alcanza un valor de **18,33 mm**, valor bastante elevado. Sin embargo, en el segundo ensayo, a pesar de aumentar la fuerza, gracias a los cambios realizados en la pieza, el desplazamiento disminuye levemente, hasta los **15,54 mm**.

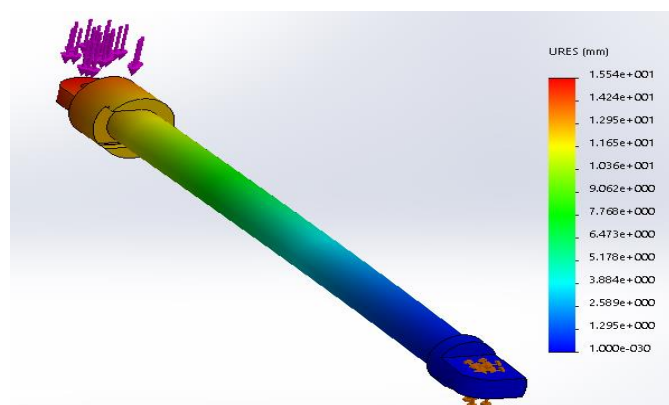


Figura 157. Desplazamientos en ensayo de flexión de la barra candado

## FACTOR DE SEGURIDAD

En el primer ensayo, las partes más afectadas tienen un pequeño factor de seguridad de **1,65**, sin embargo **en el agujero, el factor es 0**.

Los valores máximos que puede soportar el conjunto aplicando la fuerza en el girador son los siguientes:

Fuerza	Tensión VM agujero	Desplazamiento	FS agujero
950 N	841 N/mm <sup>2</sup>	14,11 mm	0,89
850 N	754 N/mm <sup>2</sup>	12,62 mm	0,99

Los valores de la tabla representan los valores al alcanzar el límite elástico y el límite de tracción. Esto significa que se puede colocar un peso algo superior a 85Kg en la parte del girador sin que este punto sufra en exceso.

Pero en vista del resultado, ya que es algo decepcionante y con el motivo de lograr un candado mínimamente resistente, se ha decidido cambiar el material de la barra por un acero más resistente. Como se ha mencionado anteriormente, el acero elegido es el **acero 1.2842 (90MnCrV8)** y añadiendo el aumento de la sección, se logra mejorar los resultados de los ensayos y resistir.

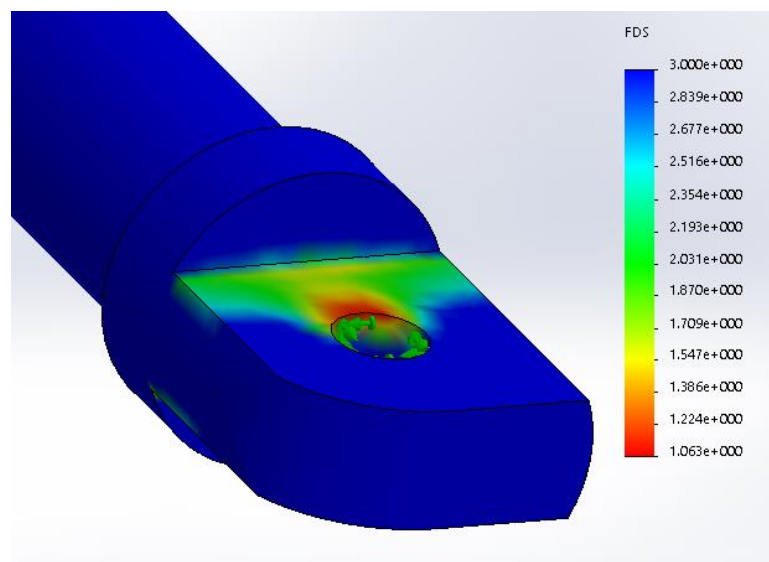


Figura 158. Factor de seguridad en el ensayo de flexión de la barra candado

El conjunto supera el valor 3 en su mayoría, pero en la zona más crítica, el factor de seguridad tiene un valor de **1,063**, lo que indica que se encuentra en su límite. Sin embargo, se ha considerado que el resultado del ensayo es satisfactorio ya que se basa en ensayos de rotura y lo que se muestra en este ensayo, es que la barra soporta que se coloquen algo menos de 200 kg sobre el girador, lo que es un valor bastante elevado.

## 12.4.2 ENSAYO ESTÁTICO DE TRACCIÓN

Para realizar este ensayo se han comprobado diferentes partes del conjunto, por un lado el girador la tapa y la barra y por otro la cerradura, esto se ha hecho así para minimizar el número de grados de libertad y permitir al programa realizar los cálculos.

- **PARTE 1: BARRA, TAPA Y GIRADOR**

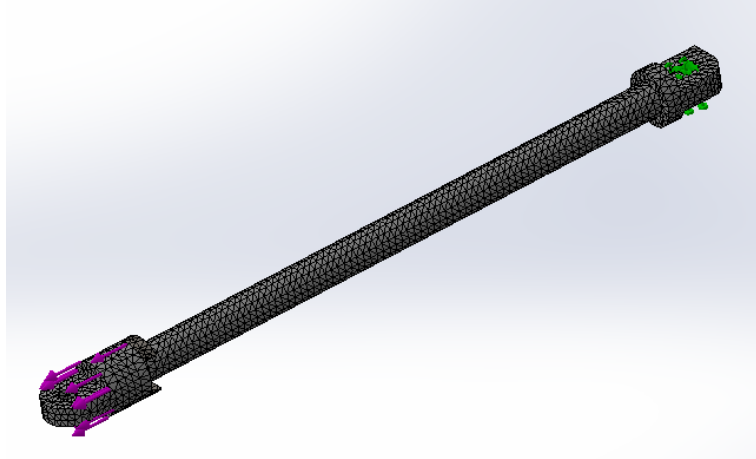


Figura 159. Ensayo de tracción de la barra candado

Para acercarse a la realidad, se ha fijado el orificio de la barra y se ha ejercido la fuerza de tracción desde el girador. El valor de esta fuerza es de **10kN**, fuerza elegida en base al punto “6.5.3.2.2. Resistencia transversal o inclinada en sentido de apertura” de la norma UNE-EN 15496.

### **TENSIÓN DE VON MISES**

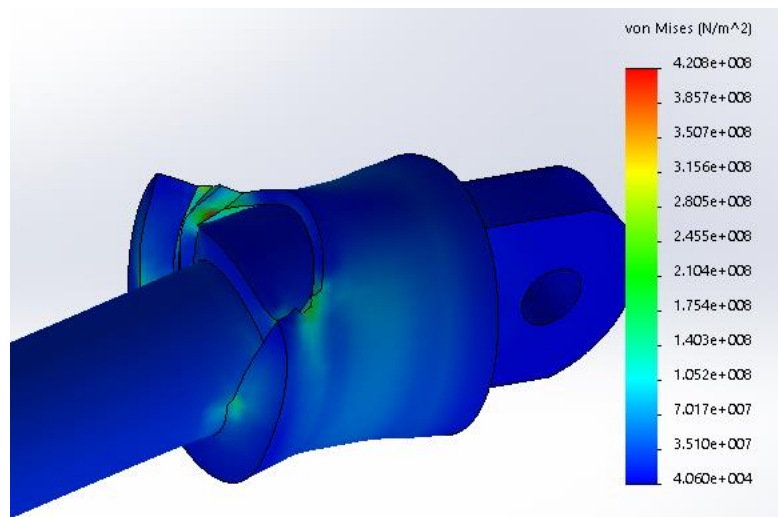


Figura 160. Tensión de Von Mises de la barra candado

Todos los elementos se encuentran fuera de peligro excepto en la unión del girador con la tapa, donde la cabeza de la barra fuerza al desplazamiento generando concentración de tensiones en la apertura de la tapa, aquí se alcanzan los **420,8 N/mm<sup>2</sup>**, se supera el límite elástico, pero en **límite elástico del acero inoxidable es 750 N/mm<sup>2</sup>**, por lo cual aguanta. Por otro lado, **los ensayos que se toman como referencia se realizan hasta la ruptura del componente o aguantar 1 minuto la fuerza.**

### DESPLAZAMIENTO

El máximo desplazamiento se realiza como es lógico, en el final del girador, pero el valor que alcanza es minúsculo, de **0,05683 mm.**

### FACTOR DE SEGURIDAD

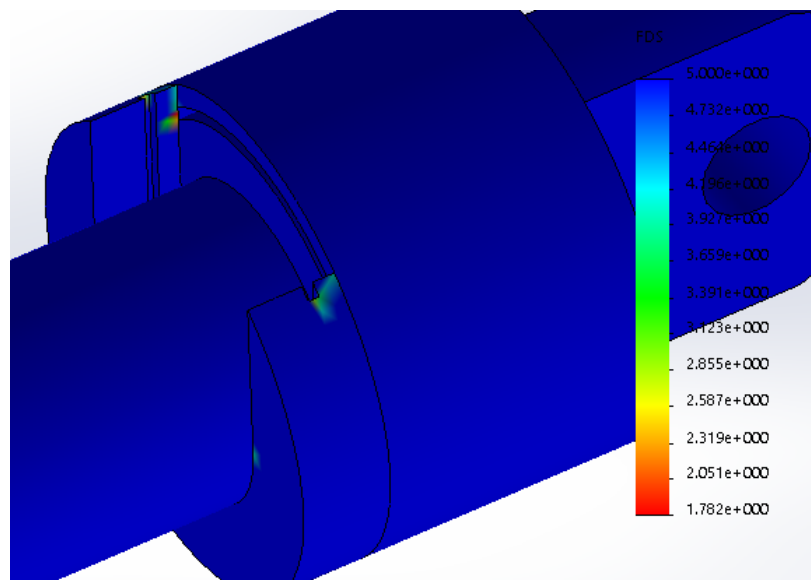


Figura 161. Factor de seguridad en ensayo de tracción de la barra candado

Todo el conjunto supera el valor 5, pero en los puntos donde existen las concentraciones de tensiones, el valor del factor de seguridad es de 1,782, lo que indica que las piezas soportan la fuerza sin llegar a romper.



- **PARTE 2: CERRADURA**

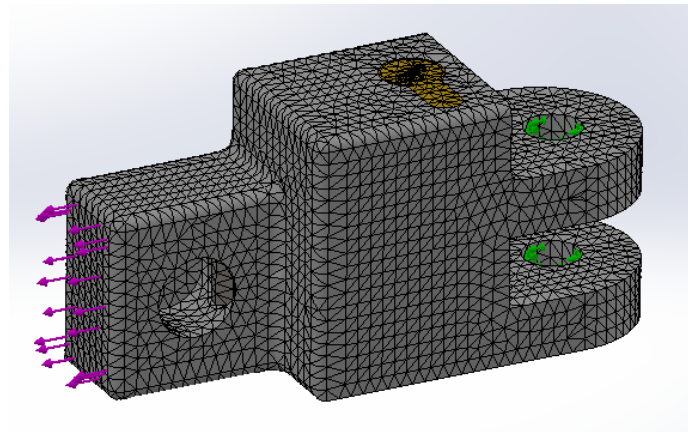


Figura 162. Ensayo de tracción de la cerradura

Siguiendo el ensayo realizado en la otra parte, se fijan los agujeros donde iría el remache y se aplica una fuerza de tracción de 10.000 N

### **TENSIÓN DE VON MISES**

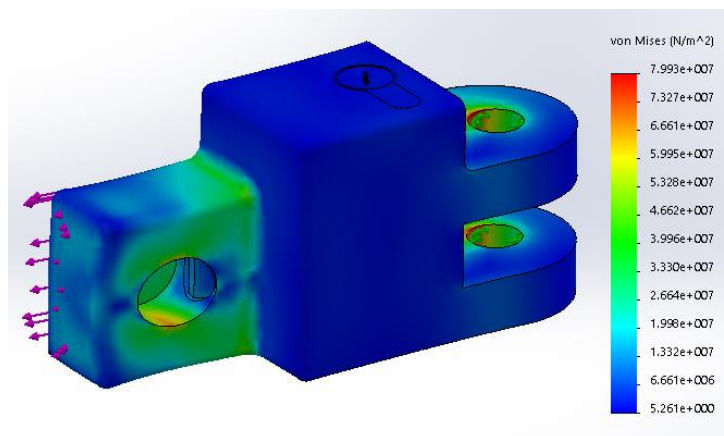


Figura 163. Tensión de Von Mises en ensayo de tracción de la cerradura

Como era de esperar, las máximas tensiones se localizan en los agujeros, y alcanzan un **79,93 N/mm<sup>2</sup>**, tensión muy alejada del límite elástico del material, que está en 750 N/mm<sup>2</sup>.

### **DESPLAZAMIENTOS**

El máximo desplazamiento de la pieza es **0,02021 mm** y se alcanza en el punto de aplicación de la fuerza.

## FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad indica que no hay que preocuparse por la tracción, como se ve en las tensiones, sus valores son bajas, luego el factor de seguridad es alto. El mínimo valor del factor de seguridad es **4,308**, pero la mayoría de la pieza por no decir la totalidad casi, supera el valor 5.

### 12.4.3 ENSAYO DE CORTADURA DEL PESTILLO

En este ensayo se ha puesto a prueba la resistencia del pestillo al ejercer una fuerza de tracción sobre el cierre, teniendo el pestillo introducido en él.

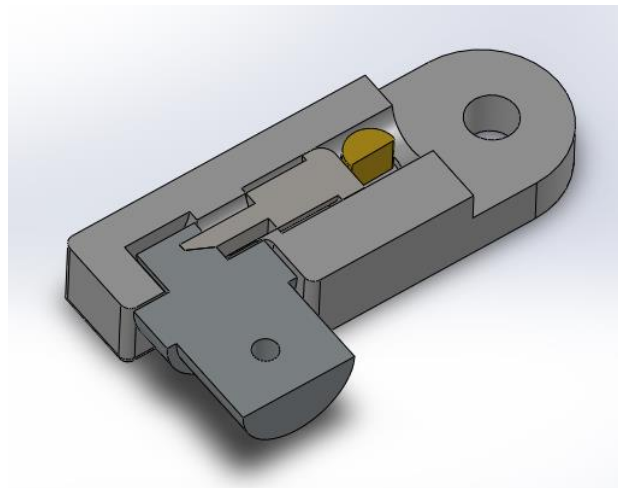


Figura 164. Pestillo introducido en cierre

Para realizar este ensayo se han fijado los agujeros de la cerradura donde iría el eje remachado y se ha aplicado una fuerza 2.000 N de tracción sobre el cierre.

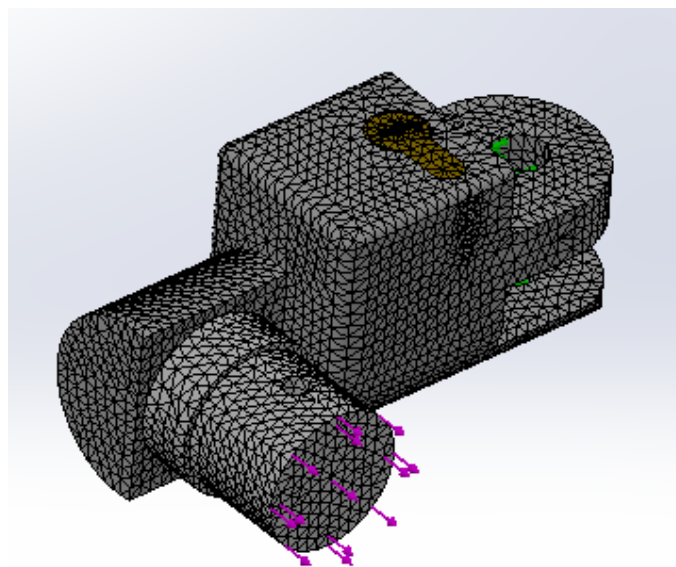


Figura 165. Ensayo de cortadura del pestillo

## TENSIÓN DE VON MISES

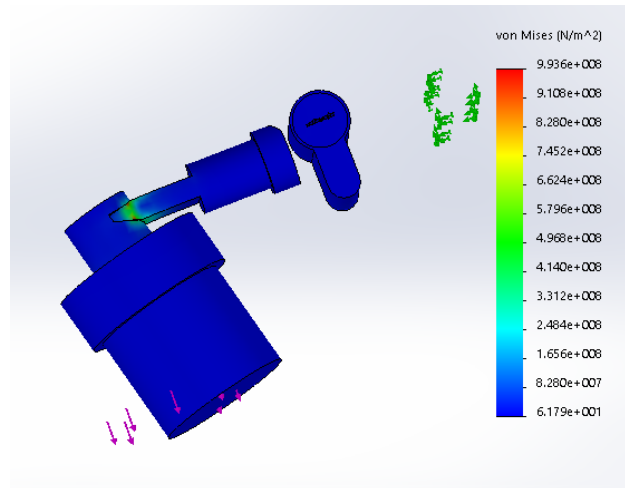


Figura 166. Tensión de Von Mises en ensayo de cortadura del pestillo

Ya que la cerradura mostraba valores mínimos de tensión se ha decidido no visualizarla para observar el lugar donde se concentran las tensiones, el pestillo. En este punto la tensión alcanza un valor de **993,6N/mm<sup>2</sup>** quedando margen hasta el valor del límite elástico del material del pestillo, que alcanza los 1.200 N/mm<sup>2</sup>.

## DESPLAZAMIENTOS

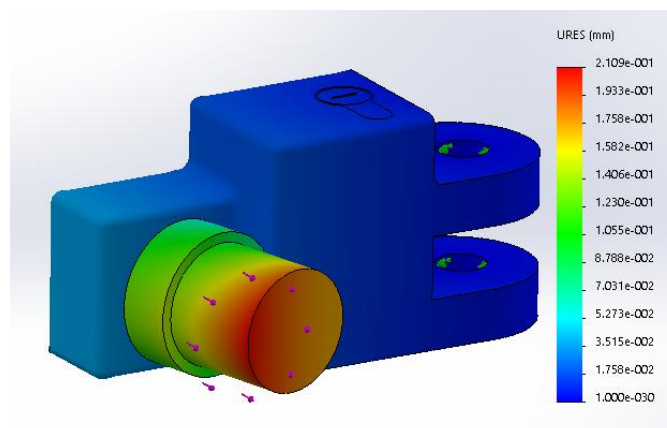
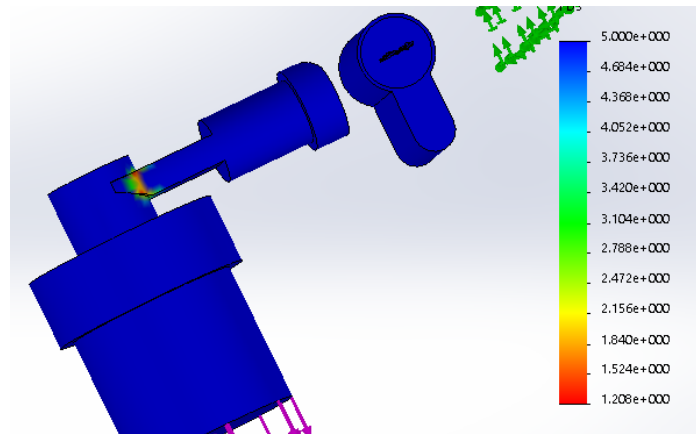


Figura 167. Desplazamiento en el ensayo de cortadura del pestillo

El mayor desplazamiento se localiza en el cierre, con **0,2109 mm**, puesto que la cabeza del cierre se puede apreciar que comienza a alcanzar un tono azul claro, se puede suponer que el desplazamiento del pestillo está entre los **0,03515 mm**.

## FACTOR DE SEGURIDAD



El menor factor de seguridad se encuentre en el pestillo y alcanza el valor de **1,208**, un valor muy bajo teniendo en cuenta que es un elemento de seguridad. Sin embargo, la fuerza aplicada es elevada y es difícil alcanzar semejantes valores.

## 13. RESUMEN DE PRESUPUESTO

Para calcular el presupuesto de este proyecto, se han dividido los cargos en tres capítulos.

- CAPÍTULO 1: REALIZACIÓN DEL PROYETO.
- CAPÍTULO 2: MATERIALES.
- CAPÍTULO 3: MONTAJE.

En la Realización del proyecto se incluyen las horas empleadas para llevar a cabo todo el proyecto La redacción de la memoria, los diseños y ensayos de los elementos no comerciales así como la delineación de los elementos comerciales y la realización de los planos de las piezas no comerciales. Así mismo también se incluyen los diferentes gastos que haya necesitado el proyectista para elaborar el entregable.

Para el apartado de Materiales se tienen en cuenta según diferentes proveedores, los precios de los diferentes elementos y su cantidad, así como los posibles gastos de envío, preparación de los elementos (cortes y perforaciones), y si tiene un montaje previo también se cuenta.

El último capítulo cuenta con la mano de obra del montaje del conjunto así como su lubricación y ajustes necesarios.

### PRESUPUESTO FINAL

Para terminar con el presupuesto, se suman los diferentes capítulos y se les aplican el beneficio industrial, los gastos generales y el IVA (21%)

<b>CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
CAPÍTULO 1	2.030,00
CAPÍTULO 2	786,31
CAPÍTULO 3	77,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.893,31</b>
BENEFICIO INDUSTRIAL (5%)	144,67
GASTOS GENERALES (10%)	289,33
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>	<b>3.327,31</b>
IVA (21%)	698,74
<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>4.026,05</b>

Una vez se ha obtenido el presupuesto de ejecución material, se deben calcular los honorarios destinados al proyectista, estos honorarios también cuentan con un IVA, y ambos porcentajes se suman después la presupuesto general



	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.893,31</b>
HONORARIOS (5%)	144,67
IVA (21%)	30,38
<b>TOTAL HONORARIOS</b>	<b>175,05</b>

La suma del presupuesto general y el total de honorarios supone el valor total del proyecto.

$$\text{PRESUPUESTO GENERAL} + \text{TOTAL HONORARIOS} = 4.026,05 + 175,05 = \mathbf{4.201,1 \text{ €}}$$

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. (24 de Febrero de 2013). La medida de rueda ideal ¿26, 27'5 o 29?. *Solobici*. Recuperado [15 de Noviembre de 2016] de <http://solobici.es/la-medida-de-rueda-ideal-26-275-o-29/>

Asociación Española de Normalización. (1995) *UNE 1027. Dibujos técnicos. Plegado de planos*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1982) *UNE 1032. Dibujos técnicos. Principios generales de representación*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1995) *UNE 1035. Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1994) *UNE 1039. Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1995) *UNE 1089-1. Principios generales para la creación de símbolos gráficos. Parte 1: símbolos gráficos colocados sobre equipos*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1989) *UNE 1135. Lista de elementos*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1990) *UNE 18002. Transmisión de precisión. Cadenas de rodillos de paso corto y ruedas dentadas correspondientes*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1994) *UNE 50132. Documentación. Numeración de las divisiones y subdivisiones en documentos escritos*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2003) *UNE 66916. Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE 157001. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE-EN 15496. Requisitos y métodos de ensayo para los elementos antirrobo para bicicletas*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2011) *UNE-EN ISO 286-1. Especificación geométrica de productos. Sistema de codificación ISO para las tolerancias en*



*dimensiones lineales. Parte 1: Base de tolerancias, desviaciones y ajustes.*

Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2001) *UNE-EN ISO 3098-2. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2000)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2001) *UNE-EN ISO 3098-3. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2000)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2001) *UNE-EN ISO 3098-4. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2000)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2001) *UNE-EN ISO 3098-5. Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1997)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2001) *UNE-EN ISO 3098-6. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 6: Alfabeto cirílico. (ISO 3098-6:2000)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE-EN ISO 4210-1 Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 1: Términos y definiciones. (ISO 4210-1:2014)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2015) *UNE-EN ISO 4210-2 Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras. (ISO 4210-2:2015)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE-EN ISO 4210-3 Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 3: Métodos de ensayo comunes. (ISO 4210-3:2014)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE-EN ISO 4210-6 V2 Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla. (ISO 4210-6:2015)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2014) *UNE-EN ISO 4210-9 Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 9: Métodos de ensayo para los sillines y las tijas. (ISO 4210-9:2014)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (1996) *UNE-EN ISO 5455. Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979)*. Madrid: AENOR.

Asociación Española de Normalización. (2000) *UNE-EN ISO 5456-1. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996)*. Madrid: AENOR.

- Asociación Española de Normalización. (2000) *UNE-EN ISO 5456-2. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996)*. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización. (2000) *UNE-EN ISO 5456-3. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996)*. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización. (2000) *UNE-EN ISO 5457. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999)*. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización. (2006) *UNE-EN ISO 11442. Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006)*. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización. (2010) *UNE-EN ISO 81714-1. Diseño de símbolos gráficos utilizables en la documentación técnica de productos. Parte 1: Reglas fundamentales. (ISO 81714-1:2010)*. Madrid: AENOR.
- Bujes traseros con transmisión integrada (2016). *Escuela emeb*. Recuperado [22 de Noviembre de 2016] de <https://www.emeb.es/los-bujes-traseros-con-transmision-integrada/>
- Catálogo CONTINENTAL, Neumáticos (2017). *Continental*. Recuperado [1 de Junio de 2017] de <https://www.continental-tires.com/bicycle/tyres>
- Catálogo EXAL, Llantas (2017). *Exal*. Recuperado [1 de Junio de 2017] de <http://www.exal.eu/en/rims-touringbikes-mountainbikes-trekkingbikes-citybikes>
- Catálogo FORTE, Candados (2017). *Forte*. Recuperado [25 de Mayo de 2017] de <http://www.forte.com.pe/pdf/catalogo-forte.pdf>
- Catálogo Origin8, Sillín (2017). *Origin8*. Recuperado [1 de Junio de 2017] de [http://www.origin8.bike/skills/components/?pirenko\\_portfolios=Saddles](http://www.origin8.bike/skills/components/?pirenko_portfolios=Saddles)
- Catálogo SantaFixie, Horquillas (2017). *Santafixie*. Recuperado [2 de Junio de 2017] de <https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/horquillas-fixie.html#>
- Catálogo SantaFixie, Manillares (2017) *Santafixie*. Recuperado [2 de Junio de 2017] de <https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/direccion/comprar-manillar-fixie.html#>
- Catálogo SantaFixie, Potencias (2017). *Santafixie*. Recuperado [2 de Junio de 2017] de <https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/direccion/comprar-potencia.html#>

Catálogo Shimano nexus, bujes de cambios internos (2017). *Shimano bike*. Recuperado [30 de Noviembre de 2016] de <http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/components11/city---comfort/nexus1.html>

Catálogo Shimano Nexus, Cambios (2017). *Shimano bike*. Recuperado [30 de Noviembre de 2016] de <http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/shifting---braking/shift-levers.html>

Catálogo Shimano, Pedalier (2017). *Shimano bike*. Recuperado [30 de Noviembre de 2017] de <http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/drivetrain/bottom-brackets.html>

Catálogo Shimano, Cadenas (2017). *Shimano bike*. Recuperado [1 de Junio de 2017] de <http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/drivetrain/chains.html>

Crespo, J. (5 de Octubre de 2013). Calcula la talla de tu bicicleta. *El de la dahon*. Recuperado [30 de Enero de 2017] de <http://www.eldelahon.net/2013/10/calcula-la-talla-de-tu-bicicleta.html>

El juego de dirección (2016). *No sin mi bici*. Recuperado [25 de Noviembre de 2016] de <https://nosinmibici.com/2016/07/22/el-juego-de-direccion-sistemas-y-estandares/>

Hadland, T. (2014). Appendix D: The Parts of a Bicycle. En *Bicycle Design:An Illustrated History* , 1, MIT Press

Hadland, T. (2014). Saddles, Pedals, and Handlebars. En *Bicycle Design:An Illustrated History* , 1, MIT Press

Hadland, T. (2014). The Safety Bicycle. En *Bicycle Design:An Illustrated History* , 1, MIT Press

Historia de la bicicleta (2013). *Bicihome*. Recuperado [30 de Octubre de 2016] de <http://bicihome.com/la-historia-de-las-bicicleta/>

La cadena (2016). *Lemonciclos*. Recuperado [28 de Noviembre de 2016] de <http://www.lemonciclos.com/?p=179>

Moon. (25 de Octubre de 2015). Tipos de bicicleta de carretera y montaña (MTB) y como elegir la talla. *Mundorutas*. Recuperado [20 de Marzo de 2017] de <http://www.mundorutas.com/tipos-de-bicicleta-de-carretera-y-montana-mtb-y-como-elegir-talla/>

Relación de velocidades de platos/piñon (2017). *Benimoto*. Recuperado [1 de Diciembre de 2016] de <http://benimoto.es/que-grupo-se-adapta-mejor-a-nuestras-necesidades-3x10-2x10-y-1x11/>



Tipos de acero, acero al boro (2017). *Matweb*. Recuperado [16 de Junio de 2017] de <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=688fb4a1bf9641c5991f15ff85b41647>

Tipos de bicicleta (2016). *La bicicleta magazine*. Recuperado [12 de Noviembre de 2016] de <http://labicicleta.com.uy/tipos-de-bicicleta/>

Tipos de cambios de marchas de una bicicleta (2017). *Biciplan*. Recuperado [18 de Noviembre de 2016] de <http://biciplan.com/blog/accesorios-de-bicicletas/tipos-de-cambios-de-marchas-de-una-bicicleta/>

Tipos de pedalier de bicicleta (2017). *No sin mi bici*. Recuperado [28 de Noviembre de 2016] de <https://nosinmibici.com/2016/06/15/tipos-de-pedalier-de-bicicleta/>

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



III ANEXOS

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017





# ÍNDICE

ANEXO I: Buje delantero M430 .....	3
ANEXO II: Buje trasero SG-3C41 .....	4
ANEXO III: Llantas Exal para trekking.....	5
ANEXO IV: Neumáticos Continental 26" ciudad y trekking.....	6
ANEXO V: Cambios Shimano .....	7
ANEXO VI: Pedalier Shimano .....	8
ANEXO VII: Cadenas Shimano city .....	9
ANEXO VIII: Horquillas Catálogo Santa Fixie.....	10
ANEXO IX: Potencias, Catálogo SantFixie .....	11
ANEXO X: Manillares, Catálogo SantaFixie .....	12
ANEXO XI: Asientos Origin8.....	13
ANEXO XII: Cálculos de las tolerancias de apriete .....	14
ANEXO XIII: Propiedades Acero al boro.....	18





# Diseño de bicicletas con candado incorporado en el cuadro

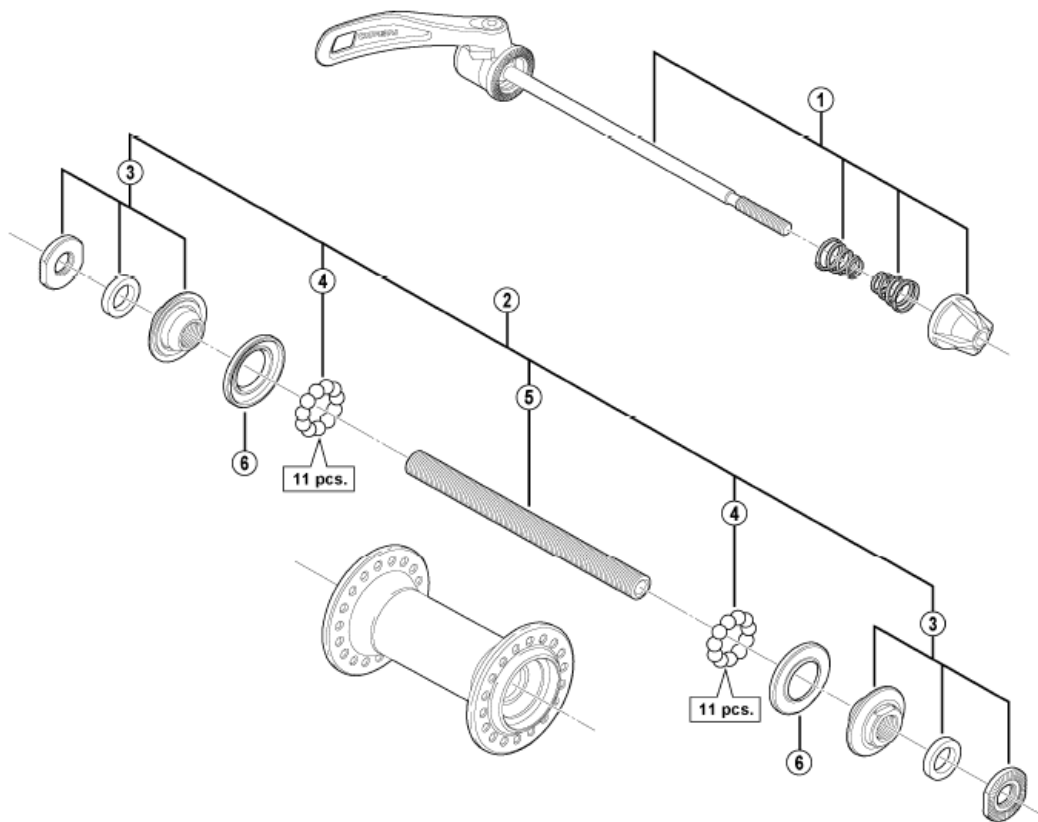
Julen Caveró Gan

# ANEXO I: Buje delantero M430

SHIMANO Front Hub

**HB-M430-S** Silver Version

**HB-M430-L** Black Version



HB-M590  
HB-T660

ITEM NO.	SHIMANO CODE NO.	DESCRIPTION	INTERCHANGEABILITY	
1	Y2TZ98010	Complete Quick Release 133 mm (5-1/4")		
2	Y2TZ98020	Complete Hub Axle 108 mm (4-1/4")		
3	Y2TZ98030	Lock Nut Unit		
4	Y4BB98030	Steel Ball (3/16") 22 pcs.	A	A
5	Y21C03100	Hub Axle M9 x 108 mm (4-1/4")	A	
6	Y2TA06000	Seal Ring	A	A

A: Same parts.  
B: Parts are usable, but differ in materials, appearance, finish, size, etc.  
Absence of mark indicates non-interchangeability.

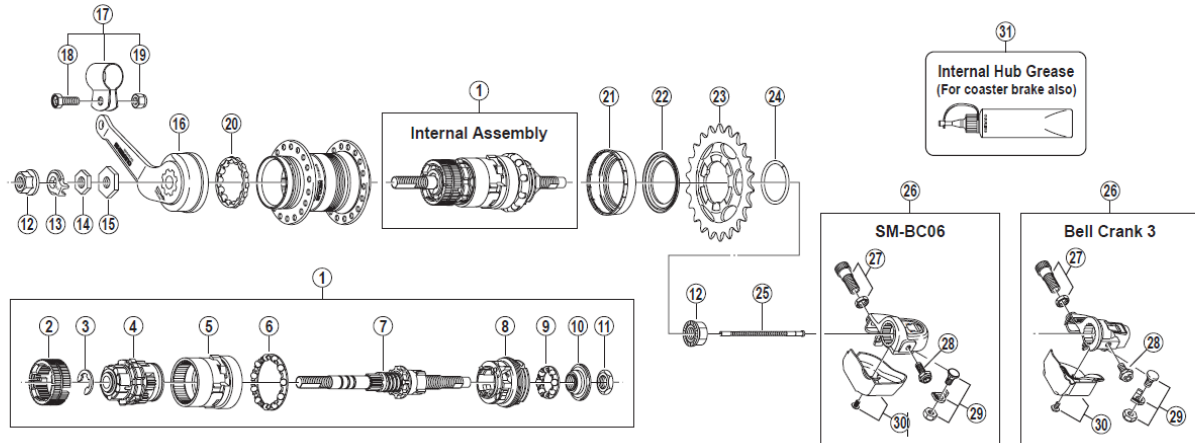
Feb.-2010-3007  
© Shimano Inc. A

Specifications are subject to change without notice.

**SHIMANO**

# ANEXO II: Buje trasero SG-3C41

## NEXUS 3-SPEED HUB w/Coaster Brake **SG-3C41** Inter-3 Hub Left Side Non-turn Washer Spec.



ITEM NO.	SHIMANO CODE NO.	DESCRIPTION
1	Y35U98010	Internal Assembly (Axle Length 168 mm)
	Y33R98020	Internal Assembly (Axle Length 175 mm)
	Y35U98020	Internal Assembly (Axle Length 178 mm)
2	Y33R90600	Brake Shoe Unit
3	Y32532000	Stop Ring (ø9 mm)
4	Y33R90700	Carrier Unit
5	Y33R90800	Ring Gear Unit
* 6	Y35U98060	Ball Retainer K (7/32" x 11)
7	Y33R98050	Axle Unit (Axle Length 168 mm)
	Y33R98040	Axle Unit (Axle Length 175 mm)
	Y35U98030	Axle Unit (Axle Length 178 mm)
8	Y33R90400	Driver Unit
* 9	Y35U98070	Ball Retainer J (7/32" x 8)
10	Y33R90500	Right Hand Cone w/Dust Seal
11	Y32139040	Right Hand Lock Nut (4.5 mm) for Axle Length 168 mm/178 mm
	Y32530100	Right Hand Lock Nut (9.9 mm) for Axle Length 175 mm
12	Y22015010	Flange Nut
13	Y33Z20200	Non-turn Washer 2 (Yellow)
14	Y33R49010	Left Hand Lock Nut (3 mm) for Axle Length 168 mm/178 mm
	Y33R49020	Left Hand Lock Nut (5 mm) for Axle Length 175 mm
15	Y33R48010	Stop Nut (3 mm)
16	Y35U98040	Brake Arm Unit
17	Y33F98090	Brake Arm Clip Unit (5/8")
	Y33F98100	Brake Arm Clip Unit (3/4")
18	Y75M06000	Clip Screw (M6 x 16)
19	Y31727200	Clip Nut
22	Y33R52001	Right Hand Dust Cap B
23	Y32203200	Sprocket Wheel 16T (Black)
	Y73T21830	Sprocket Wheel 18T (Black)
	Y73T21930	Sprocket Wheel 19T (Black)
	Y73T22030	Sprocket Wheel 20T (Black)
	Y73T22130	Sprocket Wheel 21T (Black)
	Y73T22230	Sprocket Wheel 22T (Black)
	Y73T22330	Sprocket Wheel 23T (Black)
24	Y32120010	Snap Ring C
25	Y33R98080	Push Rod (81.85 mm) for Axle Length 168 mm
	Y33S98180	Push Rod (86.85 mm) for Axle Length 175 mm/178 mm
26	Y6P198030	SM-BC06 Bell Crank Unit
	Y33S95100	Bell Crank 3 Unit
27	Y33S98010	Cable Adjusting Bolt & Nut
28	Y33S74000	Bell Crank Body Fixing Bolt for SM-BC06
	Y33S57000	Bell Crank Body Fixing Bolt for Bell Crank 3
29	Y33S98030	Inner Cable Fixing Bolt Unit
30	Y6P198040	Bell Crank Cover & Fixing Screw for SM-BC06
	Y33S98020	Bell Crank Cover & Fixing Screw for Bell Crank 3
31	Y04120800	Internal Hub Grease (Net. 100g)

Apr.-2010-2330B  
© Shimano Inc. 1

Specifications are subject to change without notice.

# SHIMANO

# ANEXO III: Llantas Exal para trekking

<http://www.exal.eu/en/rims-touringbikes-mountainbikes-trekkingbikes-citybikes>

**high quality rims**

**Exal Europa GmbH**  
Niesiger Str. 115  
36039 Fulda

**Tel.:** +49-661 / 9595-33  
**Fax:** +49-661 / 59621  
**E-Mail:** office@exal.eu

company

road & race rims

sport rims

touring, trekking & mountainbike rims

disc-brake & comfort-brake rims

e-bike rims

service

AX19

Touring / Trekking City / MTB

MX19

Touring / Trekking City / MTB

SL19

Touring / Trekking City / MTB

SP19

Touring / Trekking City / MTB

TX19

Touring / Trekking City / MTB

XP19

Touring / Trekking City / MTB

XX19

Touring / Trekking City / MTB

ZX19

Touring / Trekking City / MTB

# ANEXO IV: Neumáticos Continental 26” ciudad y trekking

<https://www.continental-tires.com/bicycle/tyres>

**Continental** Search

Tyres | Accessories | Technology | News & Sponsoring | Support | Company

**NEW** CONTACT Plus

Top CONTACT II

**NEW** CONTACT

**NEW** CONTACT Plus City

**NEW** CONTACT Speed

**NEW** CONTACT City

Top CONTACT Winter II Premium

**NEW** RIDE Cruiser

**NEW** RIDE City

Town RIDE

Popular links | Continental in numbers

< 1/2 >

# ANEXO V: Cambios Shimano

<http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/shifting---braking/shift-levers.html>

**SHIMANO** CYCLING FISHING ROWING CORPORATE #Rideshimano WeRaceShimano Jobs Find a Distributor Cycling Europe

ROAD MTB CITY & COMFORT E-BIKE TREKKING ACCESSORIES INFO TECHNOLOGY

SHIMANO EUROPE BIKE / SHIFTING & BRAKING

## Shift levers

Showing 1-10 of 10 Results

Select one or more products to compare.

COMPARE PRODUCT



ALFINE RAPIDFIRE PLUS SHIFT LEVER



ALFINE DI2 SHIFTING SWITCH



SHIFT LEVER



SHIFT LEVER



SHIFT LEVER SHORT



SHIFT LEVER LONG



NEXUS REVO SHIFTER (8-SPEED)  
8-Speed Revo Shifter



ALFINE RAPIDFIRE PLUS SHIFT LEVER (11-SPEED)



ALFINE RAPIDFIRE PLUS SHIFT LEVER (2-SPEED)



ALFINE RAPIDFIRE PLUS SHIFT LEVER (8-SPEED)



# ANEXO VI: Pedalier Shimano

<http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/drivetrain/bottom-brackets.html>

SHIMANO CYCLING FISHING ROWING CORPORATE WeRaceShimano RideShimano Radio Find a Dealer

HOME / DRIVETRAIN

## Bottom brackets

Showing 1-10 of 10 Results

Select one or more products to compare.  
COMPARE PRODUCT

- DURA-ACE BOTTOM BRACKET**  
Octalink Bottom Bracket
- DURA-ACE BOTTOM BRACKET**  
Octalink Bottom Bracket
- ULTEGRA BOTTOM BRACKET**  
Thread type Bottom Bracket
- PRESS-FIT BOTTOM BRACKET**  
Press-Fit Bottom Bracket
- CARTRIDGE BOTTOM BRACKET**  
Bottom Bracket
- BB-R9100**  
Bottom Bracket
- PRESS-FIT BOTTOM BRACKET**  
Press-Fit Bottom Bracket
- CARTRIDGE BOTTOM BRACKET**  
Octalink Bottom Bracket
- BOTTOM BRACKET**  
Octalink Bottom Bracket
- SHIMANO UN26 BOTTOM BRACKET**  
Bottom Bracket



# ANEXO VII: Cadenas Shimano city

<http://bike.shimano.com/content/sac-bike/en/home/city---comfort1/drivetrain/chains.html>

The screenshot shows the Shimano website's product page for bicycle chains. The navigation bar includes the Shimano logo and categories: CYCLING, FISHING, ROWING, CORPORATE, WeRaceShimano, RideShimano Radio, and Find a Dealer. The main menu lists ROAD, MTB, CITY & COMFORT, E-BIKE, ACCESSORIES, INFO, and TECHNOLOGY. The page title is 'Chains' and it shows 'Showing 1-5 of 5 Results'. A search bar is present. On the left, there is a 'COMPARE PRODUCT' button. The main content area displays five chain products in a grid:

- SHIMANO NX10 CHAIN (1X1-SPEED)** with a small square icon below the title.
- SHIMANO HG93 CHAIN (9-SPEED)** with the text '9-Speed Chain' and a small square icon below.
- SHIMANO HG53 SUPER NARROW HG CHAIN (9-SPEED)** with the text '9-Speed Chain' and a small square icon below.
- CHAIN** with a small square icon below the title.
- SHIMANO HG93 CHAIN (9-SPEED)** with the text '9-Speed Chain' and a small square icon below.

# ANEXO VIII: Horquillas Catálogo Santa Fixie

<https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/horquillas-fixie.html#>



Horquilla Acero Raw 11/8  
~~41,95 €~~ 10,76 €



Horquilla 700C Kamikaze Rojo  
~~14,95 €~~ 13,46 €



Horquilla Fabrik Negro 1"  
~~14,95 €~~ 13,46 €



Horquilla 700C Kamikaze Negro  
~~14,95 €~~ 13,46 €



Horquilla 1" Negro  
~~16,95 €~~ 15,26 €



Horquilla Csepel Negro  
~~24,95 €~~ 22,46 €



Horquilla Csepel Blanco  
~~24,95 €~~ 22,46 €



Horquilla JF-06 Aluminio Negro  
~~37,95 €~~ 34,16 €



Horquilla CrMo 1"  
~~46,95 €~~ 42,26 €



Horquilla Recta Aluminio Gris metal  
~~72,95 €~~ 54,90 €



Horquilla Recta Aluminio Negro  
~~72,95 €~~ 65,66 €



Horquilla BLB Track Blanco  
~~97,60 €~~ 87,75 €



Horquilla BLB Track Negro  
~~97,60 €~~ 87,75 €



Horquilla BLB Flat Crown 1" Plata  
~~109,90 €~~ 98,91 €



Horquilla BLB Flat Double Crown  
~~117,00 €~~ 105,30 €



Horquilla Aventon Lite Carbon  
~~162,60 €~~ 109,95 €



Horquilla Cónica Derail Carbono Negro  
~~126,00 €~~ 112,50 €



Horquilla cónica Derail Carbono Azul  
~~126,00 €~~ 112,50 €

# ANEXO IX: Potencias, Catálogo SantFixie

<https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/direccion/comprar-potencia.html#>

Caña Conversión Potencia Ahead Negra 6,95€ 5,36€	Caña Conversión Potencia Ahead Plata 5,95€ 5,36€	Potencia clásica negro 9,95€ 8,96€
Potencia Kalloy Uno Plata 9,95€ 8,96€	Potencia Kalloy Uno Negro 9,95€ 8,96€	Potencia clásica blanco 11,95€ 10,76€
Potencia Ahead Negro 14,95€ 13,46€	Potencia Zoom 25° negro 14,95€ 13,46€	Potencia Ahead M-Wave Oro 14,95€ 13,46€
Potencia Ahead M-Wave Rojo 14,95€ 13,46€	Potencia Ahead M-Wave Azul 14,95€ 13,46€	Potencia Ahead M-Wave Verde 14,95€ 13,46€
Potencia clásica Fixie Amarillo 49,90€ 17,91€	Potencia clásica Fixie Verde 49,90€ 17,91€	Potencia clásica Fixie Azul 49,90€ 17,91€
Potencia clásica Fixie Rojo 49,90€ 17,91€	Potencia clásica Fixie Naranja 49,90€ 17,91€	Potencia clásica Fixie Blanco 49,90€ 17,91€
Potencia clásica Fixie Plata 49,90€ 17,91€	Potencia clásica Fixie Negro 49,90€ 17,91€	Potencia Satori Plata 31,8 49,95€ 17,96€

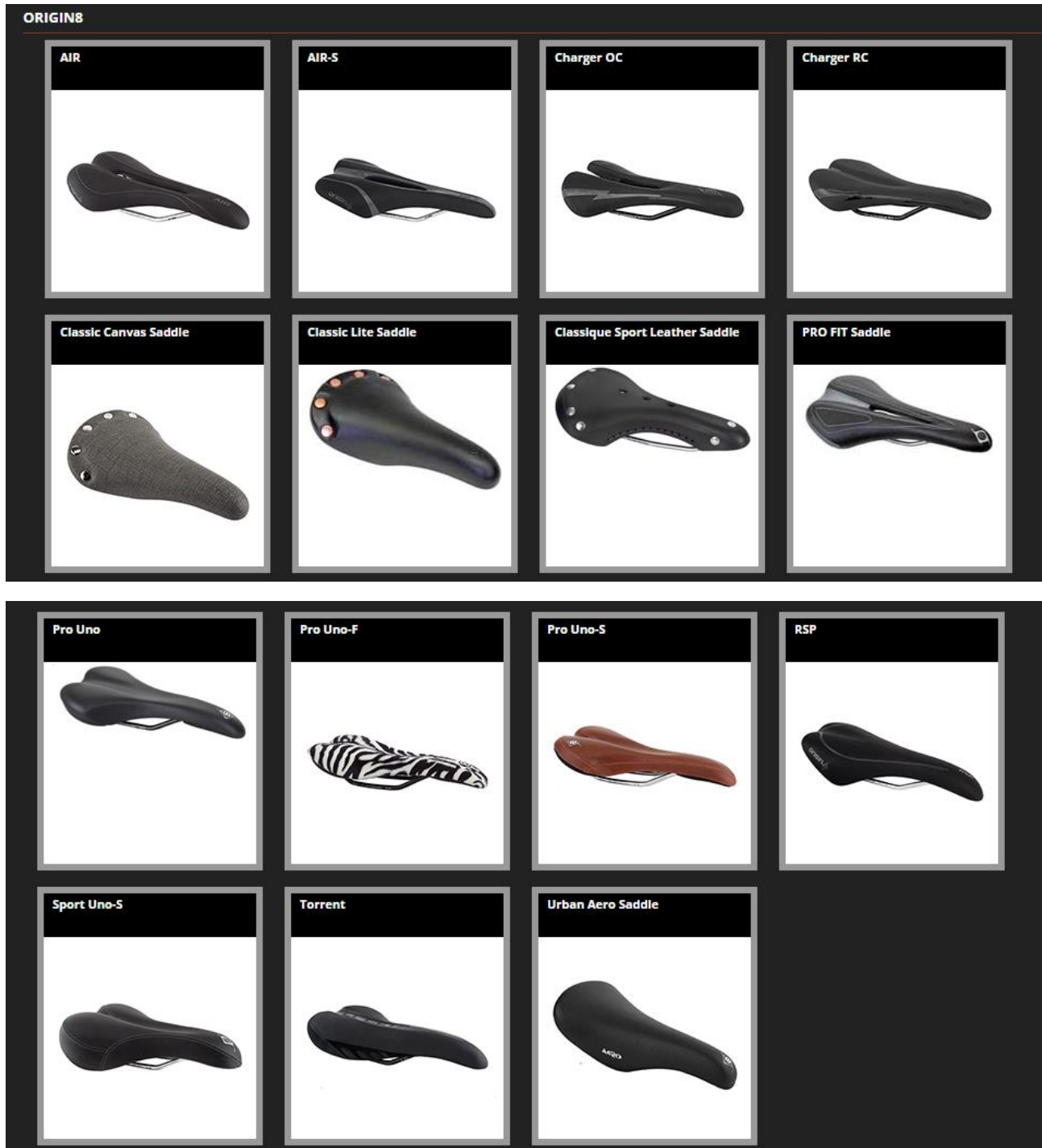
# ANEXO X: Manillares, Catálogo SantaFixie

<https://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/direccion/comprar-manillar-fixie.html#>

Manillar doble altura Mini-Fix Blanco 9,95 €	Manillar doble altura Mini-Fix Naranja 9,95 €	Manillar doble altura Mini-Fix Verde 9,95 €
Manillar doble altura Mini-Fix Amarillo 9,95 €	Manillar doble altura Mini-Fix Negro 9,95 €	Manillar doble altura Mini-Fix Plata 9,95 €
Manillar doble altura Mini-Fix Azul 9,95 €	Manillar doble altura Mini-Fix Oro 9,95 €	Manillar Bullhorn Negro 9,95 €
Manillar Pursuit Plata 11,95 €	Manillar Bullhorn Satori Plata 12,95 €	Manillar Zoom Doble Altura 25.4x620mm Negro 12,95 €
Manillar Zoom Doble Altura 31.8x620mm Negro 12,95 €	Manillar pista Eco plata 14,95 €	Manillar Bullhorn Eco Plata 14,95 €
Manillar Pista Plata 14,95 €	Manillar Zoom Doble Altura Negro 15,00 €	Manillar Zoom Doble Altura Plata 15,00 €
Manillar Recto Venzo Deno XCO Negro 15,95 €	Manillar Csepel doble altura negro 17,90 €	Manillar bicicleta Doble Altura Satori Deviant Mini Negro 19,95 €
Manillar bicicleta Doble Altura Satori Deviant Mini Blanco 19,95 €	Manillar bicicleta Doble Altura Satori Deviant Mini Rojo 19,95 €	Manillar bicicleta Doble Altura Satori Deviant Mini Plata 19,95 €

# ANEXO XI: Asientos Origin8

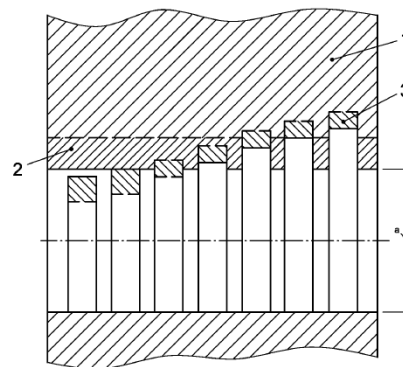
[http://www.origin8.bike/skills/components/?pirenko\\_portfolios=Saddles](http://www.origin8.bike/skills/components/?pirenko_portfolios=Saddles)





# ANEXO XII: Cálculos de las tolerancias de apriete

Como se indica en la memoria, para calcular el apriete de los diferentes elementos se hace uso de la norma UNE-EN ISO 286-1 la cual, a parte de explicar cómo se realizan los juegos y aprietes, aconseja ciertas calidades y tolerancias dependiendo del uso.



Leyenda  
1 Agujero base "H"  
2 Intervalo de tolerancia del agujero base  
3 Intervalo de tolerancia de los diferentes ejes  
a Dimensión nominal

Dimensión nominal mm		Grados de tolerancia normalizados																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Desde	Hasta e incluido	Valores de tolerancia normalizados																			
		μm												mm							
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630			9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800			10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1 000			11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1 000	1 250			13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1 250	1 600			15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1 600	2 000			18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2 000	2 500			22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2 500	3 150			26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Figura 1. Ajustes y Tabla de calidades

Dimensión nominal mm		Valores de las desviaciones fundamentales Límite inferior de la desviación, <i>ei</i>																	
Desde	Hacia e incluido	IT4 a IT7	Hasta e incluido IT3 y desde IT7	Todos los grados de tolerancia normalizados															
				k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
—	3	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60		
3	6	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80		
6	10	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97		
10	14	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130		
14	18											+39	+45	+60	+77	+108	+150		
18	24	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188		
24	30											+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160
30	40	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274	
40	50											+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242
50	65	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405		
65	80						+43	+59	+75	+102	+146	+174	+210	+274	+360	+480			
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585		
100	120						+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690		
120	140	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800		
140	160						+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900		
160	180	+4	0	+17	+31	+50	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1 000		
180	200						+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1 150		
200	225	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1 250		
225	250						+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1 050	+1 350		
250	280	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1 200	+1 550		
280	315						+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1 000	+1 300	+1 700		
315	355	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1 150	+1 500	+1 900		
355	400						+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1 000	+1 300	+1 650	+2 100		
400	450	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1 100	+1 450	+1 850	+2 400		

Figura 2. Tabla de diferencias inferiores del eje

### CIERRE-TIJA

Para este apriete se ha decidido hacer Agujero base, se cuenta con un **diámetro de 24 mm** y se ha optado por una calidad **agujero/eje de IT 7/6**. Donde mirando en la tabla proporcionada por la norma se obtiene que las **tolerancias son de 21/13 μm**.

Tomando el **agujero como base** se tiene **H7\_6**, por lo que se debe encontrar un valor para el eje en el que haya apriete, sabiendo que la suma de tolerancias es

$$T + t = 21 + 13 = 34 \mu m$$

Sabiendo esto, el apriete máximo debe ser mayor o igual a este valor, y el apriete mínimo debe ser igual o mayor a 0.

$$AM \geq 34 \rightarrow AM = di + t = di + 13 \rightarrow di \geq 21 \mu m$$

$$Am \geq 0 \rightarrow Am = di - T = di - 21 \rightarrow di \geq 21 \mu m$$

Buscando en las tablas, el valor inmediatamente superior a 21 es 22 y corresponde a la letra **p**, por lo que el apriete es **H7p6**.

Agujero máximo = 25,521 mm	Agujero mínimo = 25,500 mm
Eje máximo = 25,535 mm	Eje mínimo = 25,522 mm
Apriete máximo = 35 μm	Apriete mínimo = 1 μm



## BULÓN-CIERRE

En este caso se cuenta con un **diámetro de 5 mm** vuelve a hacer agujero base, pero las **calidades agujero/eje son IT 6/6**, este cambio se debe a que si el IT del agujero hubiese sido 7, el apriete máximo habría tenido el valor de la suma de tolerancias y el apriete mínimo habría sido 0. Se ha decidido este cambio para asegurar que siempre exista apriete.

En este caso se tiene **H6\_6**, por lo que el apriete será mayor.

$$T + t = 8 + 8 = 16 \mu m$$

A continuación se siguen las pautas del caso anterior

$$AM \geq 16 \rightarrow AM = di + t = di + 8 \rightarrow di \geq 8 \mu m$$

$$Am \geq 0 \rightarrow Am = di - T = di - 8 \rightarrow di \geq 8 \mu m$$

Buscando en las tablas, el valor inmediatamente superior a 8 es 12 y corresponde a la letra **p**, por lo que el apriete es **H6p6**.

Agujero máximo = 5,008 mm	Agujero mínimo = 5,000 mm
Eje máximo = 5,020 mm	Eje mínimo = 5,012 mm
Apriete máximo = 20 $\mu m$	Apriete mínimo = 4 $\mu m$

## CABEZA DE TIJA-CUERPO DE TIJA

Para este caso se repite el diámetro de **24 mm** y el agujero base, así como las **calidades IT 7/6**, sin embargo, al no contar con un bulón que ayude a fijar la pieza se ha decidido aumentar el apriete cambiando la diferencia inferior del eje.

$$T + t = 8 + 8 = 16 \mu m$$

$$AM \geq 34 \rightarrow AM = di + t = di + 13 \rightarrow di \geq 21 \mu m$$

$$Am \geq 0 \rightarrow Am = di - T = di - 21 \rightarrow di \geq 21 \mu m$$

Se podría elegir la diferencia inferior p, pero al perseguir un mayor apriete, se ha elegido la **s** que cuenta con un valor de **35**, por lo que el apriete es **H7s6**

Agujero máximo = 25,521 mm	Agujero mínimo = 25,500 mm
Eje máximo = 25,548 mm	Eje mínimo = 25,535 mm
Apriete máximo = 48 $\mu m$	Apriete mínimo = 14 $\mu m$

De esta manera se asegura que siempre exista un apriete, y además mayor que en el otro caso.



### **BULÓN-SUJECIÓN DEL SILLÍN**

El apriete de estos elementos es idéntico al del Bulón cierre, calculado anteriormente. **Diámetro de 5 mm** vuelve a ser agujero base, las **calidades agujero/eje son IT 6/6**. En este caso se tiene **H6p6**, por lo que el apriete será mayor.

Agujero máximo = 5,008 mm	Agujero mínimo = 5,000 mm
Eje máximo = 5,020 mm	Eje mínimo = 5,012 mm
Apriete máximo = 20 $\mu$ m	Apriete mínimo = 4 $\mu$ m

# ANEXO XIII: Propiedades Acero al boro

<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=688fb4a1bf9641c5991f15ff85b41647>

Physical Properties		Metric	English	Comments
Density		7.87 g/cc	0.284 lb/in <sup>3</sup>	Estimated by MatWeb
Mechanical Properties		Metric	English	Comments
Hardness, Vickers		540	540	HV <sub>10</sub> ; approximate
Tensile Strength, Ultimate		1720 MPa	249000 psi	
Tensile Strength, Yield		1200 MPa	174000 psi	
Elongation at Break		10 %	10 %	As
Impact		15	15	J/cm <sup>2</sup> , -20°C
		25	25	J/cm <sup>2</sup> , 20°C
Component Elements Properties		Metric	English	Comments
Boron, B		0.0030 %	0.0030 %	
Carbon, C		0.25 - 0.30 %	0.25 - 0.30 %	
Chromium, Cr		0.15 - 0.25 %	0.15 - 0.25 %	
Iron, Fe		98 %	98 %	As Remainder
Manganese, Mn		1.0 - 1.3 %	1.0 - 1.3 %	
Phosphorous, P		<= 0.030 %	<= 0.030 %	
Silicon, Si		0.20 - 0.35 %	0.20 - 0.35 %	
Sulfur, S		<= 0.025 %	<= 0.025 %	

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



IV PLANOS

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

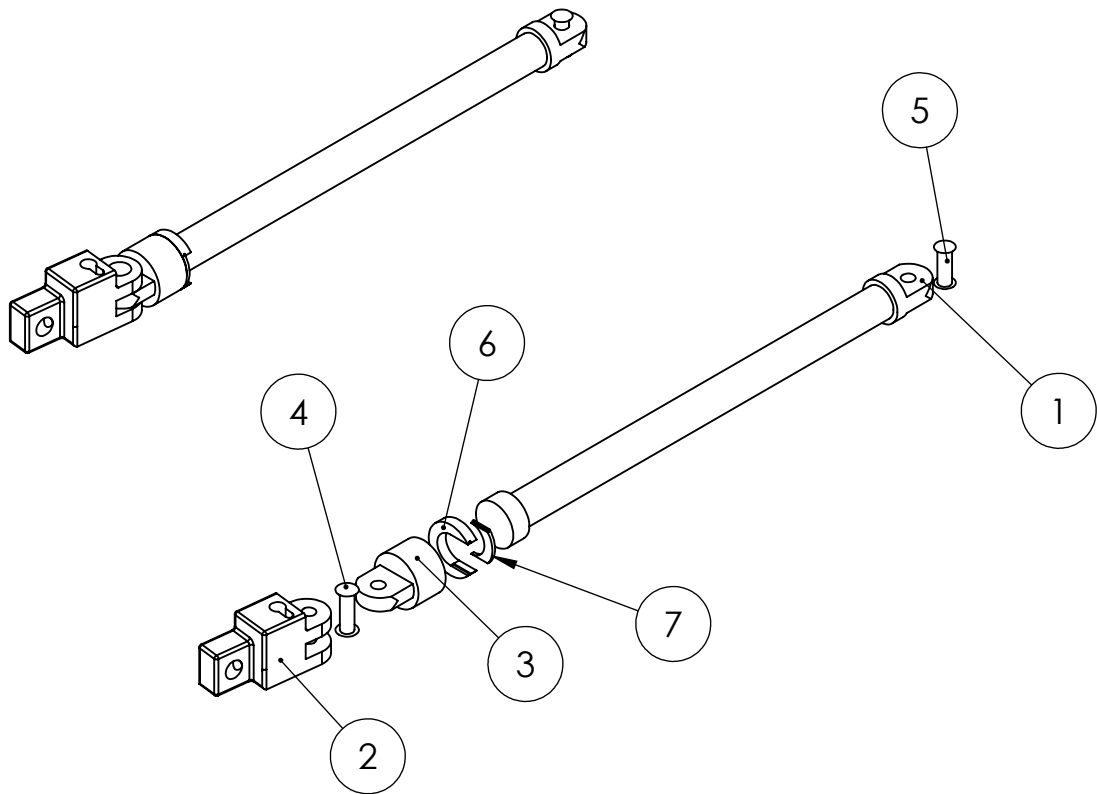
Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017



# ÍNDICE DE PLANOS

- 1. BARRA CANDADO**
- 2. BARRA**
- 3. GIRADOR**
- 4. CERRADURA**
- 5. PESTILLO Y PERCUTOR**
- 6. TAPA Y TAPÓN**
- 7. CIERRE, TIJA Y BULÓN DE APRIETE**
- 8. SUJECIÓN DEL SILLÍN**
- 9. PIEZAS DE LA SUJECIÓN DEL SILLÍN**
- 10. CUADRO**
- 11. CUADRO VISTAS HORQUILLA TRASERA**
- 12. CIERRE DEL CUADRO**
- 13. SUJECIÓN DE LA BARRA CANDADO**
- 14. FINAL DE HORQUILLA TRASERA**
- 15. BARRA DE REFUERZO**



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	N.º DE PLANO	Material	CANTIDAD
1	BARRA	2	1.2842 (90MnCrV8)	1
2	CERRADURA	4	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
3	GIRADOR CERRADURA	3	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
4	REMACHE 1		1.4057 (X17CrNi16-2)	1
5	REMACHE 2		1.4057 (X17CrNi16-2)	1
6	TAPA	6	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
7	TAPÓN DE TAPA	6	Silicona	1



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako*  
*Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**BARRA CANDADO**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**1:5**

Nº PLANO:

**1**



4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

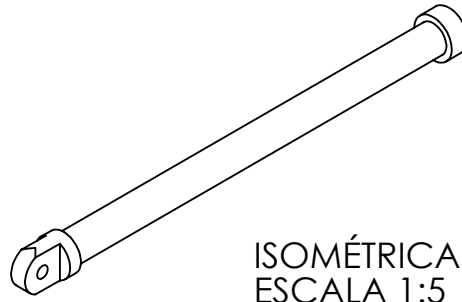
C

B

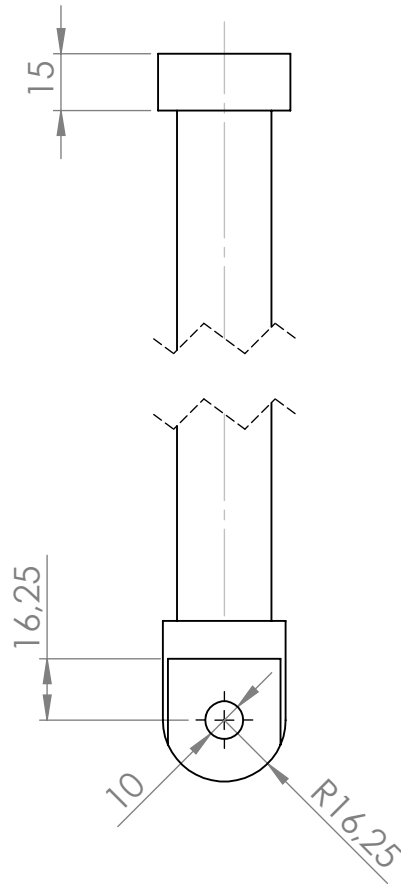
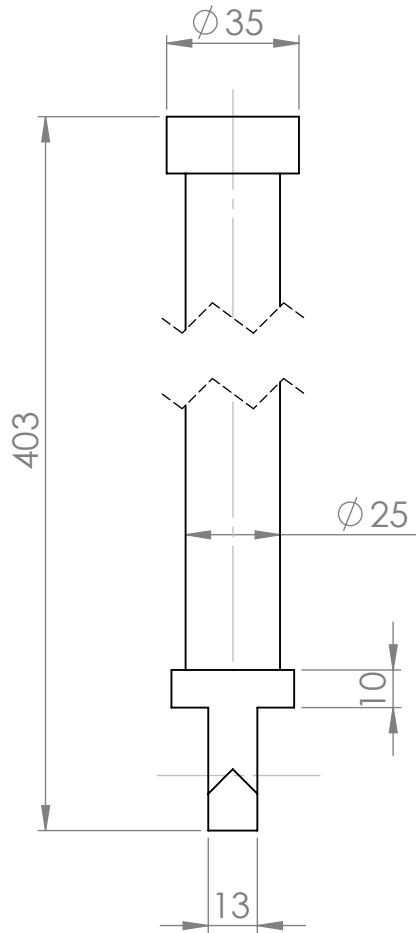
B

A

A



ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:5



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**BARRA**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**1:2**

Nº PLANO:

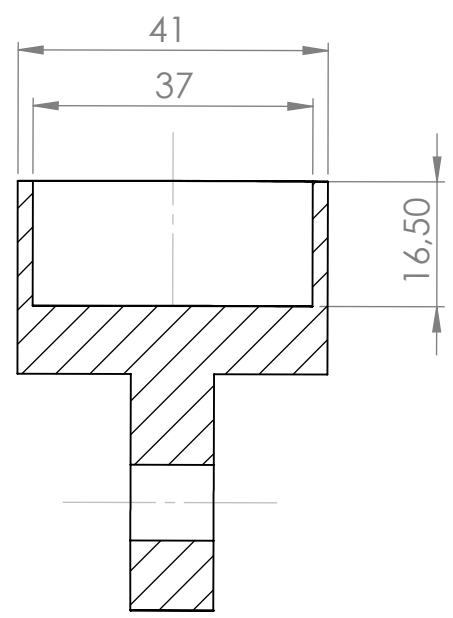
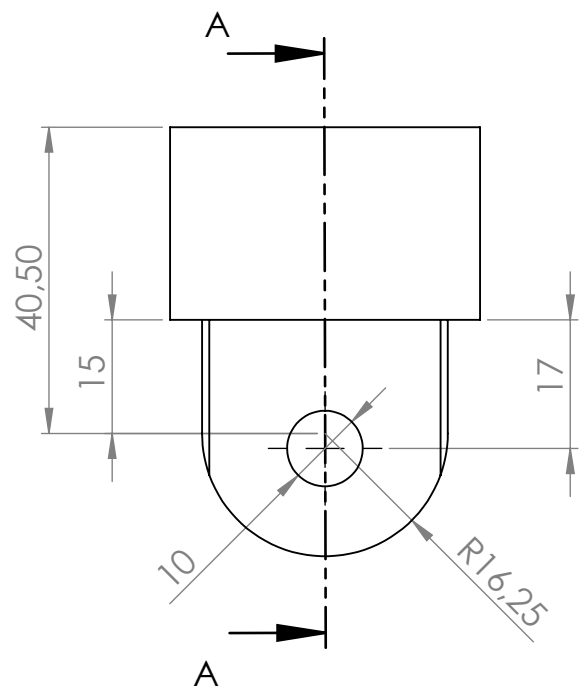
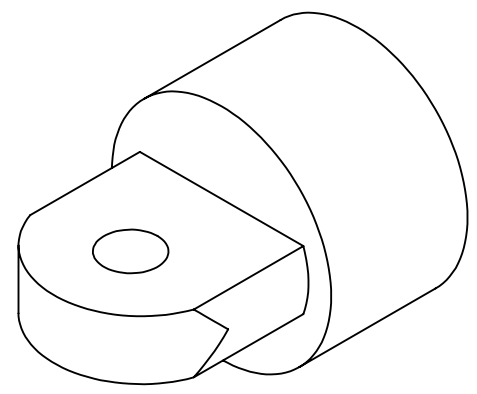
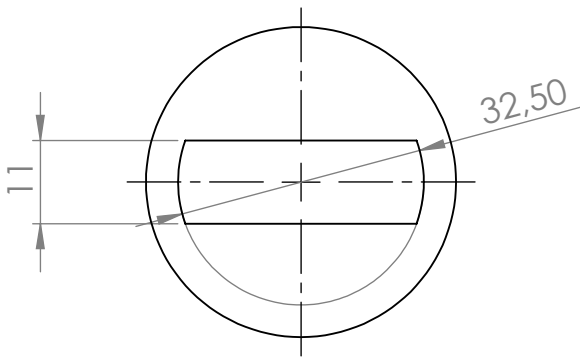
**2**

4

3

2

1



SECCIÓN A-A



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako*  
*Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**GIRADOR**

FECHA:

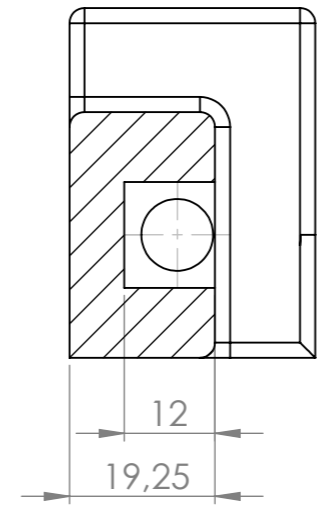
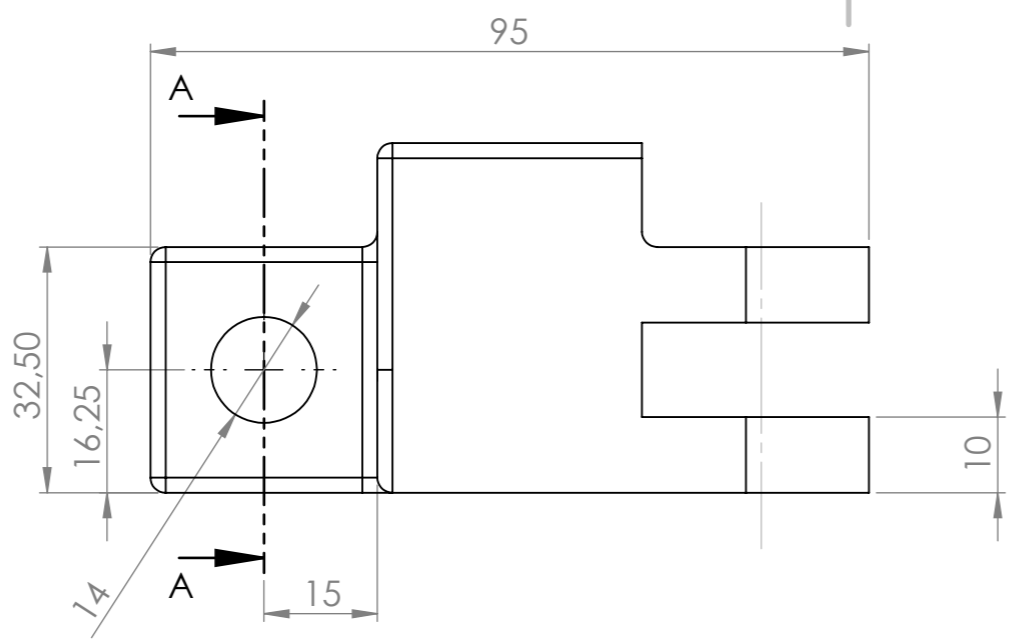
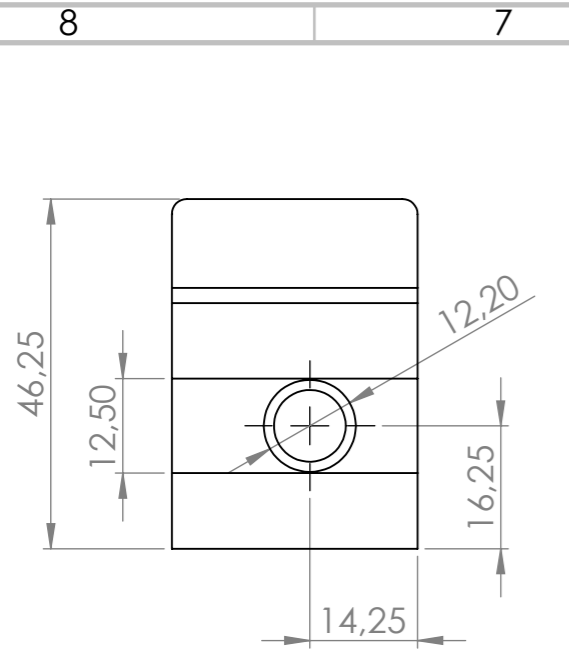
**23/06/17**

ESCALA:

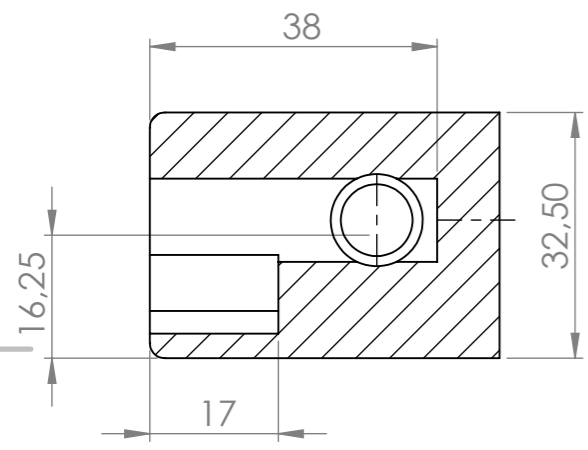
**1:1**

Nº PLANO:

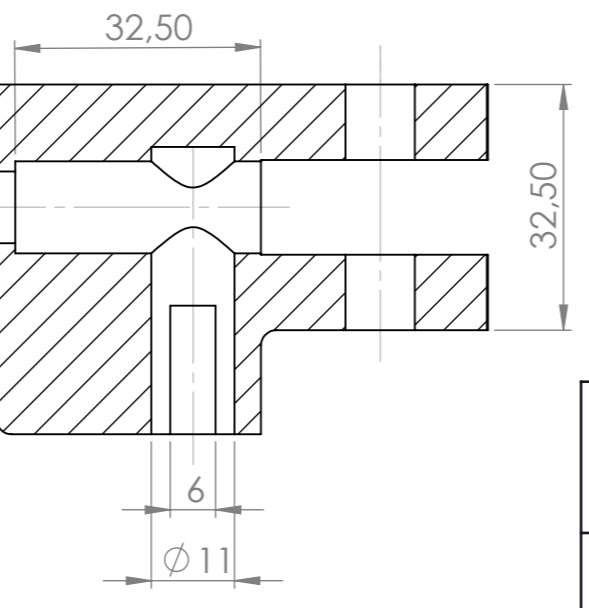
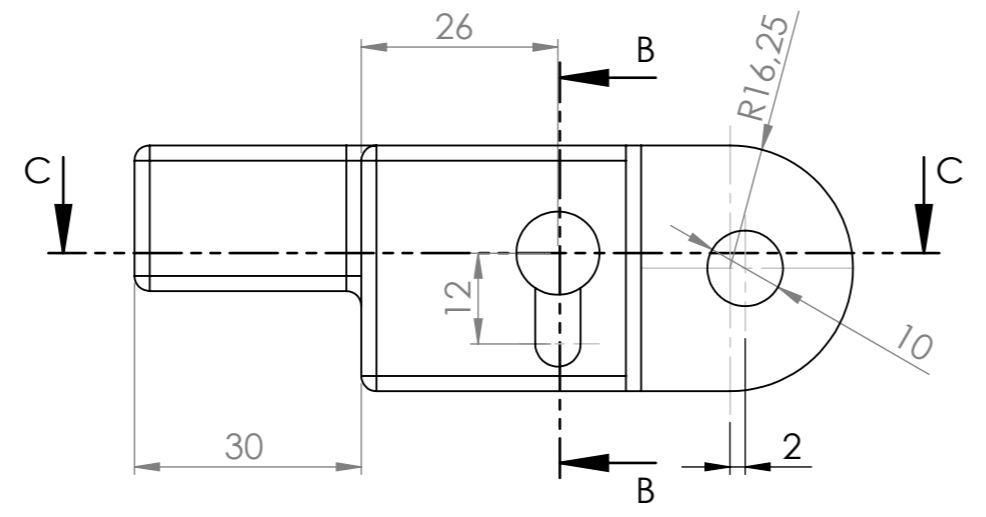
**3**



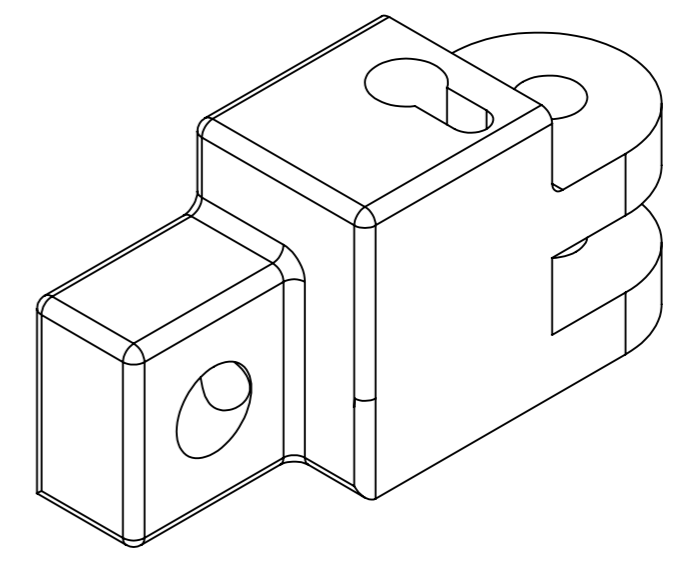
SECCIÓN A-A




SECCIÓN B-B

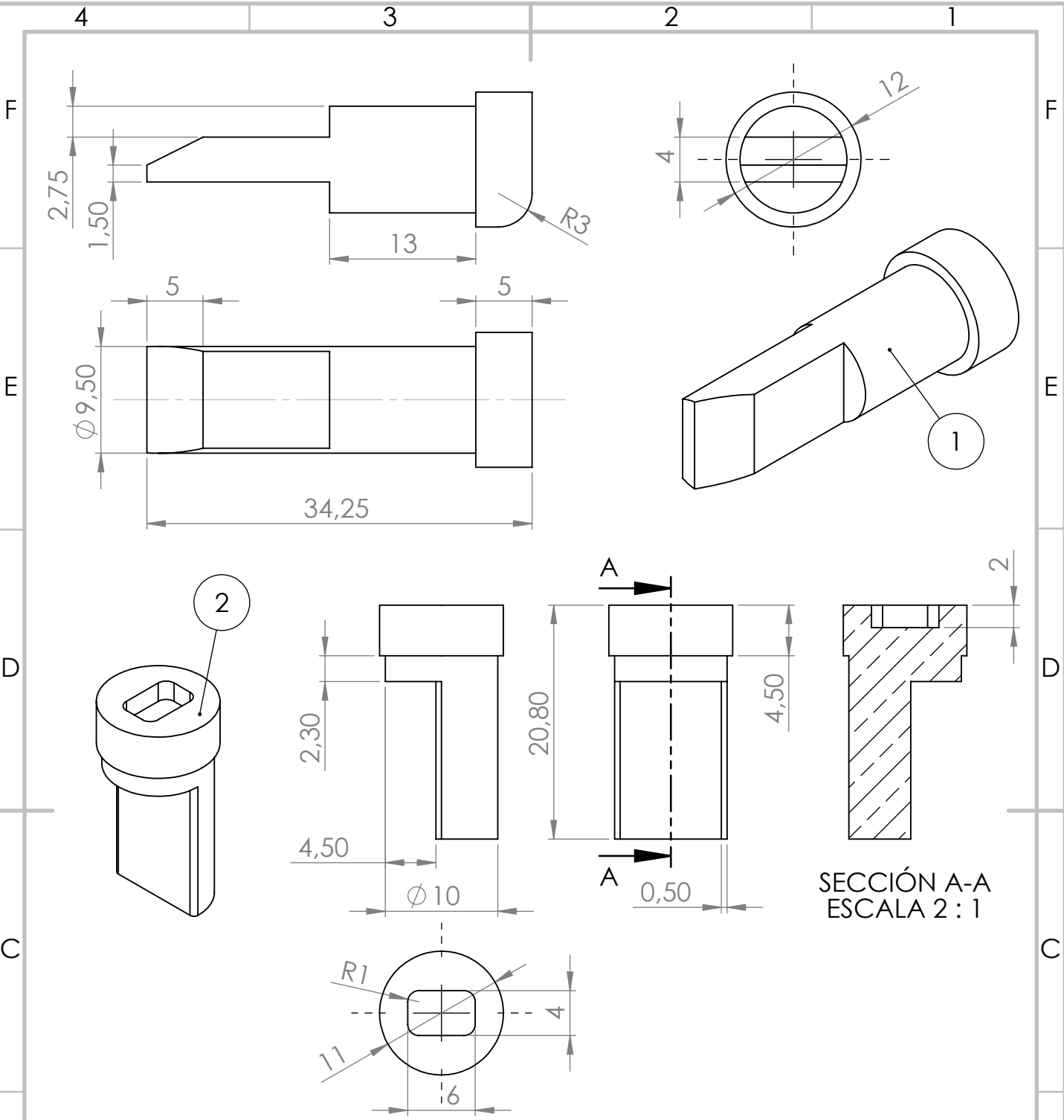


SECCIÓN C-C




TODAS LAS ARISTAS REDONDEADAS TIENEN RADIO 2

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA RURAL</b>			
	PROYECTO: <b>DISEÑO BICICLETA</b>		REALIZADO: <b>CAVERO GAN, JULEN</b>		
PLANO: <b>CERRADURA</b>		FIRMA:	FECHA: <b>23/06/17</b>	ESCALA: <b>1:1</b>	Nº PLANO: <b>4</b>



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	PESTILLO	1.2842 (90MrCrV8)	1
2	PERCUTOR	LATÓN	1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	DEPARTAMENTO:			
	PROYECTO: <b>DISEÑO BICICLETA</b>		REALIZADO: <b>CAVERO GAN, JULEN</b>		
PLANO: <b>PESTILLO Y PERCUTOR</b>		FIRMA:	FECHA: <b>23/06/23</b>	ESCALA: <b>2:1</b>	N.º PLANO: <b>5</b>

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

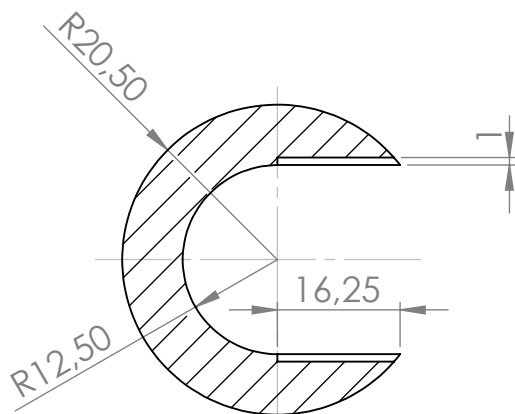
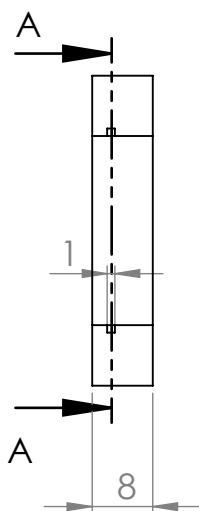
C

B

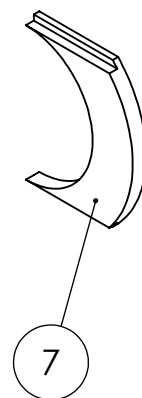
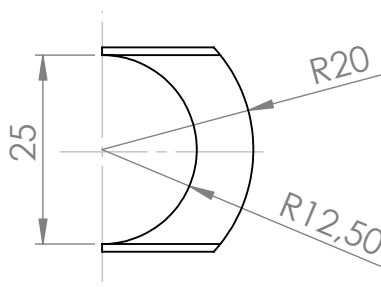
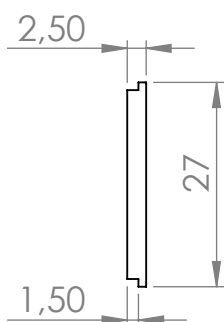
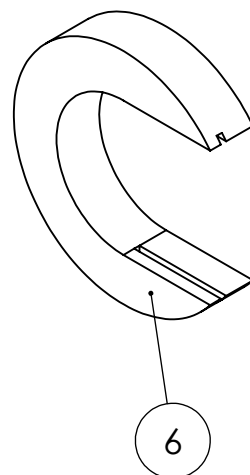
B

A

A



SECCIÓN A-A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
6	TAPA	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
7	TAPÓN DE TAPA	Silicona	1



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**TAPA Y TAPÓN**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**2:1**

Nº PLANO:

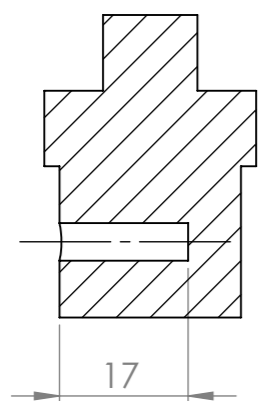
**6**

4

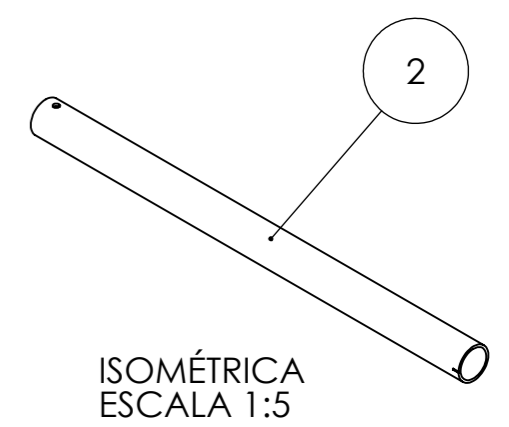
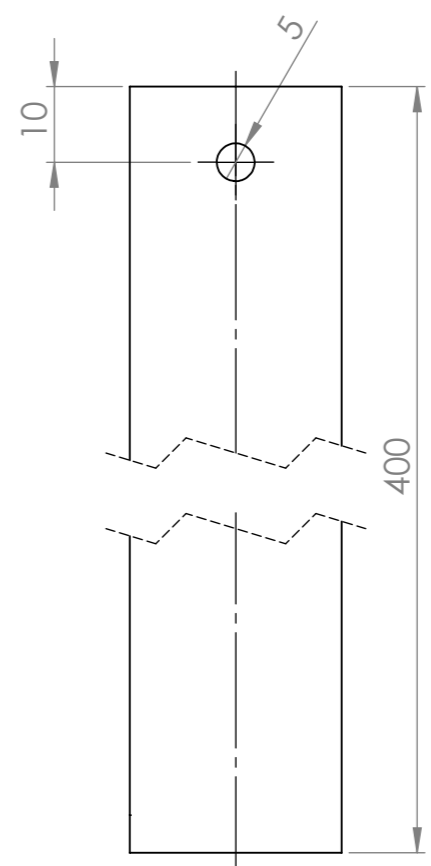
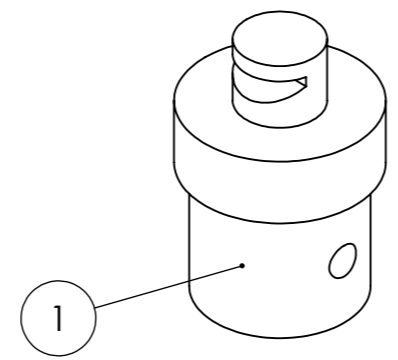
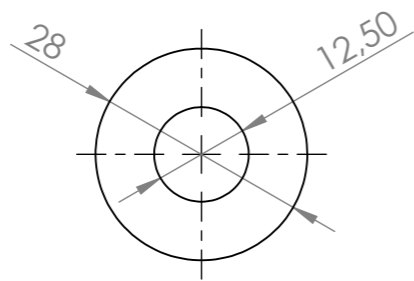
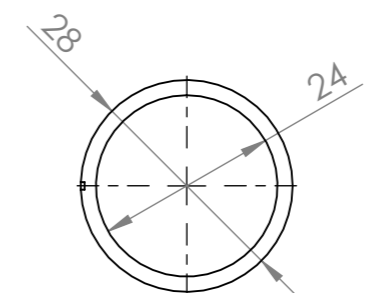
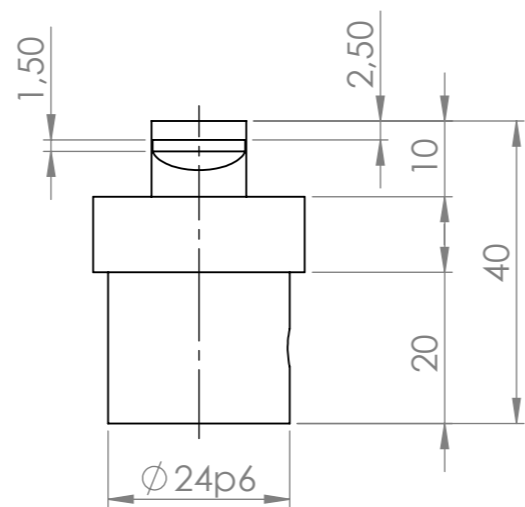
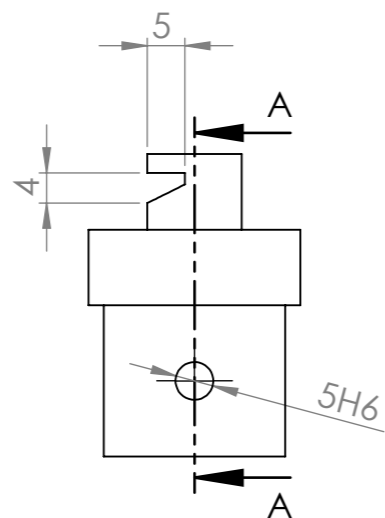
3

2

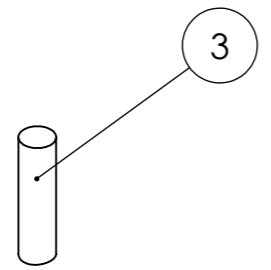
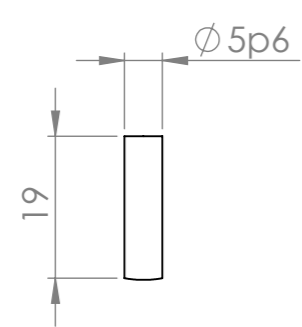
1




SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:1

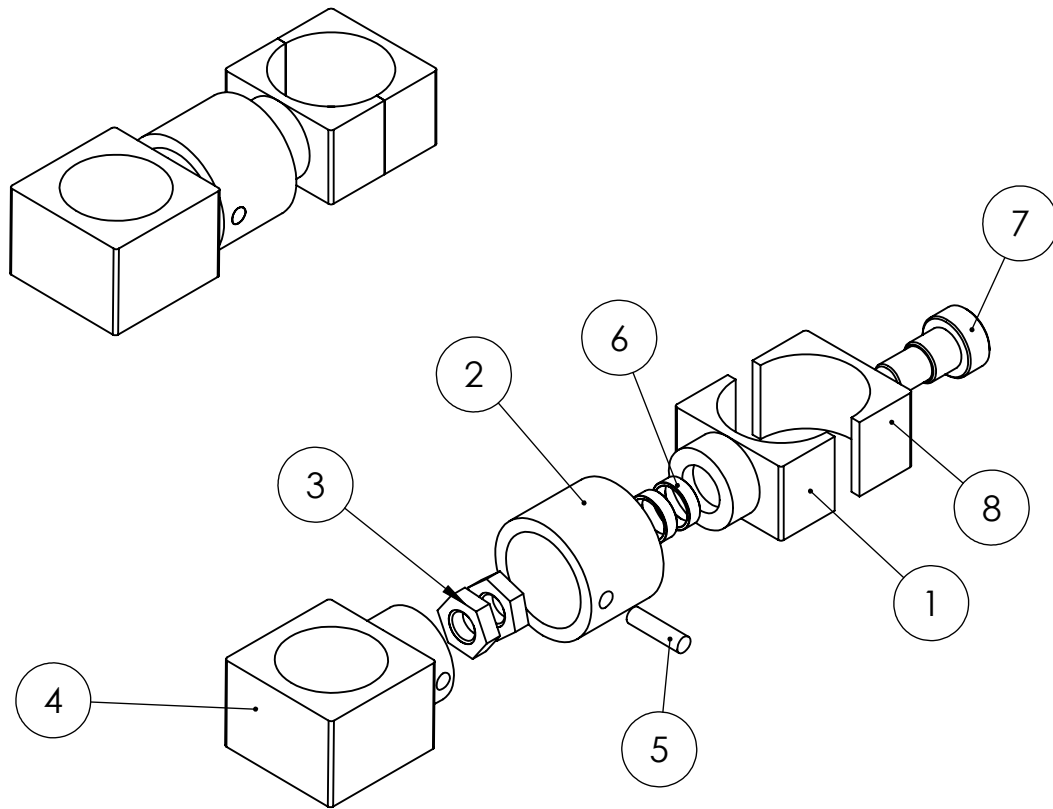


ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:5



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	CIERRE	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
2	TIJA	1.2083 (X42Cr13)	1
3	BULÓN DE APRIETE	1.4057 (X17CrNi16-2)	1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA RURAL</b>
	PROYECTO: <b>DISEÑO BICICLETA</b>	
PLANO: <b>CIERRE, TIJA Y BULÓN DE APRIETE</b>		REALIZADO: <b>CAVERO GAN, JULEN</b> FIRMA: FECHA: <b>23/06/17</b>
		ESCALA: <b>1:1</b> N.º PLANO: <b>7</b>



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	AGARRE A CUADRO	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
2	GIRO DE SUJECIÓN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
3	hex thin nut gradeb_din2		2
4	AGARRE A SILLÍN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
5	BARRA APRIETE SUJECIÓN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
6	A 12-14-4	BRONCE	2
7	ISO7379 M10X15	1.2083 (X42Cr13)	1
8	TOPE AGARRE A CUADRO	1.4057(x17cRnI16-2)	1



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**SUJECIÓN DEL SILLÍN**

FECHA:

**23/06/17**

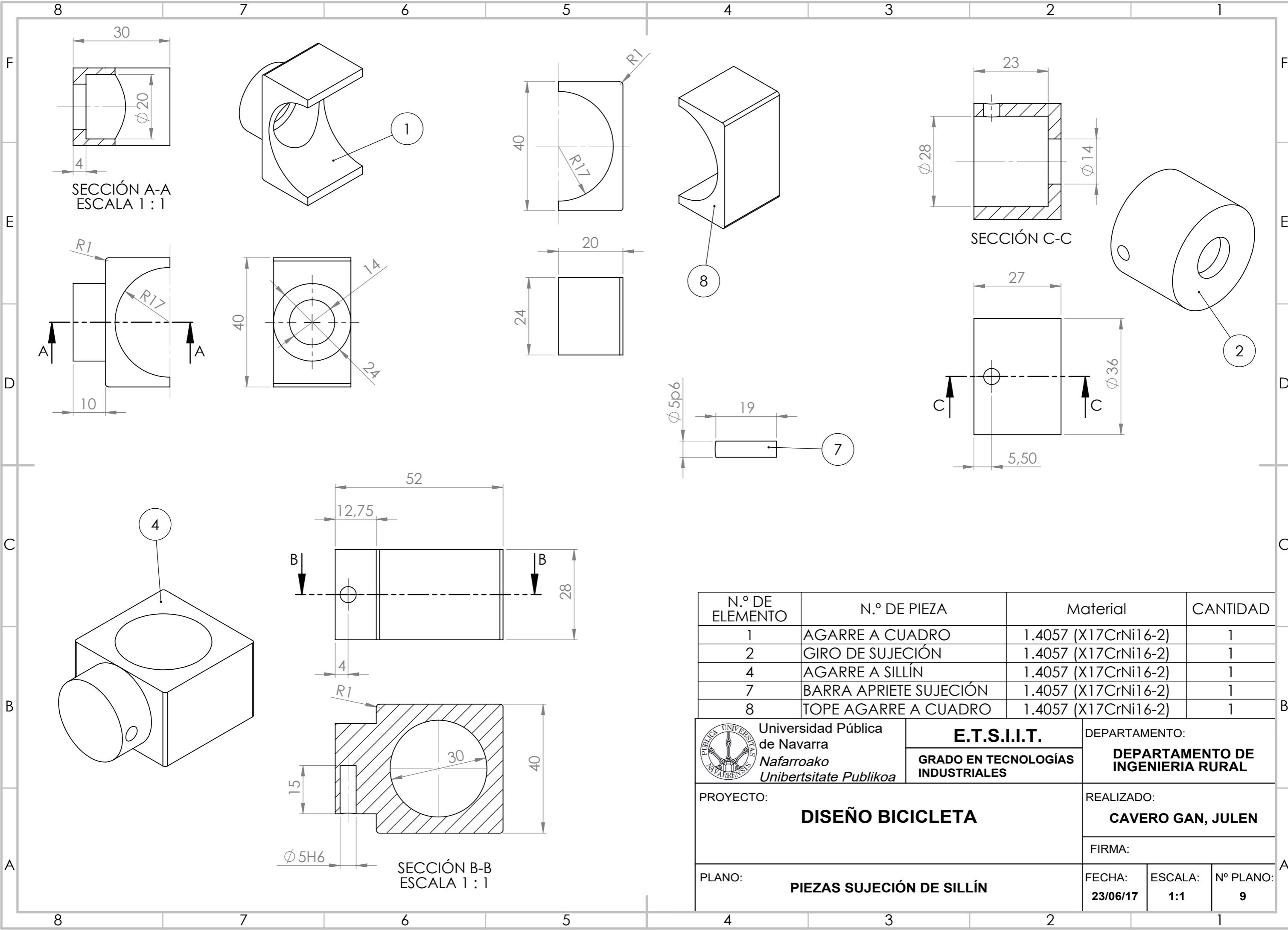
ESCALA:

**1:1**


Nº PLANO:

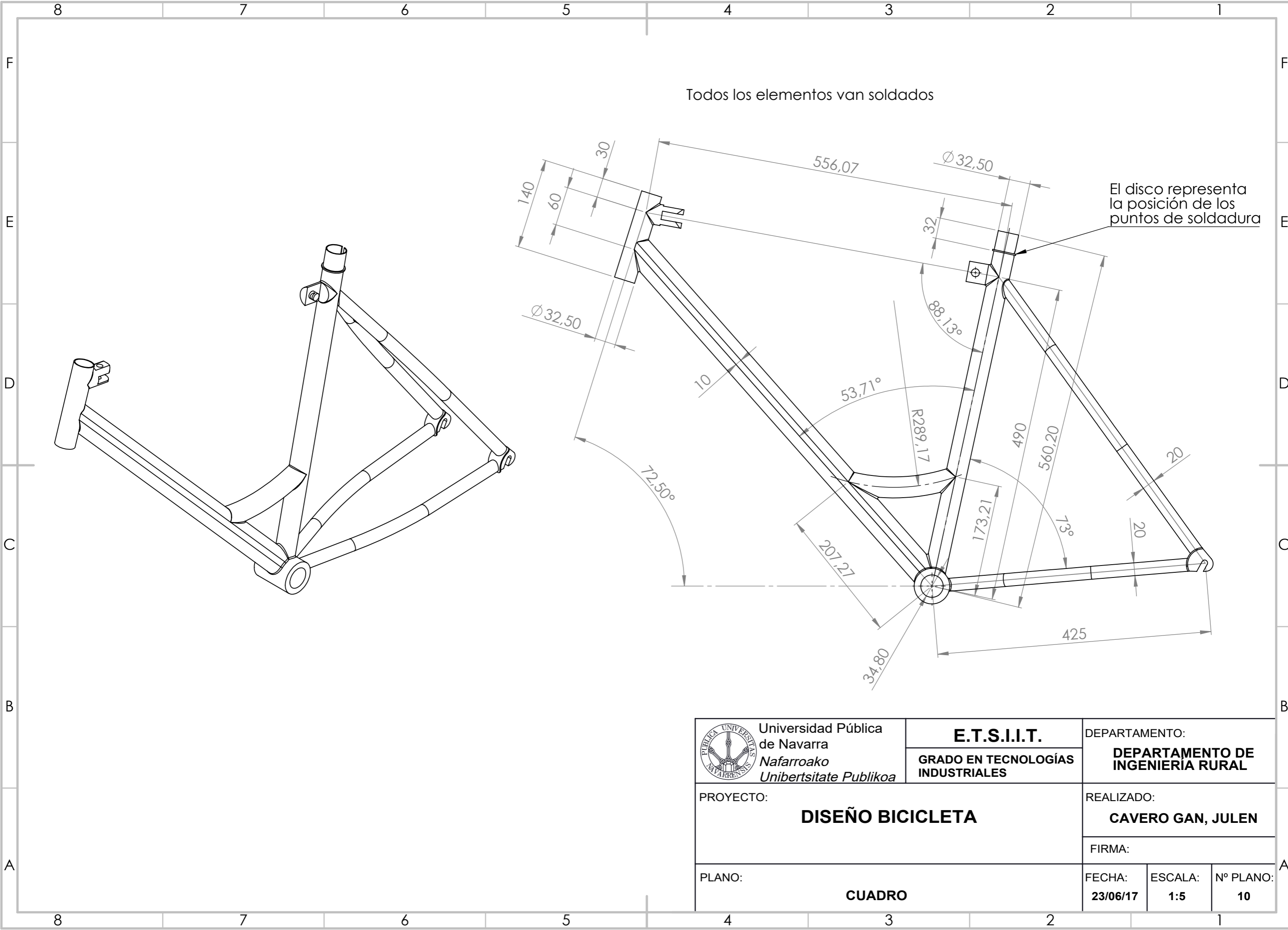
**8**





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	AGARRE A CUADRO	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
2	GIRO DE SUJECIÓN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
4	AGARRE A SILLÍN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
7	BARRA APRIETE SUJECIÓN	1.4057 (X17CrNi16-2)	1
8	TOPE AGARRE A CUADRO	1.4057 (X17CrNi16-2)	1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA RURAL</b>	
	GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	REALIZADO: <b>CAVERO GAN, JULEN</b>	
PROYECTO: <b>DISEÑO BICICLETA</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PIEZAS SUJECIÓN DE SILLÍN</b>		FECHA: <b>23/06/17</b>	ESCALA: <b>1:1</b>
		Nº PLANO: <b>9</b>	



Todos los elementos van soldados

El disco representa la posición de los puntos de soldadura

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA RURAL</b>	
PROYECTO:		REALIZADO:	
<b>DISEÑO BICICLETA</b>		<b>CAVERO GAN, JULEN</b>	
PLANO:		FIRMA:	
<b>CUADRO</b>		FECHA: <b>23/06/17</b>	ESCALA: <b>1:5</b>
		Nº PLANO: <b>10</b>	

4

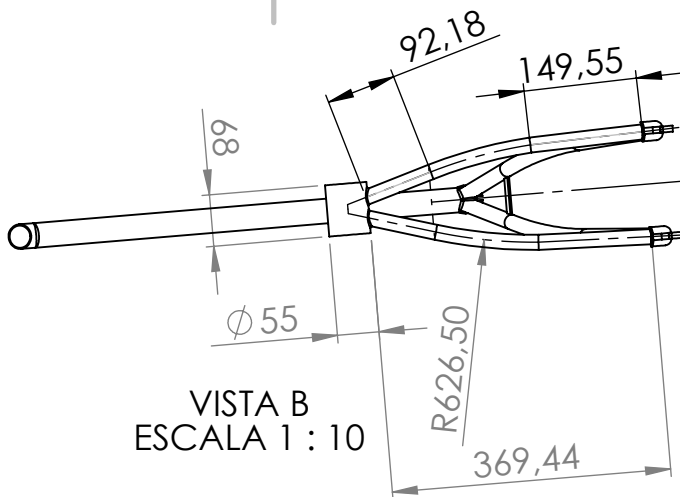
3

2

1

F

F



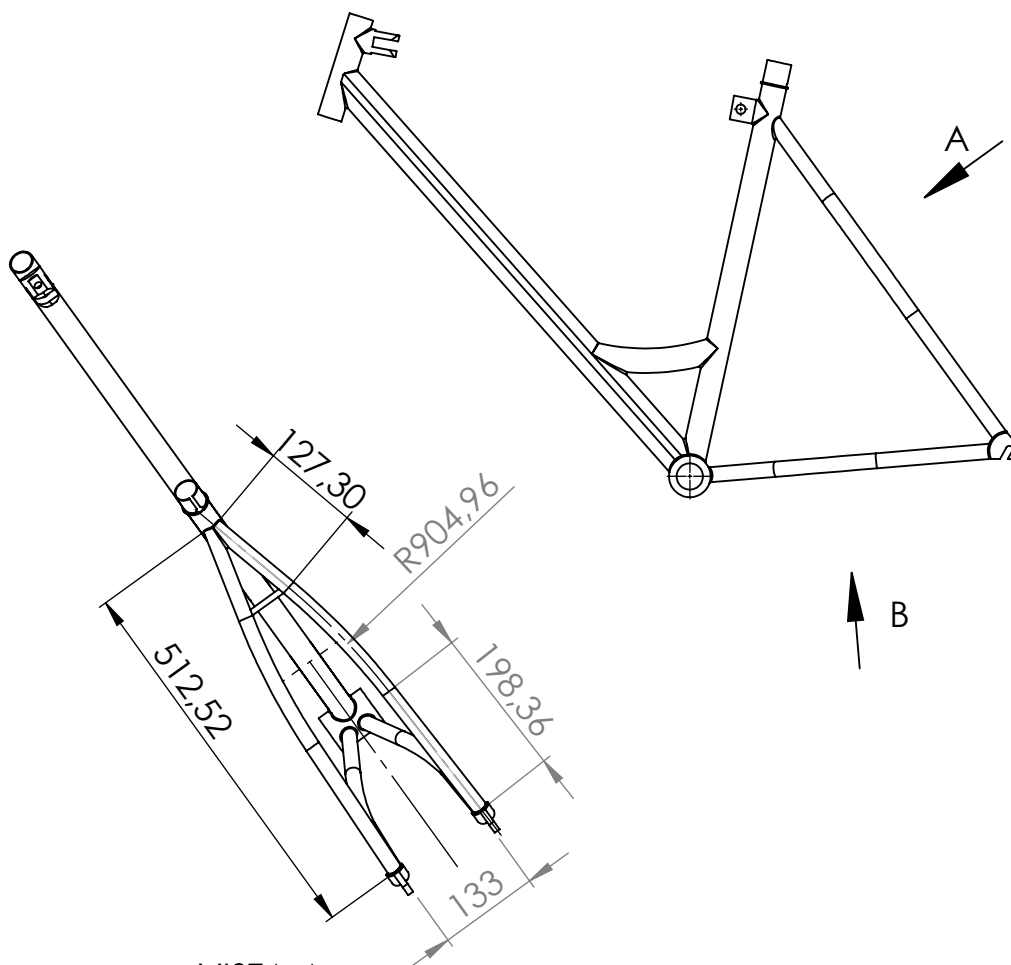
VISTA B  
ESCALA 1 : 10

E

E

D

D



VISTA A  
ESCALA 1 : 10

C

C

B

B



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

A

A

PLANO:

**CUADRO, VISTAS HORQUILLA TRASERA**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**1:10**

Nº PLANO:

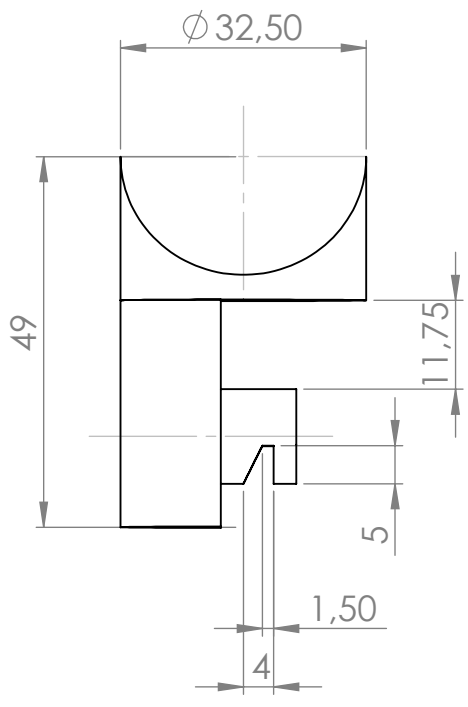
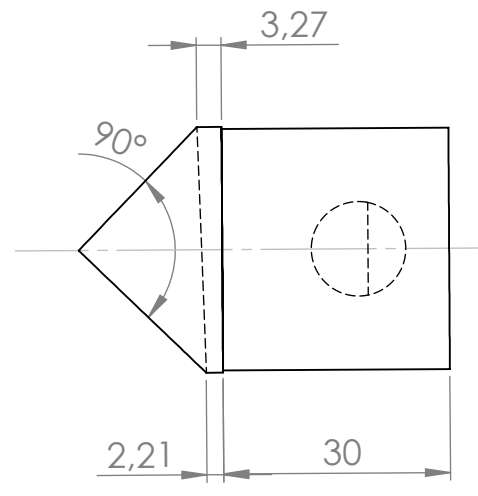
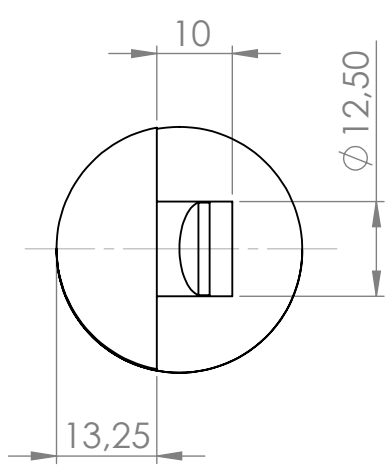
**11**

4

3

2

1



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako*  
*Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**CIERRE DEL CUADRO**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**1:1**

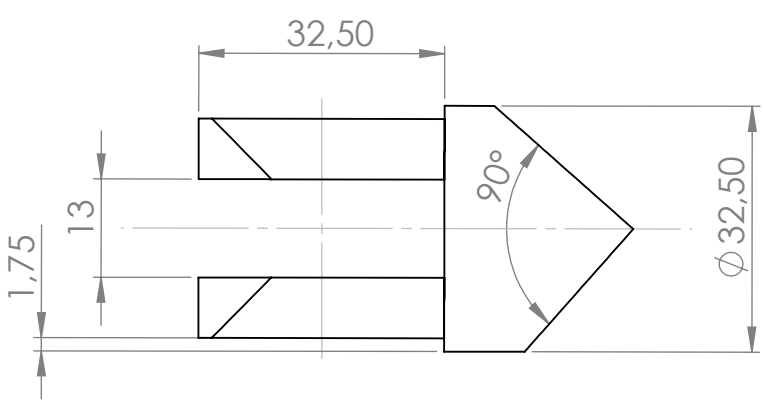
Nº PLANO:

**12**

4 3 2 1

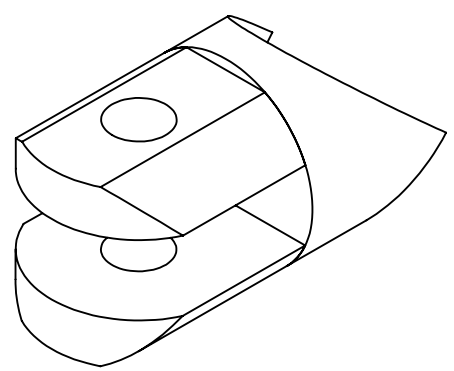
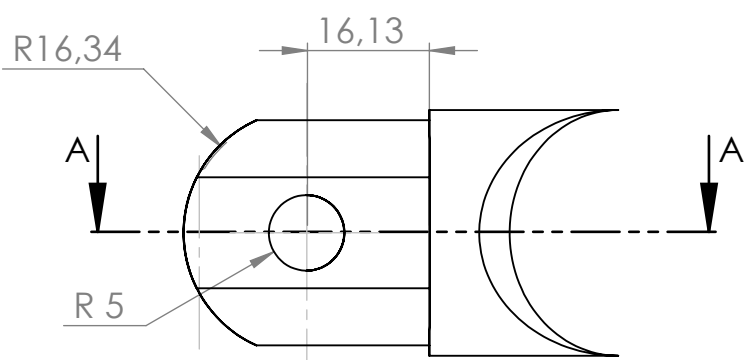
F

F



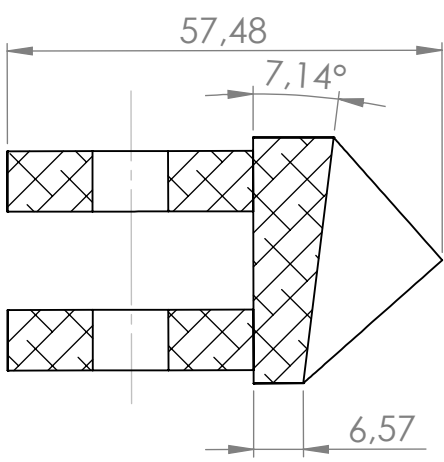
E

E



D

D



C

C

SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1

B

B



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako*  
*Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

A

A

PLANO:

**SUJECIÓN DE LA BARRA CANDADO**

FECHA:

**23/06/17**

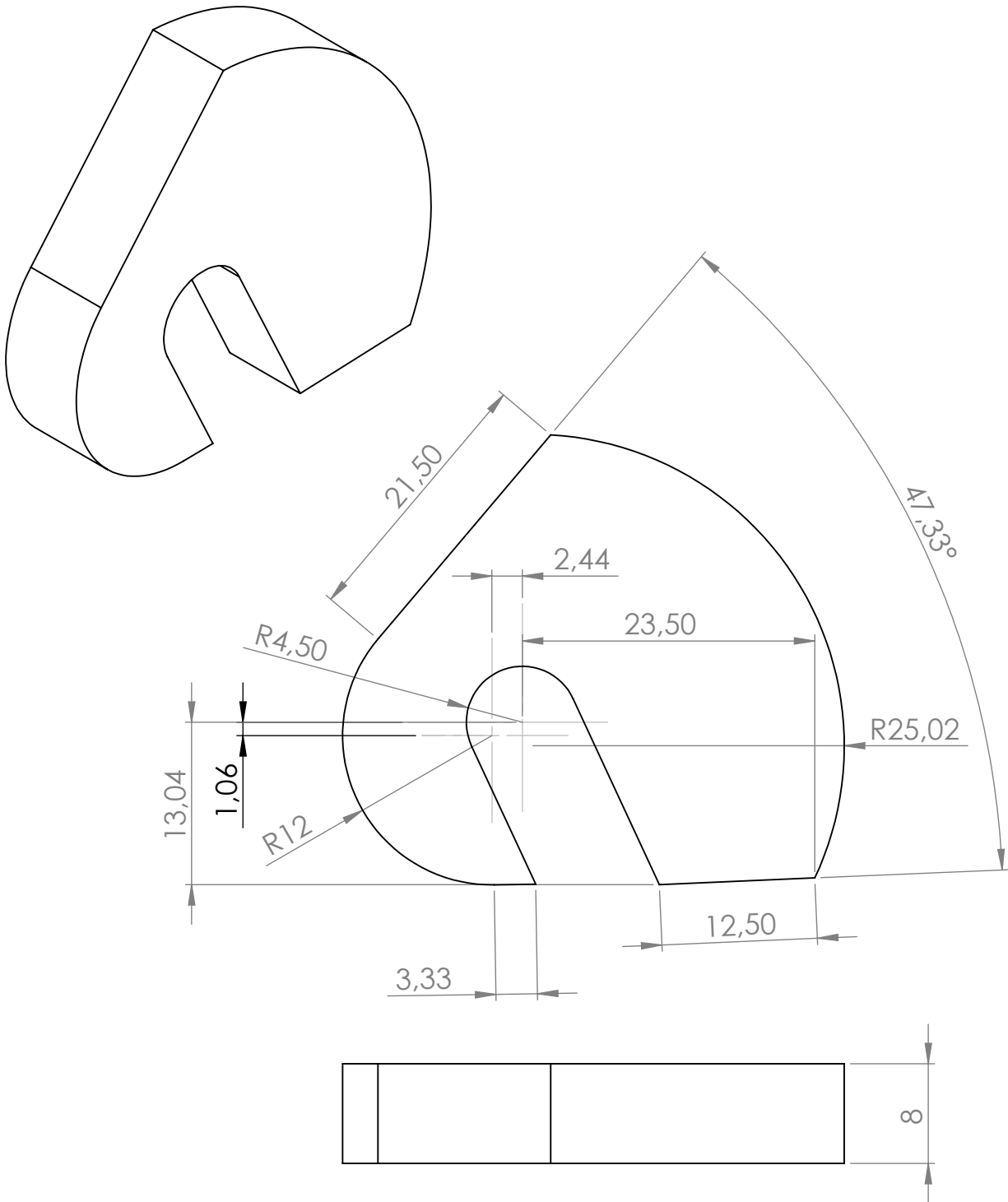
ESCALA:

**1:1**

Nº PLANO:

**13**

4 3 2 1



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**FINAL DE HORQUILLA TRASERA**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**2:1**

Nº PLANO:

**20/12/16**

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

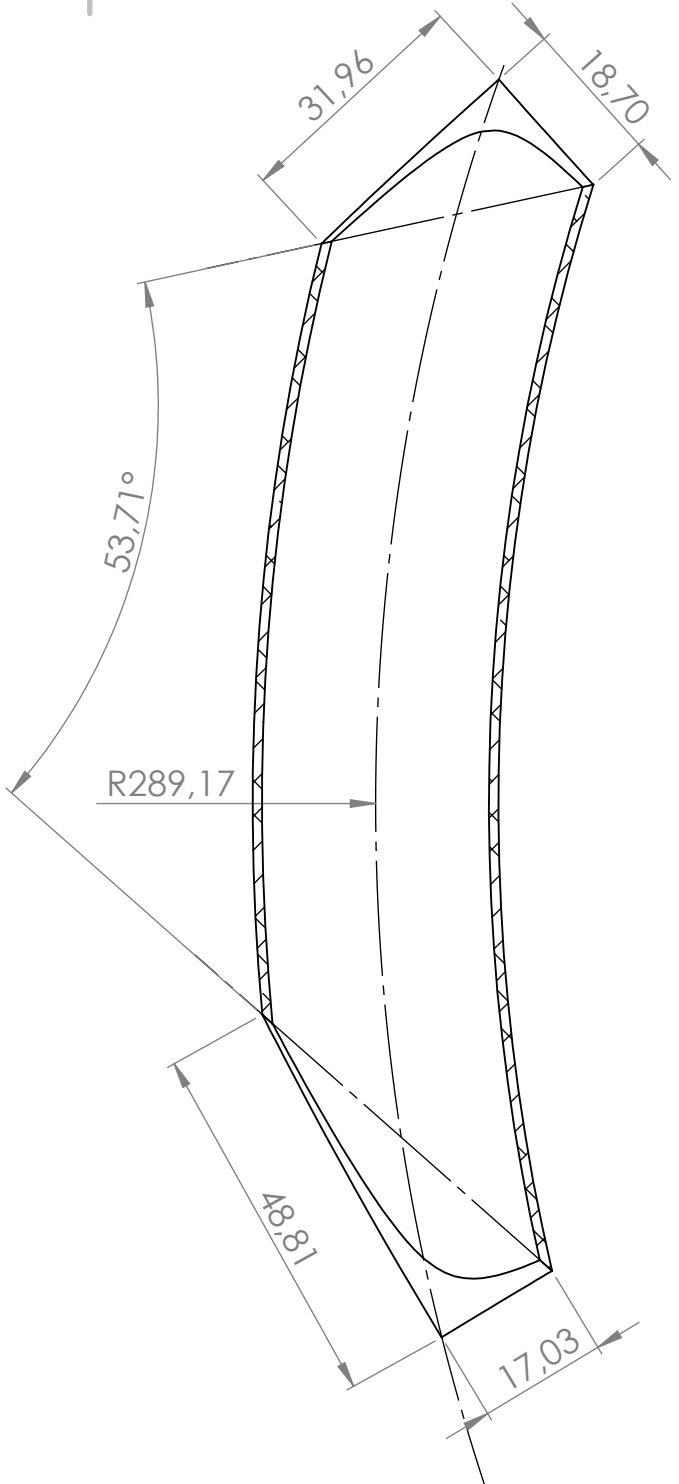
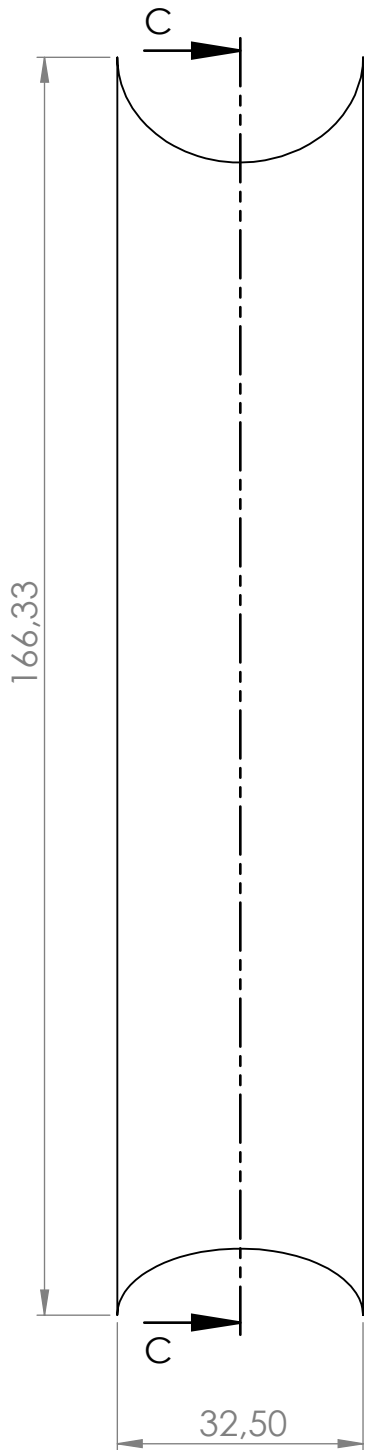
C

B

B

A

A



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 1



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO BICICLETA**

REALIZADO:

**CAVERO GAN, JULEN**

FIRMA:

PLANO:

**BARRA REFUERZO DEL CUADRO**

FECHA:

**23/06/17**

ESCALA:

**1:1**

Nº PLANO:

**15**

4

3

2

1



E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



V PLIEGO DE CONDICIONES

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017





# ÍNDICE

1. FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS.....	3
1.1 AGARRE DE CUADRO .....	3
1.2 GIRO DE SUJECIÓN .....	5
1.3 AGARRE A SILLÍN.....	6
1.4 CIERRE DE TIJA.....	7
1.5 CIERRE DE CUADRO .....	8
1.6 SUJECIÓN DE LA BARRA CANDADO .....	9
1.7 BARRA .....	10
1.8 GIRADOR .....	11
1.9 CERRADURA .....	12
1.10 PESTILLO .....	13
1.11 PERCUTOR .....	14
1.12 TAPA.....	15
1.13 TAPÓN .....	15
2. MONTAJE DE LA BICICLETA .....	16
2.1 RUEDAS .....	16
2.2 DIRECCIÓN.....	18
2.3 TRANSMISIÓN .....	20
2.4 SILLÍN.....	21
2.5 CUADRO .....	22
2.5.1 BARRA CANDADO .....	22
2.5.2 SUJECIÓN DEL SILLÍN .....	23
3. MATERIALES DE LOS ELEMENTOS .....	24



Diseño de bicicletas con candado incorporado en el cuadro  
Julen Caverio Gan

# PLIEGO DE CONDICIONES

En este documento se registran tanto la fabricación de las piezas como la justificación de la elección de los materiales, además se explica el montaje de los diferentes elementos de la bicicleta.

## 1. FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS

### 1.1 AGARRE DE CUADRO

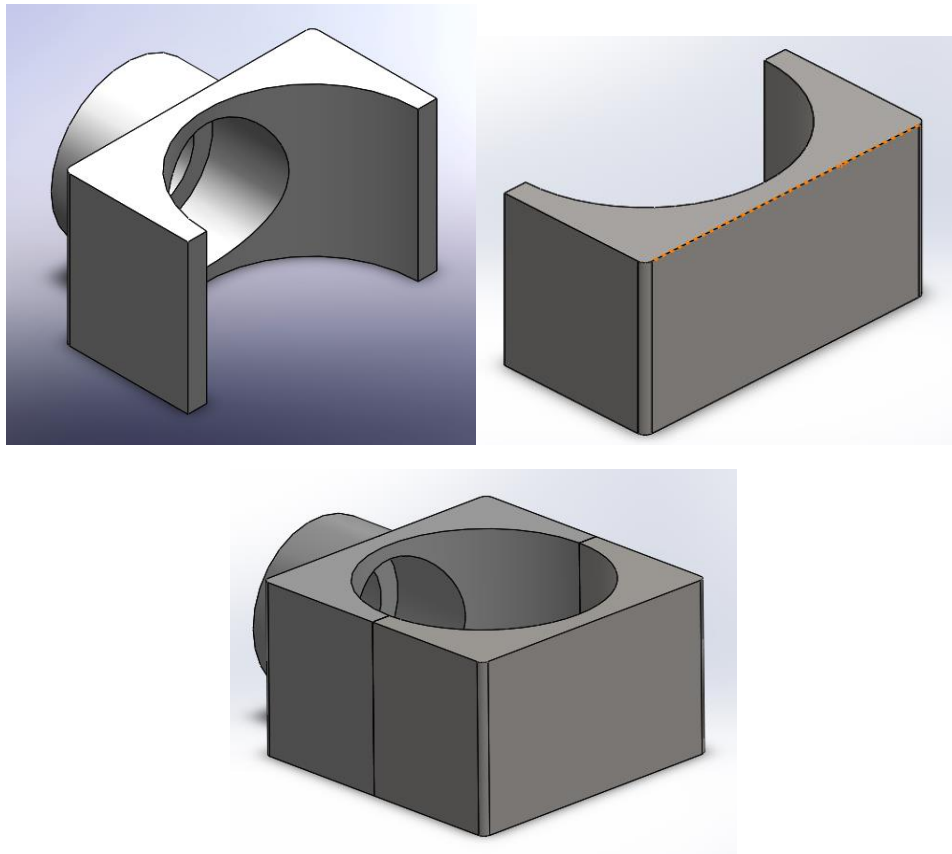
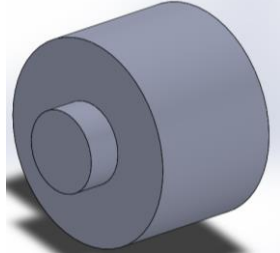
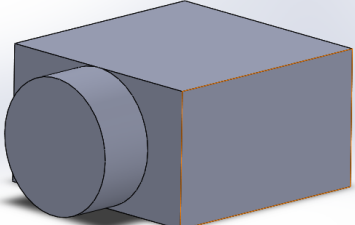
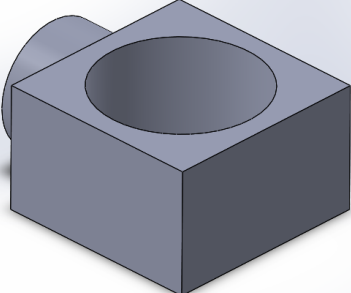
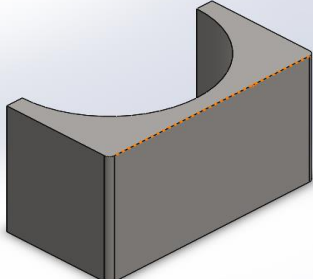
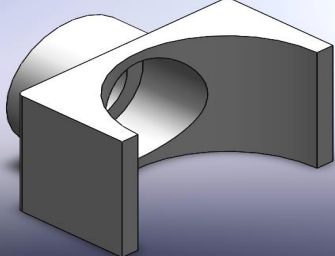
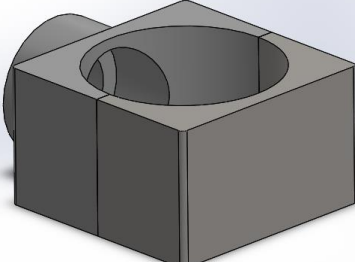


Figura 1. Agarre de cuadro separado y unido

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Se parte de una barra de la cual se hará el cilindro rebajando la barra
	FRESADORA	Se recorta la preforma de la pieza
	TALADRO	Se taladra un agujero en el centro del cuerpo
	SIERRA	Se recorta el cuerpo por la mitad obteniendo esta pieza y la otra
	TALADRO	Se practican dos agujeros, uno pasante y otro de mayor diámetro hasta cierta profundidad
	SOLDADOR	Se unen ambos elementos mediante soldadura

## 1.2 GIRO DE SUJECIÓN

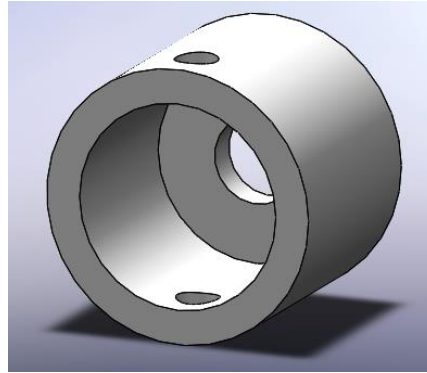


Figura 2. Giro desujeción

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TALADRO	Partiendo del cilindro se practica un agujero pasante
	TALADRO	Desde una de las dos caras, se practica otro agujero pasante
	FRESADORA	Se aumenta el diámetro del agujero desde la cara más cercana al agujero perpendicular y se prolonga cierta distancia

## 1.3 AGARRE A SILLÍN

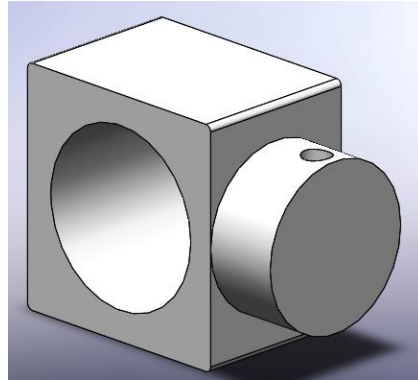
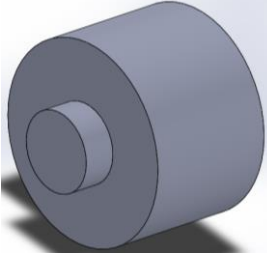
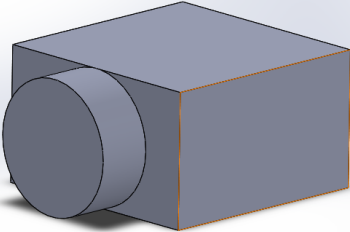
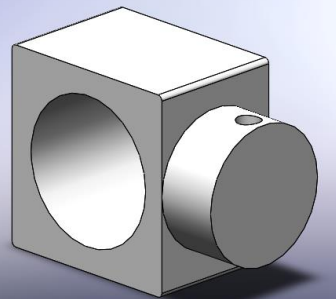


Figura 3. Agarre a sillín

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Se parte de una barra de la cual se hará el cilindro rebajando la barra
	FRESADORA	Se recorta la preforma de la pieza
	TALADRO	Se taladra un agujero pasante en el cuerpo y uno hasta cierta profundidad en el cilindro



## 1.4 CIERRE DE TIJA

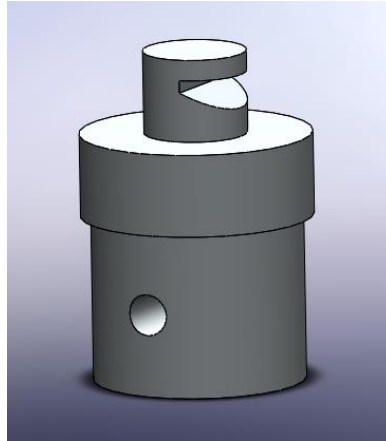
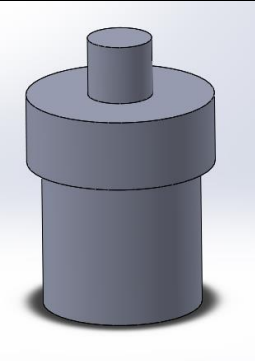
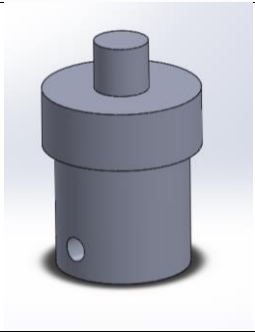
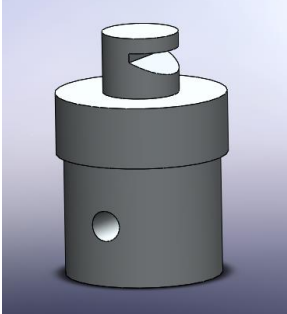


Figura 4. Cierre de tija

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Partiendo de una barra se tornea para darle los diferentes diámetros
	TALADRO	Se practica un agujero pasante
	FRESADORA	Con una fresadora se practica la hendidura de la cabeza

## 1.5 CIERRE DE CUADRO

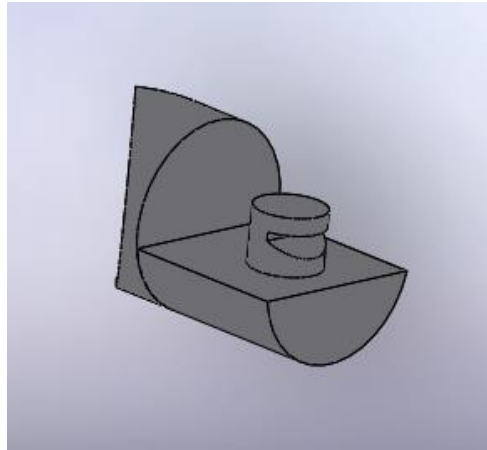
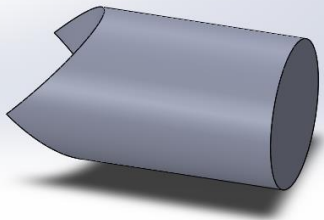
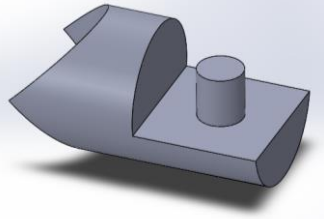
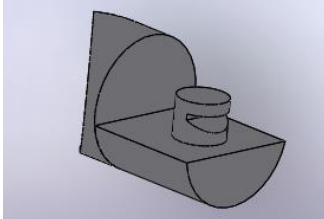


Figura 5. Cierre del cuadro

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TALADRO	Partiendo de una barra se taladra un extremo para dar la forma circular que anclará al cuadro
	FRESADORA	Se fresa la pieza dejando un cilindro en la posición indicada con la medida indicada
	FRESADORA	Con una fresadora de practica la hendidura de la cabeza

## 1.6 SUJECCIÓN DE LA BARRA CANDADO

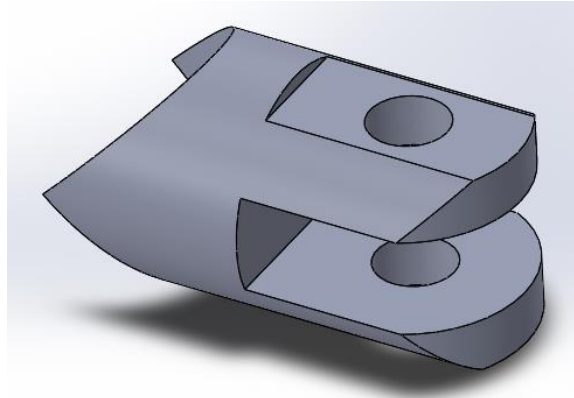
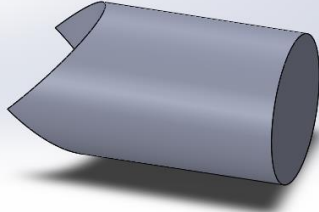
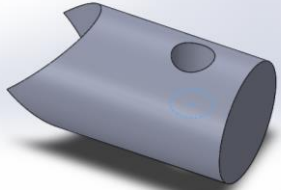
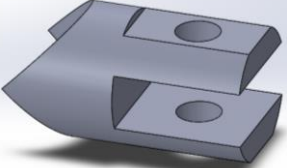
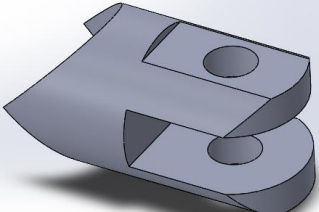


Figura 6. Sujeción de la barra candado

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TALADRO	Partiendo de una barra se taladra un extremo para dar la forma circular que anclará al cuadro con la inclinación pertinente
	TALADRO	Se practica un agujero pasante a la pieza en la posición determinada
	FRESADORA	Con una fresadora se rebajan los lados y se hace un hueco en la pieza
	FRESADORA	Con la fresadora se redondea los extremos con el radio indicado

## 1.7 BARRA

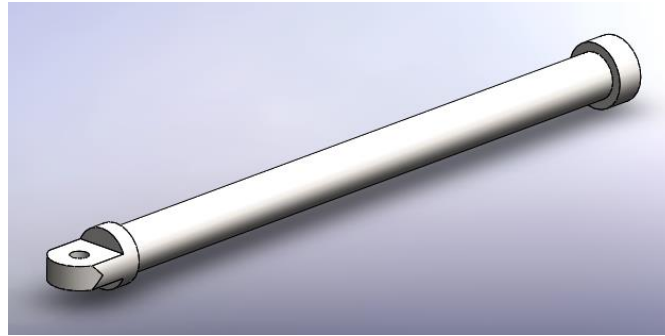
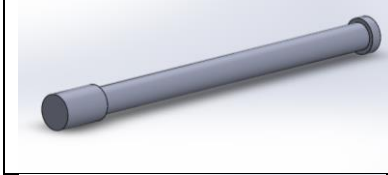
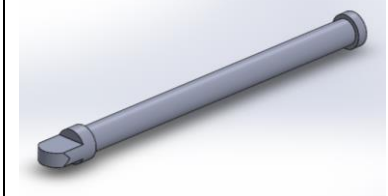
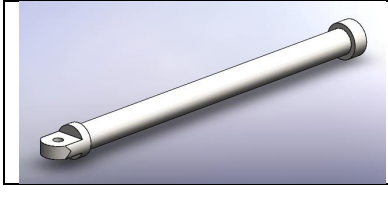


Figura 7. Barra

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Partiendo de una barra se torna rebajando parte del material y se da cierto acabado a la zona de rozamiento
	FRESADORA	Se recortan dos caras en el borde y se redondea con el radio indicado
	TALADRO	Se practica un agujero pasante donde ira uno de los ejes

## 1.8 GIRADOR

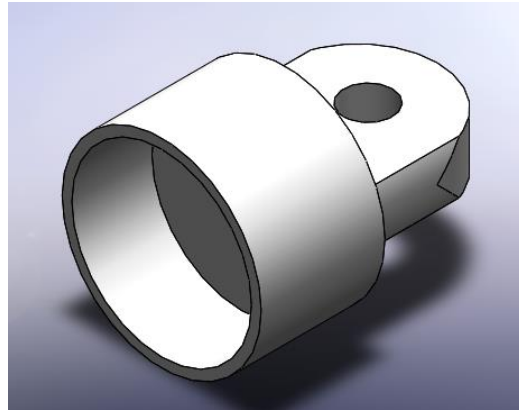


Figura 8. Girador

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Partiendo de una barra se torna rebajando parte del material en un lado y se mandrina cierta profundidad en el otro lado
	FRESADORA	Se recortan dos caras en el borde y se redondea con el radio indicado
	TALADRO	Se practica un agujero pasante donde ira uno de los ejes

## 1.9 CERRADURA

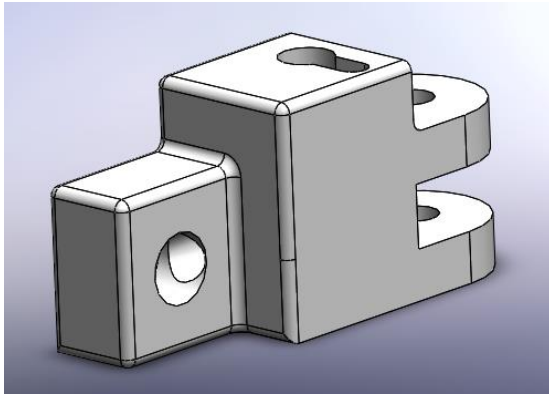


Figura 9. Cerradura

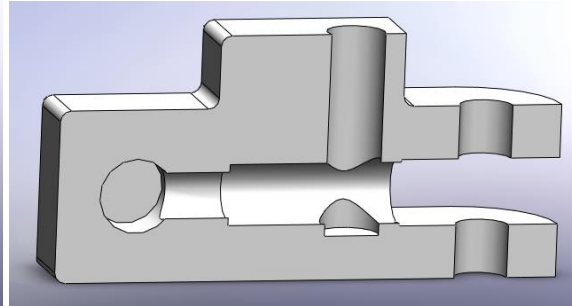
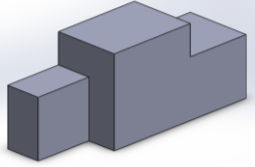
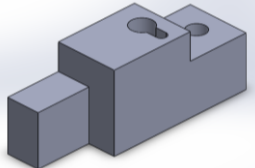
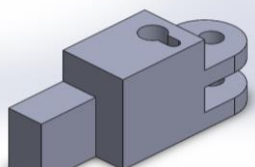
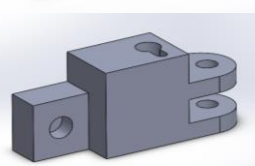
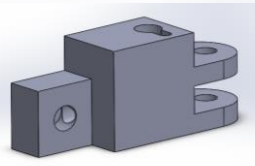
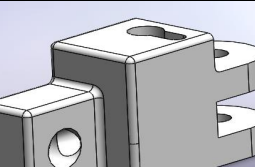


Figura 10. Agujeros internos de la cerradura

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	FRESADORA	Se parte de un bloque y se da el perfil deseado
	TALADRO	Se taladran el agujero del bombín y el del eje
	FRESADORA	Se recorta una hendidura en el centro de una de las partes y se redondean como se indica
	TALADRO	Se perforan agujeros en el bombín, hasta la profundidad especificada y en el cuerpo donde entrará el cierre
	TALADRO	Se perfora un agujero con dos diámetros, uno estrecho y pasante desde la hendidura y después se ensancha este mismo agujero hasta cierta profundidad
	LIMA	Matar aristas vivas

## 1.10 PESTILLO

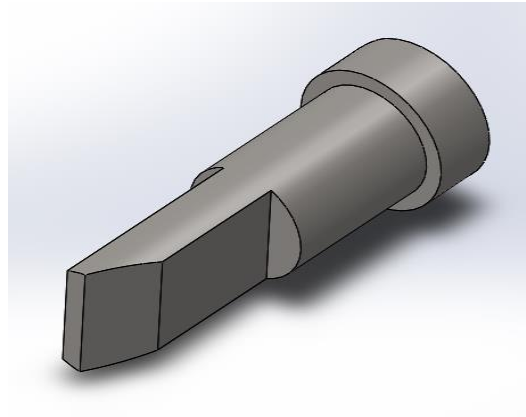
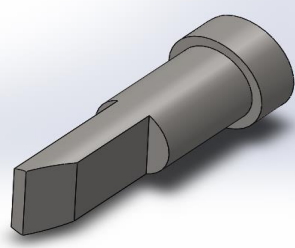


Figura 11. Pestillo

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Partiendo de una barra se torna rebajando parte del material en un lado
	FRESADORA	Se recortan dos caras en el borde, se hace un corte diagonal y se redondea con el radio indicado el extremo contrario, el de mayor diámetro

## 1.11 PERCUTOR

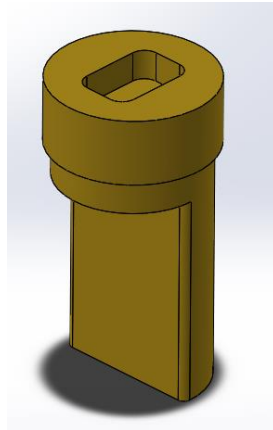


Figura 12. Percutor

OPERACIÓN	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
	TORNO	Partiendo de una barra se torna rebajando parte del material en un lado
	FRESADORA	Se recortan desde el borde una cara de cierta profundidad y longitud y se redondean los bordes
	FRESADORA	Se practica una hendidura en la parte superior para que encaje el bombín en ella



## 1.12 TAPA

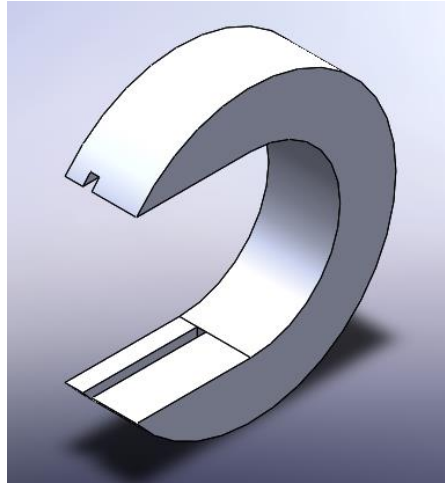


Figura 13. Tapa

Para fabricar esta pieza, simplemente se corta un trozo de barra y se hacen dos fresados, uno que llegue hasta el centro de la barra, y otros dos pequeños en la cara que se crea, que harán de guía para el tapón.

## 1.13 TAPÓN

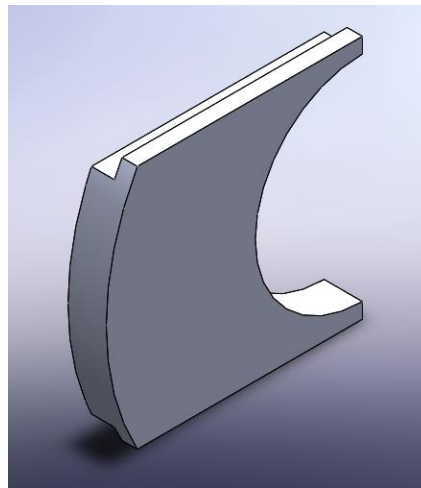


Figura 14. Tapón

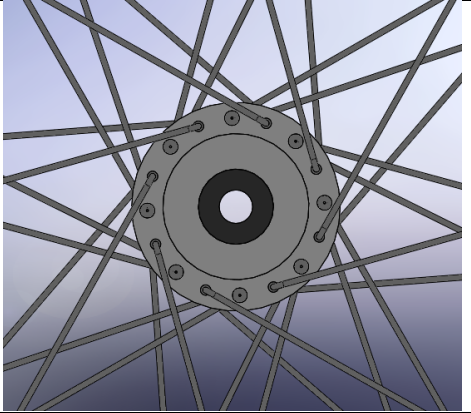
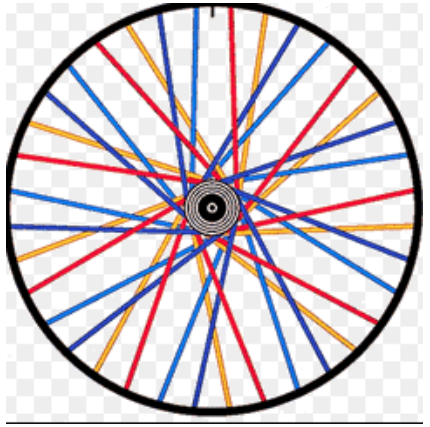
Se puede fabricar, pero es una pieza hecha por molde, así que es más sencillo comprarla subcontratando.

## 2. MONTAJE DE LA BICICLETA

Ya que la bicicleta cuenta con numerosos elementos de montaje, se subdividen los montajes en grupos que luego se acoplan para dar forma a la bicicleta ya completada. Estos grupos son los grupos en los que se ha dividido la bicicleta a lo largo de la memoria.

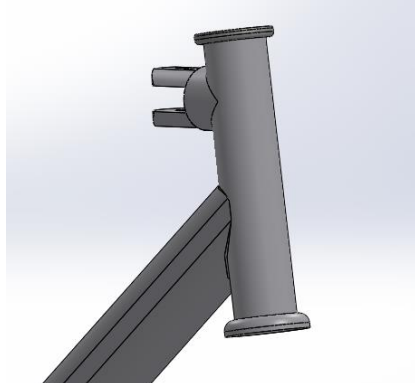
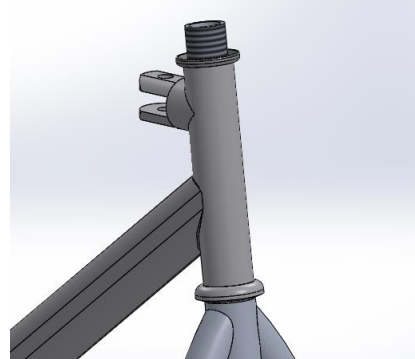
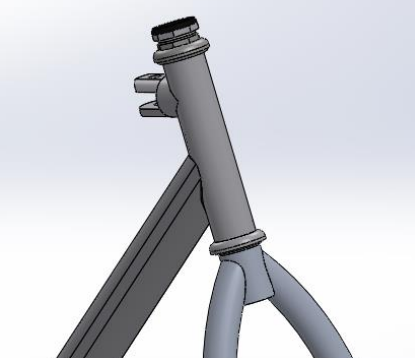
- RUEDAS
- DIRECCIÓN
- TRANSMISIÓN
- SILLÍN
- CUADRO

### 2.1 RUEDAS

PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Se atraviesan los radios en el buje, alternando interior exterior	
2	Se atraviesan los radios por los agujeros de la llanta, por cada radio exterior de un lado del buje se deben dejar tres orificios hasta insertar un nuevo radio exterior, y se sigue la misma metodología en el otro lado y con los interiores, de manera que en la llanta se pueden contar siempre el mismo patrón, radio exterior de un lado, radio exterior del otro lado, interior del primero, interior del segundo.	

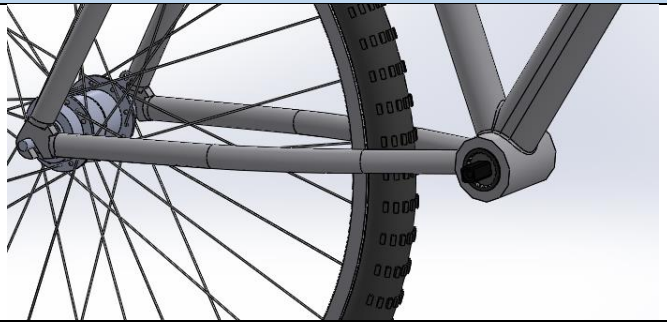


3	<p>Se aprietan los radios con las cabecillas contra la llanta a medida que se insertan a la tensión que se considere, una vez se colocan todos los radios, se reaprietan asegurando la tensión uniforme.</p>	
4	<p>Se inserta la cámara de aire en la llanta, pasando la válvula por el orificio de la llanta destinado a ello.</p>	
5	<p>Se coloca el neumático asegurando que la cámara queda alojada completamente en su interior y se hincha la cámara.</p>	
6	<p>Se colocan los ejes de las ruedas en las horquillas de la bicicleta y se aprietan con sus sistemas de apriete.</p>	

## 2.2 DIRECCIÓN

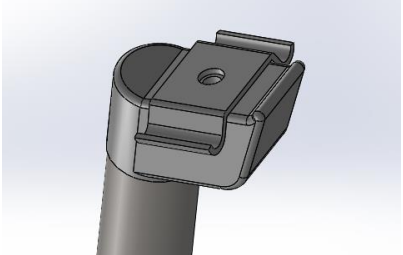
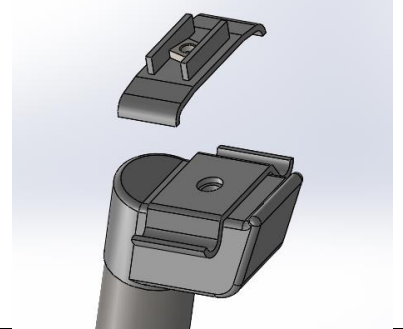
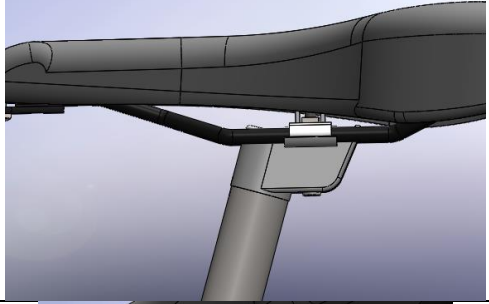
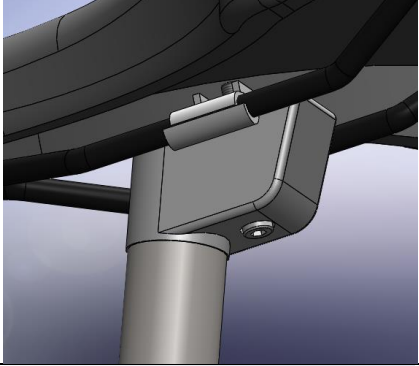
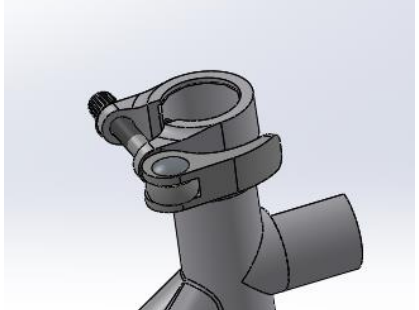
PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Para llevar a cabo el montaje de la dirección, lo primero es introducir en el telescopio del cuadro, los rodamientos, tanto arriba como abajo.	
2	A continuación, se colocan los rodamientos sobre la pista de la horquilla y sobre la pista superior del telescopio, si la horquilla no cuenta con pista, se introduce y luego se insertan los rodamientos. Aplicar grasa.	
3	Se introduce la horquilla por el agujero del telescopio	
4	Se introducen la cazoleta superior del rodamiento, el retén, la contratuerca y la goma protectora si la hay.	

5	Se introduce la potencia, con su sistema de apriete (tornillo y sujeción).	
6	Colocar manillar en la potencia y apretarlo con los tornillos.	
7	Colocación de empuñaduras.	

## 2.3 TRANSMISIÓN

PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Insertar el pedalier en la caja de pedalier.	
2	Colocar el piñón en el buje antes de fijar la rueda al cuadro, y el plato en la biela, si no están unidos, antes de fijar la biela.	
3	Colocar y apretar las bielas al pedalier, deben estar orientadas en sentido contrario.	
4	Colocar los pedales en los extremos de las bielas y apretarlos.	
5	Encadenar la cadena al piñón y al plato intentando que quede lo más tensa posible y engrasarla.	
6	Colocar en el manillar los cambios y conectarlos con el buje trasero.	

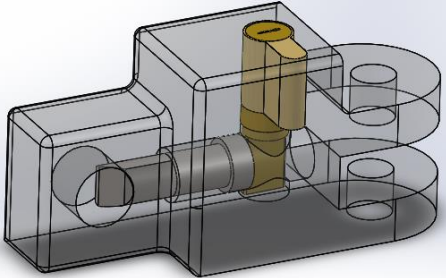
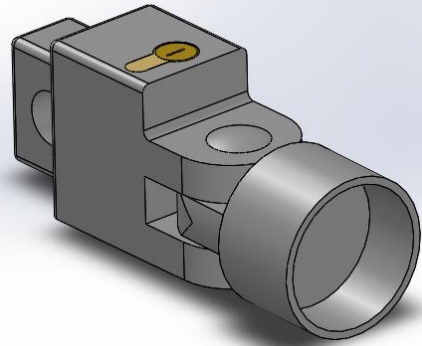
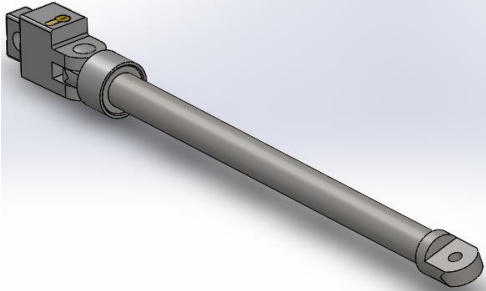
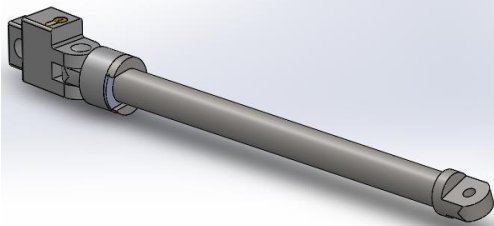
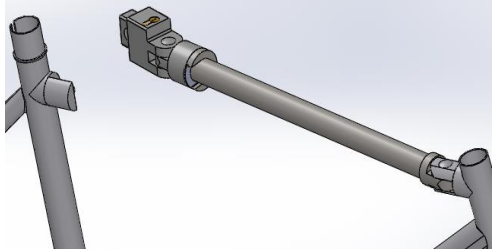
## 2.4 SILLÍN

PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Se coloca en la cabeza de la tija el soporte inferior	
2	Se coloca la tuerca sobre el soporte superior	
3	Se coloca el sillín, para ello se posan sobre el soporte inferior las barras del sillín y el soporte superior sobre estas, de manera que entre ambos soportes se atrapen las barras.	
4	Se aprieta el conjunto con un tornillo, se introduce desde la parte inferior de la cabeza de la tija hasta enroscar con la tuerca cuadrada.	
5	Por último, se coloca en el cuadro la abrazadera que apretará el tubo de asiento para fijar la tija. (Después de introducir la sujeción del sillín)	



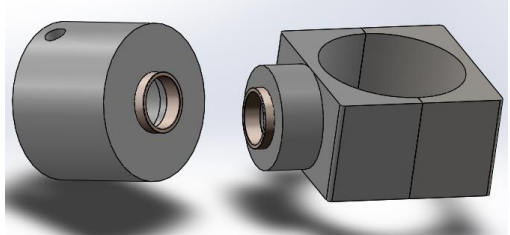
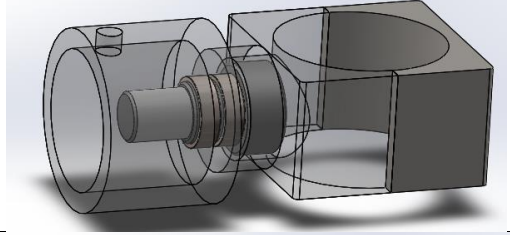
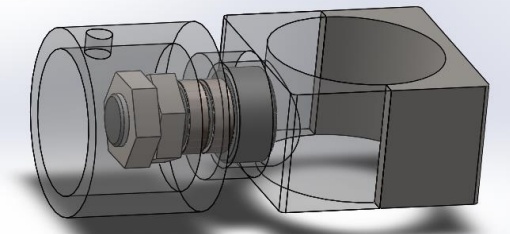
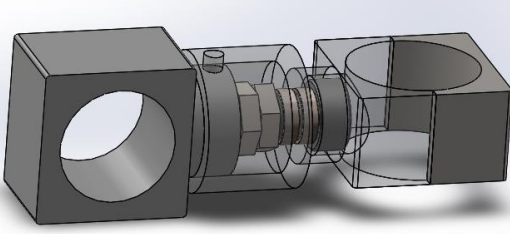
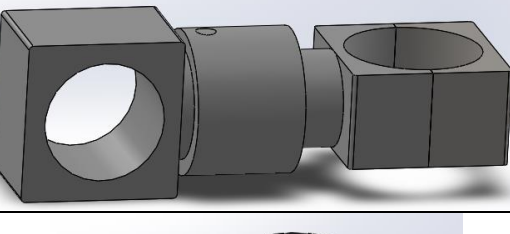
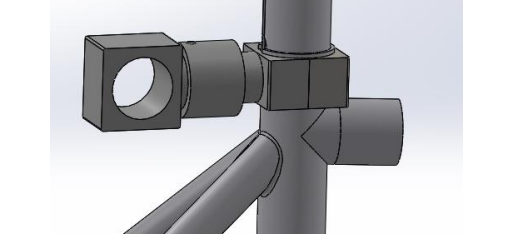
## 2.5 CUADRO

### 2.5.1 BARRA CANDADO

PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Se introduce el pestillo en la cerradura con el muelle y por el orificio perpendicular, se introducen el percutor y el bombín	
2	Acoplar el girador y la cerradura e introducir el eje remachado.	
3	Aplicar un poco de grasa en el girador e introducir en él la barra	
4	Colocar tapa del girador y soldarla, y seguido poner el tapón	
5	Introducir la barra en la sujeción del cuadro y pasar el eje, remacharlo.	



## 2.5.2 SUJECCIÓN DEL SILLÍN

PASO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
1	Se colocan los casquillos en el girador y el agarre al cuadro y se engrasan.	
2	Introducir el tornillo por el agarre al cuadro y atravesar el girador.	
3	Atornillar la tuerca y la contratuerca haciendo tope.	
4	Introducir el agarre del sillín y alinear los agujeros	
5	Introducir la barra de apriete por los orificios	
6	Introducir conjunto en la barra de asiento y dar tres puntos de soldadura para evitar la extracción (el aro del cuadro representa la soldadura)	

### 3. MATERIALES DE LOS ELEMENTOS

Existen diversos materiales en el conjunto de piezas que forman la bicicleta, debido a que los elementos comerciales no se encuentran en la posibilidad de elección del material ya que es su fabricante el que lo elige, en la lista siguiente solo se registran los materiales de los elementos no comerciales.

ELEMENTO	MATERIAL
Agarre al cuadro	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Giro de sujeción	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Agarre del sillín	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Cierre de tija	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Cierre de cuadro	Aluminio 6061-T6
Sujeción de la barra candado	Aluminio 6061-T6
Barra	Acero 1.2842 (90MnCrV8)
Girador	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Cerradura	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Pestillo	Acero al Boro
Percutor	Latón
Tapa	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Tapón	Silicona
Cuadro	Aluminio 6061-T6
Tija	Acero al Boro
Bulón de la tija	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Bulón de la sujeción del sillín	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Eje remache 1	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)
Eje remache 2	Acero inoxidable DIN 1.4057 (X17CrNi16-2)

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# DISEÑO DE BICICLETA CON CANDADO INCORPORADO



VI PRESUPUESTO

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Cavero Gan

Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, 28 de Junio de 2017





# ÍNDICE

1. DESGLOSE DE PRESUPUESTO. ....	3
1.1 CAPÍTULO 1 .....	3
1.2 CAPÍTULO 2 .....	4
1.2.1 ELEMENTOS COMERCIALES .....	4
1.2.2 ELEMENTOS NO COMERCIALES .....	5
1.3 CAPÍTULO 3 .....	10
2. PRESUPUESTO FINAL .....	10
3. PRECIO POR BICICLETA .....	11



# Diseño de bicicletas con candado incorporado en el cuadro

Julen Caveró Gan

## VI PRESUPUESTO

Para calcular el presupuesto de este proyecto, se han dividido los cargos en tres capítulos.

- CAPÍTULO 1: REALIZACIÓN DEL PROYETO.
- CAPÍTULO 2: MATERIALES.
- CAPÍTULO 3: MONTAJE.

En la Realización del proyecto se incluyen las horas empleadas para llevar a cabo todo el proyecto La redacción de la memoria, los diseños y ensayos de los elementos no comerciales así como la delineación de los elementos comerciales y la realización de los planos de las piezas no comerciales. Así mismo también se incluyen los diferentes gastos que haya necesitado el proyectista para elaborar el entregable.

Para el apartado de Materiales se tienen en cuenta según diferentes proveedores, los precios de los diferentes elementos y su cantidad, así como los posibles gastos de envío, preparación de los elementos (cortes y perforaciones), y si tiene un montaje previo también se cuenta.

El último capítulo cuenta con la mano de obra del montaje del conjunto así como su lubricación y ajustes necesarios.

## 1. DESGLOSE DE PRESUPUESTO.

### 1.1 CAPÍTULO 1

CONCEPTO	HORAS MANO DE OBRA	COSTO MANO DE OBRA (€)	COSTO MATERIAL (€)	TOTAL TAREA (€)
Diseño y análisis de alternativas	16 h 30'	10,00	-	165,00
Delineación	60 h	10,00	-	600
Diseño	40 h	10,00	-	400
Ensayo computacional de los elementos	5 h 30'	10,00	-	55
Realización de documentación técnica	80 h	10,00	10,00	810,00
<b>Subtotal</b>	<b>202h</b>		<b>10,00</b>	<b>2.030,00</b>

## 1.2 CAPÍTULO 2

CONCEPTO	COSTO MATERIAL (€)	OTROS COSTOS (€)	TOTAL TAREA (€)
Elementos comerciales	373,42	-	373,42
Elementos no comerciales	407,89	5	412,89
<b>Subtotal</b>			<b>786,31</b>

Para realizar el cálculo de los diferentes elementos, se necesita realizar otras tablas en las que se indican. La cantidad de materiales su precio y si han sido manipulados.

### 1.2.1 ELEMENTOS COMERCIALES

ELEMENTO	NOMBRE	CANTIDAD	COSTO UNIDAD (€)	TOTAL COSTOS (€)
<b>RUEDAS</b>				
Llantas	EXAL SP19	2	20	40,00
Radios delanteros	SLE	32	3,99 (Pack)	3,99
Radios traseros	SLE	32	3,99 (Pack)	3,99
Cabecillas	SLE	64	3,99 (Pack)	7,98
Buje delantero	Shimano HB-M430	1	39,99	39,99
Buje trasero	Shimano SG-3C41	1	69,90	69,90
Cambio	Shimano nexus revoshift	1	8,95	8,95
Neumáticos	Continental Contact city	2	28,73	57,46
Cámara de aire	Rubena	2	2,50	5,00
<b>Subtotal</b>				<b>237,26</b>
<b>TRANSMISIÓN</b>				
Pedaliar	Shimano bb-un26	1	9,20	9,20
Piñón	Shimano	1	3,29	3,29
Plato	Shimano nexus FC-C6000	1	27,99 (pack)	27,99
Bielas		2		
Cadena	Shimano NX10	1	4,99	4,99
Pedales	Ozone	2	3,99 (pack)	3,99
<b>Subtotal</b>				<b>49,46</b>
<b>DIRECCIÓN</b>				
Horquilla	1" Negro	1	13,46	13,46
Potencia	Kalloy UNO	1	8,96	8,96
Tuerca	Dirección HP02	1	4,95	4,95
Rodamientos		1		
Cazoletas		1		
Retén		1		



Manillar	Satori Deviant	1	19,95	19,95
Empuñaduras	Sun FX 130	2	4,90 (pack)	4,90
			<b>Subtotal</b>	<b>52,22</b>
<b>SILLÍN</b>				
Asiento	Origin8 Sport UNO-S	1	28,50	28,50
Abrazadera	PRO	1	5,98	5,98
			<b>Subtotal</b>	<b>34,48</b>
<b>OTROS ELEMENTOS</b>				
Tornillo tope	ISO 7379 M10x15	1	1,11	1,11
Tuerca	ISO 4036 M10	2	0,08	0,16
Casquillo	A 12-14-4	2	0,16	0,32
			<b>Subtotal</b>	<b>1,59</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>375,01</b>

## 1.2.2 ELEMENTOS NO COMERCIALES

ELEMENTO	CANTIDAD	TOTAL ELEMENTOS €
<b>SILLÍN</b>		
Tija	1	18,34
Cierre	1	24,34
Bulón	1	1,66
<b>Subtotal</b>		<b>44,34</b>
<b>SUJECCIÓN DEL SILLÍN</b>		
Agarre al cuadro	1	21,74
Soporte de giro	1	6,41
Agarre del sillín	1	22,00
Bulón	1	1,66
<b>Subtotal</b>		<b>51,81</b>
<b>BARRA CANDADO</b>		
Barra	1	46,50
Girador	1	17,25
Cerradura	1	35,33
Pestillo	1	8,33
Percutor	1	4,91
Bombín	1	5,67
Eje remache 1	1	1,92
Eje remache 2	1	1,92
<b>Subtotal</b>		<b>121,83</b>
<b>CUADRO</b>		
Cuadro	1	125,00
Cierre cuadro	1	32,08
Agarre cuadro	1	32,83
<b>Subtotal</b>		<b>189,91</b>
<b>TOTAL</b>		<b>407,89</b>

Cada valor de la columna de mecanizado es por unidad, a esta columna se le debe multiplicar la cantidad para sumar en el total.

### MECANIZADO

MÁQUINA HERRAMIENTA	TARIFA (€/h)
Centro de mecanizado A.V.	55
Fresadora convencional	45
Torno convencional	40
Taladro vertical	25
Rectificadora	35
Operaciones manuales	25

Operaciones manuales son todas aquellas que impliquen, la eliminación de rebabas, pulido, limpieza, verificación, soldadura, etc.

A continuación se detallan las operaciones y precio de cada pieza.

### TIJA

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Rectificado	5'	35	2,92
Taladro	1'	25	0,42
MATERIAL			15,00
<b>TOTAL</b>			<b>18,34</b>

### CIERRE

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Rectificado	5'	35	2,92
Taladro	1'	25	0,42
Fresado	2'	45	1,50
Torno	10'	40	6,67
Centro de mec.	2'	55	1,83
MATERIAL			5,00
<b>TOTAL</b>			<b>24,34</b>

### BULÓN APRIETE SILLÍN

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Rectificado	2'	35	1,16
MATERIAL			0,50
<b>TOTAL</b>			<b>1,66</b>

### AGARRE AL CUADRO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	6'	40	4,00
Fresadora	10'	45	7,50
Taladro	10'	25	4,16
Operación manual	5'	25	2,08
MATERIAL			4,00
<b>TOTAL</b>			<b>21,74</b>

### SOPORTE DE GIRO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	2'	35	1,16
Taladro	3'	25	1,25
MATERIAL			4,00
<b>TOTAL</b>			<b>6,41</b>

### AGARRE DEL SILLÍN

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	6'	40	4,00
Fresadora	10'	45	7,50
Taladro	5'	25	2,08
Operación manual	1'	25	0,42
MATERIAL			4,00
<b>TOTAL</b>			<b>22,00</b>

### BULÓN APRIETE SUJECCIÓN SILLÍN

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Rectificado	2'	35	1,16
MATERIAL			0,50
<b>TOTAL</b>			<b>1,66</b>

### BARRA

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	30'	40	20,00
Fresadora	10'	45	7,50
Taladro	4'	25	1,67
Centro de mec.	8'	55	7,33
MATERIAL			10,00
<b>TOTAL</b>			<b>46,50</b>

### GIRADOR

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	10'	40	6,67
Fresadora	5'	45	3,75
Taladro	2'	25	0,83
MATERIAL			6,00
<b>TOTAL</b>			<b>17,25</b>

### CERRADURA

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Fresadora	25'	45	18,75
Taladro	12'	25	5,00
Centro de mec.	5'	55	4,58
MATERIAL			6,00
<b>TOTAL</b>			<b>35,33</b>

### PESTILLO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	5'	40	3,33
Fresadora	4'	45	3,00
MATERIAL			2,00
<b>TOTAL</b>			<b>8,33</b>

### PERCUTOR

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Torno	2'	40	1,33
Fresadora	3'	45	2,25
Operación manual	2'	25	0,83
MATERIAL			0,50
<b>TOTAL</b>			<b>4,91</b>

### BOMBÍN

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Operación manual	1'	25	0,42
MATERIAL			5,25
<b>TOTAL</b>			<b>5,67</b>

### EJE REMACHE 1

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Operación manual	1'	25	0,42
		MATERIAL	1,50
		<b>TOTAL</b>	<b>1,92</b>

### EJE REMACHE 2

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Operación manual	1'	25	0,42
		MATERIAL	1,50
		<b>TOTAL</b>	<b>1,92</b>

### CUADRO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Operación manual.	3h	25	75,00
		MATERIAL	50,00
		<b>TOTAL</b>	<b>125,00</b>

### CIERRE CUADRO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Fresadora	5'	45	3,75
Centro de mec.	20'	55	18,33
		MATERIAL	10,00
		<b>TOTAL</b>	<b>32,08</b>

### AGARRE CUADRO

CONCEPTO	TIEMPO	TARIFA (€/H)	COSTE (€)
Fresadora	5'	45	3,75
Taladro	5'	40	3,33
Centro de mec.	15'	55	13,75
		MATERIAL	10,00
		<b>TOTAL</b>	<b>30,83</b>

## 1.3 CAPÍTULO 3

CONCEPTO	NÚMERO DE OPERARIOS	HORAS MANO DE OBRA	COSTO MANO DE OBRA (€)	OTROS COSTOS (€)	TOTAL TAREA (€)
Montaje y lubricación	1	2,5	30,00	2,00	77,00
<b>subtotal</b>					<b>77,00</b>

### MANO DE OBRA

OPERACIÓN	COSTE HORARIO (€)
Ingeniero	80
Ingeniero técnico	50
Delineante de 1ª	35
Becario	10
Montador	30
Soldador	40
Costes indirectos	50

## 2. PRESUPUESTO FINAL

Para terminar con el presupuesto, se suman los diferentes capítulos y se les aplican el beneficio industrial, los gastos generales y el IVA (21%)

CAPÍTULO	IMPORTE (€)
CAPÍTULO 1	2.030,00
CAPÍTULO 2	786,31
CAPÍTULO 3	77,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.893,31</b>
BENEFICIO INDUSTRIAL (5%)	144,67
GASTOS GENERALES (10%)	289,33
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>	<b>3.327,31</b>
IVA (21%)	698,74
<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>4.026,05</b>

Una vez se ha obtenido el presupuesto de ejecución material, se deben calcular los honorarios destinados al proyectista, estos honorarios también cuentan con un IVA, y ambos porcentajes se suman después la presupuesto general

	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.893,31</b>
HONORARIOS (5%)	144,67
IVA (21%)	30,38
<b>TOTAL HONORARIOS</b>	<b>175,05</b>

La suma del presupuesto general y el total de honorarios supone el valor total del proyecto.

$$\text{PRESUPUESTO GENERAL} + \text{TOTAL HONORARIOS} = 4.026,05 + 175,05 = \mathbf{4.201,1 \text{ €}}$$

### 3. PRECIO POR BICICLETA

El presupuesto final del proyecto asciende a los 4.222,87€, lo interesante ahora es observar a cuánto se debería vender cada bicicleta en un cierto tiempo y número de artículos.

Ya que no se ha hecho un estudio de mercado sobre la cantidad de bicicletas que se podrían vender, se han supuesto dos casos, uno en el que se venden 1.000 bicicletas, y otro en el que se venden 5.000

Se ha pensado que al aumentar la cantidad de elementos que se deben comprar se realice un descuento en relación a esta cantidad, de manera que para las 1.000 bicicletas haya un descuento del 10% por parte de los proveedores y en las 5.000 haya un 15%

#### CASO DE 1.000

Lo primero es saber cuánto costarían fabricar las 1.000 bicicletas con el descuento:

$$786,31 \cdot 1.000 = 786.310 \rightarrow 786.310 \cdot 0,10 = 78.631$$

$$786.310 - 78.631 = 707.679$$

A este precio de materiales hay que sumarle el coste por montaje, que son 77€ por bicicleta:

$$77 \cdot 1000 = 77.000 \rightarrow 77.000 + 707.679 = 784.679$$

Lo siguiente es calcular el valor mínimo de las bicicletas para recuperar la inversión:

$$\text{recuperación: } \frac{4.201,01}{1.000} = 4,21 \quad \text{precio base por bicicleta: } \frac{784.679}{1.000} = 784,68$$



La suma de estos valores es el precio mínimo de la bicicleta para recuperar en 1.000 unidades la inversión.

$$784,68 + 4,21 = \mathbf{788,89 \text{ €}}$$

### **CASO DE 5.000**

Repitiendo el caso anterior pero aumentando el descuento:

$$786,31 \cdot 5.000 = 3.931.550 \rightarrow 3.931.550 \cdot 0,15 = 589.732,5$$

$$3.931.550 - 589.732,5 = 3.341.817,5$$

$$77 \cdot 5.000 = 385.000 \rightarrow 3.341.817,5 + 385.000 = 3.726.817,5$$

$$\text{recuperación: } \frac{4.201,01}{5.000} = 0,85 \quad \text{precio base por bicicleta: } \frac{3.726.817,5}{5.000} = 745,37$$

La suma de estos valores es el precio mínimo de la bicicleta para recuperar en 5.000 unidades la inversión.

$$745,37 + 0,85 = \mathbf{746,22 \text{ €}}$$

Y siguiendo esta tónica, a medida que aumenta el número de bicicletas a fabricar, el proveedor minimiza el precio de la materia por lo que el coste final de la bicicleta disminuye.

Pero hay que tener en cuenta que se deben vender por un precio algo mayor, para recibir un beneficio.