



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA	19
0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	25
1. ABSTRACT	27
2. OBJETO	28
3. ALCANCE	28
4. ANTECEDENTES	28
4.1. Torno para madera.....	30
4.2. Partes del torno.....	30
4.3. Digitalización de las piezas	31
4.4. Selección de los nuevos materiales y sus propiedades mecánicas	32
4.4.1. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).....	32
4.4.2. Ácido poliláctico (PLA).....	33
4.4.3. Selección del material	34
4.4.4. Materiales elásticos - FilaFlex, NinjaFlex o SemiFlex	35
4.5. Simulación de los elementos	35
4.6. Impresión 3D	36
5. NORMAS Y REFERENCIAS	37
5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	37
5.2. Bibliografía	38
5.3. Programas de cálculo y diseño	38

6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	38
7. REQUISITOS DE DISEÑO.....	40
8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	41
8.1. Bancada	41
8.2. Contrapunto	44
8.3. Apoya-herramientas	46
8.4. Compás.....	50
8.5. Luneta.....	55
8.6. Resumen del análisis	58
9. RESULTADOS FINALES	60
9.1. Compás.....	61
9.2. Luneta.....	63
10. RESUMEN DE PRESUPUESTO	65
ANEXOS	69
ANEXO I: CÁLCULOS.....	75
1. DATOS DE PARTIDA.....	79
1.1. Reacciones en tornillo de arrastre y contra punto.....	79
1.2. Reacción sobre el Apoya-herramientas	80
1.3. Reacciones en tornillo de arrastre, contra punto y luneta	81
ANEXO II: MONTAJE DEL TORNO	85
1. MONTAJE DE LA BANCADA.....	89
2. MONTAJE DEL CONTRAPUNTO	90

3. MONTAJE DEL APOYA-HERRAMIENTAS	91
ANEXO III: MONTAJE DEL COMPÁS	93
1. MONTAJE DEL COMPÁS	97
1.1. Soporte de unión	97
1.2. Compás.....	98
ANEXO IV: MONTAJE DE LA LUNETA	101
1. MONTAJE DE LA LUNETA.....	105
1.1. Soporte de agarre (3x).....	105
1.2. Arco principal	106
1.3. Luneta.....	107
ANEXO V: IMPRESIÓN 3D	109
1. PREPARACIÓN PARA LA EXPORTACIÓN	113
2. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE DISEÑO	113
1.1. Formato STL.....	113
3. PREPARACIÓN PARA SU IMPRESIÓN	114
3.1. Importación de archivos	115
3.2. Corrección de la orientación y posición.....	116
3.3. Configuración de la impresión.....	117
3.3.1. Base.....	117
3.3.2. Soporte.....	118
3.3.3. Altura de capa	118
3.3.4. Relleno	118

3.3.5. Número de capas externas	119
3.3.6. Material y temperatura de extrusión	119
4. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE IMPRESIÓN.....	120
5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	121
6. MEDICIONES	123
ANEXO VI: CATÁLOGOS	127
1. CATÁLOGOS.....	129
PLANOS	161
1.00 CONFIGURACIÓN ORIGINAL	167
1.01 CONFIGURACIÓN CON COMPÁS	168
1.02 CONFIGURACIÓN CON LUNETAS.....	169
1.01.00 BANCADA.....	170
1.01.S1 EXPLOSIONADO BANCADA.....	171
1.01.01 BANCADA	172
1.01.02 TORNILLO DEL SEGURO	173
1.01.04 VÁSTAGO DEL SEGURO	174
1.01.05 EXTREMO DEL SEGURO	175
1.01.06 ARANDELA ÁRBOL	176
1.01.07 POLEA PEQUEÑA	177
1.01.08 POLEA MEDIANA	178
1.01.09 POLEA GRANDE	179
1.01.10 ÁRBOL DE POLEAS	180

1.01.11 DISCO DE INERCIA	181
1.01.13 TAPA DE ACCESO.....	182
1.02.00 CONTRAPUNTO	183
1.02.S1 EXPLOSIONADO CONTRAPUNTO.....	184
1.02.01 CUERPO DEL CONTRAPUNTO	185
1.02.02 AGARRE A GUÍAS.....	186
1.02.03 EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS.....	187
1.02.06 DISCO DE AVANCE.....	188
1.02.07 MANIVELA DE DISCO DE AVANCE	189
1.02.09 TORNILLO DE AVANCE.....	190
1.03.00 APOYA-HERRAMIENTAS	191
1.03.S1 EXPLOSIONADO APOYA-HERRAMIENTAS	192
1.03.01 CUERPO DEL APOYA-HERRAMIENTAS	193
1.03.02 AGARRE A GUÍAS.....	194
1.03.03 EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS.....	195
1.03.06 APOYO PARA HERRAMIENTAS.....	196
1.04.00 COMPÁS	197
1.04.S1 EXPLOSIONADO COMPÁS	198
1.04.01 PLETINA DE UNIÓN.....	199
1.04.02 CUERPO PRIMERO DEL COMPÁS.....	200
1.04.03 CUERPO SEGUNDO DEL COMPÁS.....	201
1.04.06 SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS	202

1.04.07 SEGURO AL SOPORTE SUPERIOR	203
1.04.14 SOPORTE INFERIOR A GUÍAS	204
1.04.17 SOPORTE CUERPO PORTACUCHILLAS	205
1.04.19 SUJECCIÓN CUERPO DEL COMPÁS	206
1.04.20 CUERPO DEL PORTACUCHILLAS	207
1.04.22 DISCO DE AVANCE	208
1.04.24 BASE MANIVELA DISCO DE AVANCE	209
1.04.25 MANIVELA DE DISCO DE AVANCE	210
1.04.26 TORNILLO DE AVANCE	211
1.05.00 LUNETAS	212
1.05.S1 EXPLOSIONADO LUNETAS	213
1.05.01 SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS	214
1.05.04 SOPORTE INFERIOR A GUÍAS	215
1.05.07 ARCO IZQUIERDO	216
1.05.11 ARCO DERECHO	217
1.05.12 ARCO UNIÓN SUPERIOR	218
1.05.14 ARCO SUPERIOR	219
1.05.15 SOPORTE DE AGARRE	220
1.05.17 RUEDA	221
PRESUPUESTO	223

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Torno para madera modelo VICMARC® VL150. Fuente: vicmarc.com.....	29
Figura 2. Bancada. Fuente Propia.....	31
Figura 3. Contrapunto. Fuente Propia	31
Figura 4. Apoya-herramientas. Fuente Propia.....	31
Figura 5. Bloques LEGO® fabricados mediante moldeo de ABS. Fuente: visitlegoliberty.com	32
Figura 6. Ejemplos de elementos realizados mediante impresión 3D de PLA. Fuente: 3ders.org	34
Figura 7. Sandalias Recreus fabricadas impresión 3D de FilaFlex. Fuente: recreus.com	35
Figura 8. Proceso para simular mediante el MEF en SolidWorks®. Fuente: help.solidworks.com.....	36
Figura 9. Copos de nieve de chocolate. Fuente: 3ders.org.....	37
Figura 10. Impresora 3D RepRap Pro Huxley. Fuente: techrepublic.com	38
Figura 11. Bancada del torno. Fuente Propia	41
Figura 12. Resultados de deformada de la bancada – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia	42
Figura 13. Resultados de deformada de la bancada – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia.....	42
Figura 14. Resultados de deformada de la bancada – esfuerzos con PLA. Fuente Propia	43
Figura 15. Resultados de deformada de la bancada – desplazamientos con PLA. Fuente Propia	43
Figura 16. Contrapunto del torno. Fuente Propia	44
Figura 17. Resultados de deformada del contrapunto – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia..	44
Figura 18. Resultados de deformada del contrapunto – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia.....	45
Figura 19. Resultados de deformada del contrapunto – esfuerzos con PLA. Fuente Propia	45
Figura 20. Resultados de deformada del contrapunto – desplazamientos con PLA. Fuente Propia.....	46
Figura 21. Apoya-herramientas del torno. Fuente Propia	47

Figura 22. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia	47
Figura 23. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desp. con acero aleado. Fuente Propia	48
Figura 24. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos con PLA. Fuente Propia	48
Figura 25. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desplazamientos con PLA. Fuente Propia	48
Figura 26. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos centrales con PLA. Fuente Propia	50
Figura 27. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desp. centrales con PLA. Fuente Propia	50
Figura 28. Compás para el torno. Fuente Propia	51
Figura 29. Resultados de deformada del compás – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia	52
Figura 30. Resultados de deformada del compás – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia	52
Figura 31. Resultados de deformada del compás – esfuerzos con PLA. Fuente Propia	53
Figura 32. Resultados de deformada del compás – desplazamientos con PLA. Fuente Propia	53
Figura 33. Modificación planteada para el compás. Fuente Propia	54
Figura 34. Resultados de deformada de la modificación del compás – esfuerzos. Fuente Propia.....	54
Figura 35. Valores de esfuerzo identificados del soporte de PLA. Fuente Propia.....	55
Figura 36. Resultados de deformada de la modificación del compás – desplazamientos. Fuente Propia	55
Figura 37. Luneta para el torno	56
Figura 38. Resultados de deformada de la luneta – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia	56
Figura 39. Resultados de deformada de la luneta – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia	56

Figura 40. Resultados de deformada de la luneta – esfuerzos con PLA. Fuente Propia	57
Figura 41. Resultados de deformada de la luneta – desplazamientos con PLA. Fuente Propia	57
Figura 42. Configuración original del torno. Fuente Propia	60
Figura 43. Modificación de diseño adoptada para el compás. Fuente Propia	61
Figura 44. Configuración del torno con el compás. Fuente Propia	61
Figura 45. Resultados de deformada de la modificación de diseño del compás – esfuerzos. Fuente Propia	62
Figura 46. Resultados de deformada de la mod. de diseño del compás – desplazamientos. Fuente Propia	63
Figura 47. Modificación de diseño adoptada para la luneta. Fuente Propia	63
Figura 48. Configuración del torno con la luneta. Fuente Propia	64
Figura 49. Resultados de deformada de la modificación de diseño de la luneta – esfuerzos. Fuente Propia	64
Figura 50. Resultados de deformada de la mod. de diseño de la luneta – desplazamientos. Fuente Propia	64
Figura 51. Viga asociada al cálculo de los elementos del torno. Fuente Propia	79
Figura 52. Esquema de trabajo con gubia sobre un material en revolución. Fuente Propia	80
Figura 53. Viga asociada a la gubia. Fuente Propia	80
Figura 54. Viga asociada al cálculo del torno con luneta en el punto intermedio. Fuente Propia	81
Figura 55. Esquema de descomposición de fuerzas sobre la luneta. Fuente Propia	82
Figura 56. Esquema de descomposición de fuerzas el apoyo. Fuente Propia	82
Figura 57. Vista explosionada de la bancada. Fuente Propia	89
Figura 58. Vista ensamblada de la bancada. Fuente Propia	89
Figura 59. Vista explosionada del contrapunto. Fuente Propia	90
Figura 60. Vista ensamblada del contrapunto. Fuente Propia	90
Figura 61. Vista explosionada del apoya-herramientas. Fuente Propia	91

Figura 62. Vista ensamblada del apoya-herramientas. Fuente Propia	91
Figura 63. Vista explosionada del soporte de unión del compás. Fuente Propia.....	97
Figura 64. Vista ensamblada del soporte de unión del compás. Fuente Propia	97
Figura 65. Vista explosionada del compás. Fuente Propia.....	98
Figura 66. Vista ensamblada del compás. Fuente Propia	98
Figura 67. Vista explosionada del soporte de agarre de la luneta. Fuente Propia	105
Figura 68. Vista ensamblada del soporte de agarre de la luneta. Fuente Propia.....	105
Figura 69. Vista explosionada del arco principal de la luneta. Fuente Propia.....	106
Figura 70. Vista ensamblada del arco principal de la luneta. Fuente Propia	106
Figura 71. Vista explosionada de la luneta. Fuente Propia	107
Figura 72. Vista ensamblada de la luneta. Fuente Propia.....	107
Figura 73. Archivos exportados por el SolidWorks®. Fuente Propia	113
Figura 74. Diferencias de reproducción de una esfera. Fuente: malgaba-ingenieros.com.....	114
Figura 75. Entrono de trabajo del software MakerBot® Desktop. Fuente Propia.....	114
Figura 76. Importación de archivos en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	115
Figura 77. Importación de archivos en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	115
Figura 78. Herramienta <i>Cambiar Rotación</i> en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	116
Figura 79. Herramienta <i>Cambiar Posición</i> en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	116
Figura 80. Menú <i>Configuración rápida</i> en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	117
Figura 81. Previsualización de las <i>Bases</i> creadas en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	117
Figura 82. Previsualización de los <i>Soportes</i> creados en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	118
Figura 83. <i>Altura de capa</i> en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia.....	118
Figura 84. <i>Relleno</i> en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	119
Figura 85. <i>Número de capas externas</i> en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	119
Figura 86. Proceso de <i>Exportación</i> en MakerBot® Desktop. Fuente Propia	120

Figura 87. Ventana de *Exportación* finalizada en MakerBot® Desktop. Fuente Propia120

Figura 88. Ventana de *Previsualización de Impresión* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia.....121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades mecánicas del ABS. Fuente Propia	33
Tabla 2. Propiedades mecánicas del PLA. Fuente Propia	34
Tabla 3. Resultados del estudio de la bancada - acero aleado. Fuente Propia	42
Tabla 4. Resultados del estudio de la bancada - PLA. Fuente Propia.....	43
Tabla 5. Resultados del estudio del contrapunto - acero aleado. Fuente Propia	45
Tabla 6. Resultados del estudio del contrapunto - PLA. Fuente Propia	46
Tabla 7. Resultados del estudio del apoya-herramientas - acero aleado. Fuente Propia	47
Tabla 8. Resultados del estudio del apoya-herramientas - PLA. Fuente Propia.....	49
Tabla 9. Resultados centrales del estudio del apoya-herramientas - PLA. Fuente Propia	49
Tabla 10. Resultados del estudio del compás - acero aleado. Fuente Propia	51
Tabla 11. Resultados del estudio del compás - PLA. Fuente Propia.....	52
Tabla 12. Resultados del estudio de la luneta - acero aleado. Fuente Propia	57
Tabla 13. Resultados del estudio de la luneta - PLA. Fuente Propia	58
Tabla 14. Resumen del análisis. Fuente Propia	59
Tabla 15. Resultados del estudio de la modificación de diseño del compás. Fuente Propia	62
Tabla 16. Resultados del estudio de la modificación de diseño de la luneta. Fuente Propia	65
Tabla 17. Definición de parámetros de impresión. Fuente Propia	122
Tabla 18. Medición de los elementos replicados en 3D. Fuente Propia	124



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

MEMORIA

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

ÍNDICE DE MEMORIA

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	25
1. ABSTRACT	27
2. OBJETO	28
3. ALCANCE	28
4. ANTECEDENTES	28
4.1. Torno para madera.....	30
4.2. Partes del torno.....	30
4.3. Digitalización de las piezas	31
4.4. Selección de los nuevos materiales y sus propiedades mecánicas	32
4.4.1. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).....	32
4.4.2. Ácido poliláctico (PLA).....	33
4.4.3. Selección del material	34
4.4.4. Materiales elásticos - FilaFlex, NinjaFlex o SemiFlex	35
4.5. Simulación de los elementos	35
4.6. Impresión 3D	36
5. NORMAS Y REFERENCIAS	37
5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	37
5.2. Bibliografía	38
5.3. Programas de cálculo y diseño	38
6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	38
7. REQUISITOS DE DISEÑO	40

8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	41
8.1. Bancada	41
8.2. Contrapunto	44
8.3. Apoya-herramientas	46
8.4. Compás.....	50
8.5. Luneta.....	55
8.6. Resumen del análisis	58
9. RESULTADOS FINALES	60
9.1. Compás.....	61
9.2. Luneta.....	63
10. RESUMEN DE PRESUPUESTO	65

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO	Diseño de torno de madera, con elementos replicados en impresora 3D, para taller de tecnología en centros de formación profesional
GRADO	Ingeniería Mecánica
TUTORA	Rosa E. Navarro Trujillo Área de Expresión Gráfica en Ingeniería
ENCARGADO POR	E.S.I.T. Trabajo Fin de Grado
Dirección	Avenida Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38200, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife
AUTOR	Humberto José González Olivera
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica
DNI	43840795-N
Dirección	C/Isla de La Gomera, 6, 38530, Candelaria, Santa Cruz de Tenerife
Teléfono	680 33 86 49
Correo electrónico	alu0100763553@ull.edu.es
ENCARGADO A	Humberto José González Olivera
Fecha	01/09/2016

1. ABSTRACT

This Dissertation, based on the REPRAP projects, has like target the study of a lathe to work with wood like raw material. Therefore, it is included: the study of the lathe, focused on the determination of the elements or parts susceptible to be replicated on a 3D printer; the realization of the elements in 3D with SolidWorks® with the corresponding workshop and assembly drawings; the exportation with the necessary STL format for the print.

From the study and simulation of an existing lathe, the different needed variables will be analysed to replicate the parts of the lathe. In a way that, in case of breakage, their replacement will be as quick and cheap as possible. In addition, it is going to make a study of accessory to help the lathe operator in his works, like steady rest or compass.

It is intended to from the present project the major number of parts can be taken to its printing into 3D. The dimensions of the parts are limited by the dimensions of the 3D printer that will be used. These are: 28'5 x 15'3 x 15'5 cm (length x width x height), MakerBot Replicator 2 printer.

It is going to show the different designs, and their evolution, like the final designs, together with the calculations that justify the design or the modification of the parts' material. Also it is included the instructions for assembly and operation of the lathe.

In addition, it is included a budget of physical execution with the fabrication cost of the 3D printed parts, to allow estimate the cost of the elements replication. Therefore, the studies and issues related to the electric motor and the calculation of the service life of the tool are excluded.

2. OBJETO

Este trabajo, basado en los proyectos REPRAP, tiene por objeto el estudio de un torno para trabajos con madera como materia prima. Se engloba por tanto: el estudio del torno, enfocado en la determinación de los elementos o piezas que son susceptibles a ser replicados en impresora 3D; la realización de los elementos en 3D mediante SolidWorks® con los correspondientes planos de taller y conjunto; la generación de los ficheros STL necesarios para la impresión de los elementos.

A partir del estudio y simulación de un torno existente, se analizarán las diferentes variables necesarias para replicar las piezas del mismo. De tal forma que en caso de rotura de las piezas su reposición sea lo más rápida y barata posible. Además se realizará el estudio de accesorios para ayudar al trabajo del tornero, tales como compás o luneta.

3. ALCANCE

Se pretende que del presente proyecto se puedan extraer el mayor número de piezas para su impresión en 3D. Las dimensiones de las mismas están limitadas por las dimensiones de la cama de la impresora que se utilizará. Éstas son: 28'5 x 15'3 x 15'5 cm (largo x ancho x alto), impresora MakerBot Replicator 2.

Se contemplarán los diferentes diseños, y su evolución, así como los diseños finales, junto con los cálculos que justifican el diseño o modificación del material de las piezas. También se incluyen las instrucciones para el ensamblaje y funcionamiento del torno.

Además, se incluye un presupuesto de ejecución material (PEM) con el coste de fabricación de las piezas en impresión 3D, que permitirá estimar el coste de la replicación de los elementos. Quedan excluidos por tanto, los estudios y cuestiones relacionadas con el motor eléctrico y el cálculo de vida útil de la herramienta.

4. ANTECEDENTES

Este proyecto surge a raíz de la rápida adaptación que han tenido las impresoras 3D a los trabajos actuales. También se debe a que las impresoras 3D son capaces de realizar

geometrías más complejas que las obtenidas por mecanizado. Y por último, la opción de abaratar costes al cliente.

Hasta ahora la maquinaria a estudiar, se ha venido fabricando mediante procesos de mecanizado del acero. En el presente trabajo de fin de grado se plantea la posibilidad de, aprovechando el desarrollo actual de la impresión 3D con filamentos plásticos, sustituir el acero, por los mencionados plásticos, en algunos elementos de la máquina. Esta propuesta supone rediseñar y estudiar los resultados mecánicos de cambiar el acero por plásticos. El rediseño y estudio se obtienen trabajando mediante método de Ingeniería Inversa.

La ingeniería inversa (Reverse Engineering) se puede definir como un método de obtención de información a partir de un modelo o producto existente, y así dar respuesta al fin del producto, cómo fue fabricado y qué lo hace funcionar. Éste método fue el utilizado para determinar todas y cada una de las piezas que componen el torno, para lo cual se ha partido de un torno-tipo o modelo y se ha procedido a su desmontaje hasta los límites que el propietario permitió. Con ello se realizaron los diferentes croquis con las medidas tomadas a partir de un pie de rey, una regla y un metro.



Figura 1. Torno para madera modelo VICMARC® VL150. Fuente: vicmarc.com

Como datos de partida se utilizan los proporcionados por un torno para madera modelo VICMARC® VL150, propiedad del artesano Germán Hernández. A petición del artesano se estudia además la viabilidad de realizar, mediante impresión 3D, dos accesorios (luneta y compás) para ser acoplados al torno.

4.1. Torno para madera

Un torno para madera no es más que un torno adaptado para trabajar con madera como materia prima. A continuación se enumeran algunas de las peculiaridades que éstos presentan:

- Sustituyen el carro portaherramientas (típico en los tornos mecánicos) por un apoya-herramientas, donde el tornero se apoya con las herramientas.
- El tornero está en contacto directo con la pieza.
- Suelen carecer de pantalla anti-proyecciones, ya que las virutas de madera no son tan peligrosas como las virutas procedentes de metales, y el operador se protege con unas simples gafas de protección.

El trabajo con este tipo de maquinaria se considera como artesanal y está destinado a producir elementos de ocio u oficina, tales como trompos o bolígrafos; o destinado a elementos decorativos, como pueden ser las barandillas de una casa o los boles de la cocina. Aunque las categorías que se nombran son tan solo dos, abarca un gran número de artículos.

En el estudio previo a éste Trabajo Fin de Grado se clasificaron los tornos en 3 tipos claramente diferenciados:

- Bancada fija, hace referencia a aquellas máquinas que se colocan en el puesto de trabajo sin intención de ser desplazada en ningún momento, o no de manera habitual.
- Bancada móvil, son máquinas que se colocan en el puesto de trabajo y cuyo desplazamiento, en el momento oportuno, se vería favorecido por el desmontaje de las partes.
- Bancada portátil, o máquinas pensadas para ser expuestas o de uso habitual (p.e. en ferias), cuyo desplazamiento e instalación no sea costoso.

4.2. Partes del torno

Aplicando el método de ingeniería inversa se han podido distinguir las tres partes que componen el torno:



Figura 2. Bancada. Fuente Propia



Figura 3. Contrapunto. Fuente Propia



Figura 4. Apoya-herramientas. Fuente Propia

- *Bancada*
Es la pieza más robusta, pues sirve de soporte a todos los demás órganos. Se construye de una sola pieza, y en su parte superior lleva las quías para el Contrapunto y el Apoya-herramientas. También contiene las poleas del cabezal fijo.
- *Contrapunto*
Se encuentra en el extremo opuesto al cabezal fijo, sobre las guías del torno, por las que se puede deslizar en toda su longitud. Se compone principalmente de dos piezas, el soporte del contrapunto y el propio contrapunto.
- *Apoya-herramientas*
Este elemento se sitúa sobre las guías y se asegura mediante la llave de apriete, y sobre él se apoyarán las herramientas. Se compone de dos piezas, el soporte del apoyo y el propio apoyo, sobre el que se sitúa la herramienta.

Éstas son las partes esenciales que componen el torno. Una vez digitalizadas, se estudiará la posibilidad de replicarlas con impresión 3D. En una primera apreciación, parece que el Contrapunto y el Apoya-herramientas son los candidatos más viables.

4.3. Digitalización de las piezas

El mayor desarrollo del proyecto se debe principalmente a esta parte, donde se deben tomar todos los croquis realizados y digitalizarlos, mediante un software de diseño, en este caso será el SolidWorks®.

Durante este proceso han aparecido problemas debidos a la falta de datos en algunas piezas, por lo que se tuvo que continuar su diseño considerando algunas modificaciones de la versión real, pero manteniendo la utilidad para la que estas piezas fueron desarrolladas.

Con este software se realizan todas y cada una de las piezas, se seleccionan los elementos normalizados, tales como tornillería, arandelas, etc. Posteriormente se ensamblan formando los diferentes elementos que se enumeraron en la sección anterior. Y con toda esta información, se realizan los diferentes planos de Montaje del conjunto de la máquina y Taller de cada uno de los componentes.

4.4. Selección de los nuevos materiales y sus propiedades mecánicas

La impresión de las piezas se realizará con ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y PLA (ácido poliláctico), que son los materiales más comunes a la hora de tratar con la impresión 3D. De ellos se conocen sus propiedades mecánicas, lo que simplifica crear una librería personalizada en el módulo de Simulación de SolidWorks® y simular las piezas para conocer el comportamiento esperado de las mismas. Además se ha analizado la posibilidad de implementar otros materiales que aporten unas propiedades diferentes.

4.4.1. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

El ABS, o acrilonitrilo butadieno estireno, es un material común para la fabricación de piezas de plástico mediante moldeo (como por ejemplo los famosos bloques de la marca LEGO®). Es fuerte, resistente y fácilmente moldeable. Habitualmente es opaco, aunque actualmente pueden llegar a ser transparentes, incluso ser de colores vivos. Las aleaciones de ABS-PVC son más fuertes que las del ABS estándar, para cuando se precise de auto-extinción en riesgo de incendio, por lo que se suelen usar en carcasas de herramientas eléctricas.



Figura 5. Bloques LEGO® fabricados mediante moldeo de ABS. Fuente: visitlegoliberty.com

Este material se suele usar para la fabricación de una amplia gama de elementos: cascos de seguridad, capota de las caravanas, paneles de instrumentos de los automóviles y otros componentes, accesorios de tubería, dispositivos de seguridad doméstica y carcasas para pequeños electrodomésticos, equipos de comunicación, etcétera.

Propiedades mecánicas del ABS	
Módulo elástico	1'1 GPa
Densidad	1020 kg/m ³
Límite elástico	18'5 MPa
T ^a de cristalización	88 – 128 °C
Conductividad térmica	0'2256 W/mK
Calor específico	1386 J/KgK

Tabla 1. Propiedades mecánicas del ABS^[1]. Fuente Propia

4.4.2. Ácido poliláctico (PLA)

El PLA, o ácido poliáctico, es un material en auge debido al “boom” que se está produciendo actualmente con el fácil acceso a la impresión de elementos 3D con plástico. Es un material termoplástico biodegradable derivado del ácido láctico natural de los cereales, el maíz, o la leche, entre otros. Se asemeja a poliestireno transparente y proporciona una buena estética (brillo y calidad), pero es rígido y quebradizo y necesita ser modificado con plastificantes para su uso en aplicaciones más prácticas. Puede ser procesado como la mayoría de termoplásticos en fibras, películas, termoformado o moldeado por inyección.



Figura 6. Ejemplos de elementos realizados mediante impresión 3D de PLA. Fuente: 3ders.org

Este material se suele usar para la fabricación de embalajes para alimentos, bolsas de plástico, macetas, pañales, biberones, copas de bebidas frías, láminas y películas.

Propiedades mecánicas del PLA	
Módulo elástico	3'45 GPa
Densidad	1210 kg/m ³
Límite elástico	48 MPa
Tª de cristalización	56 – 58 °C
Conductividad térmica	0'12 W/mK
Calor específico	1180 J/KgK

Tabla 2. Propiedades mecánicas del PLA^[1]. Fuente Propia

4.4.3. Selección del material

Ambos materiales, ABS y PLA, se suelen utilizar en la impresión de elementos 3D. El primero tiene el gran inconveniente de que tiene una temperatura de cristalización más elevada, por lo que el trabajo es más complejo y requiere de una cama (base de impresión) que se mantenga caliente mientras se realiza la impresión

de todas las piezas, a esto se añade que el ABS desprende gases que en concentraciones altas pueden ser nocivos. A parte de este problema, el ABS se contrae lo bastante como para tener en cuenta este hecho a la hora de diseñar e imprimir las piezas, ya que una vez se enfría la pieza, ésta modifica sus dimensiones.

El PLA, dado su bajo punto de cristalización, es el más usado a la hora de imprimir en 3D. Tiene un buen acabado, pudiéndose controlar tanto la velocidad, como la sección del hilo de impresión, además de que no hay que tener tanto en cuenta el problema de que se contraiga el material mientras se enfría.

4.4.4. Materiales elásticos - FilaFlex, NinjaFlex o SemiFlex

Además del PLA, para algunas piezas de este proyecto se utilizará un poliuretano termoplástico conocido como FilaFlex (desarrollado por Recreus®, empresa española), NinjaFlex o SemiFlex (ambos desarrollados por Fenner Drives®, en EEUU). Se trata de un Elastómero Termoplástico (TPE) combinado con poliuretano y otros aditivos que le proporcionan sus características tanto mecánicas como para que sea posible su impresión. Requiere de baja velocidad de impresión, así como de una alta temperatura (entre 220 y 230 °C).



Figura 7. Sandalias Recreus fabricadas impresión 3D de FilaFlex. Fuente: recreus.com

4.5. Simulación de los elementos

El software de diseño empleado, SolidWorks® 2016, permite realizar una simulación de los elementos. La simulación se centrará en el estudio estático de los elementos, y con ella se estima el comportamiento esperado para las piezas que componen el estudio.

En esta simulación se puede asignar al modelo en 3D un material, por defecto, de la biblioteca asociada al software, o crear uno, así como las condiciones de contorno, y las

fuerzas aplicadas. Una vez asignados estos parámetros se realiza un mallado de los sólidos, con esto el módulo de simulación realizará el cálculo mediante el Método de Elementos Finitos (MEF). Este mallado se puede controlar para que la malla sea más gruesa o más fina, lo que influirá en el resultado final. Si es más gruesa los resultados se alejarán del real pero precisará de poco espacio de memoria; si es más fina, los resultados se asemejarán mucho a los reales, y necesitará un gran espacio de memoria. Lo ideal para realizar el mallado es encontrar un equilibrio entre el grado de la malla y la memoria que precisará, por lo que en este caso se ejecutará el estudio con la malla predeterminada que realice el módulo de simulación.



Figura 8. Proceso para simular mediante el MEF en SolidWorks®. Fuente: help.solidworks.com

La simulación se realizará considerando como sólidos rígidos a todas las piezas, a la hora de imprimir las piezas se hará con una densidad inferior, ya que, según pruebas realizadas por el laboratorio de Ingeniería de Materiales de la ULL, las probetas impresas con una densidad del 40% cumplen con los parámetros de las propiedades mecánicas. Además de eso, el sentido de las capas, la sección del filamento, cómo haya sido depositado, su velocidad y temperatura son parámetros que influyen notablemente en el comportamiento.

4.6. Impresión 3D

La impresión 3D es un nuevo método de conformado de plástico que se realiza mediante la superposición de sucesivos planos, dando como resultado una pieza tridimensional. Este método está teniendo un auge desde hace unos años dada la versatilidad de la tecnología, la facilidad de acceso, y de implementación que posee. Algunas de las posibilidades de implementación son, por ejemplo, la realización de figuras de chocolate; que para la construcción de éstas impresoras se ha partido de la idea de las impresoras 3D convencionales, y se han modificado sus partes, como el cabezal, para que puedan realizar estas figuras.



Figura 9. Copos de nieve de chocolate. Fuente: 3ders.org

Actualmente las impresoras comerciales que salen al mercado están destinadas a un uso doméstico o de docencia y, como se mencionaba anteriormente, los parámetros como velocidad de impresión, temperatura, etcétera, no suelen ser un gran problema. Otro parámetro a tener en cuenta son las tolerancias de impresión de la impresora. Para este proyecto se hará uso de la impresora MakerBot Replicator 2, que aporta una buena precisión de las piezas, aunque cuando se trata de piezas que deben encajar entre ellas hay que prestar especial atención a las zonas problemáticas.

Tras realizar un estudio basado en la experiencia y en el método de “prueba y error” se ha determinado que para el plano de impresión X-Y (largo y ancho) se debe considerar una tolerancia de $\pm 0.2 \sim 0.4$ mm, y para el plano Z (alto), ± 0.1 mm. En el presente proyecto se ha considerado un redondeo de estos números. Para obtener un ajuste fino se ha considerado una tolerancia de ± 0.5 mm y para aquellas piezas que tendrán juego se han conformado con una tolerancia de ± 1.5 mm.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- UNE 1032:1982. Dibujos técnicos: Principios generales de representación.
- UNE 1039:1994. Dibujos técnicos: Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos: Plegado de planos.

5.2. Bibliografía

- [1] Ashby, M.F., 2012. Materials and the Environment. Editorial Butterworth-Heinemann, pp. 265-367
- [2] Lasheras, J.M., 2003. Tecnología Mecánica y Metrotecnia. Editorial Donostiarra S.A.
- [3] Escobar C., 2013. ABS y PLA: Diferencias, ventajas y desventajas, publicado en el sitio web <http://www.impresoras3d.com/>
- [4] M.A., P.I., P.U., 2005. Dibujo industrial: conjuntos y despieces. Editorial Paraninfo

5.3. Programas de cálculo y diseño

- Hojas de cálculo de Microsoft Office Excel® 2010
- SolidWorks® 2016
- Adobe Photoshop® CS6 Extended
- MakerBot® Desktop

6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

REPRAP

Replication Rapid prototyper (RepRap) es el nombre que recibe una impresora 3D creada a partir de las piezas que ha generado otra impresora 3D, aunque algunas de las piezas no son susceptibles de ser replicadas, tales como las piezas de metal y electrónicas: ejes, rodamientos, tornillos, motores, resistencias, etc. Es capaz de imprimir piezas u objetos de plástico con diferentes propiedades y con diferentes formas.

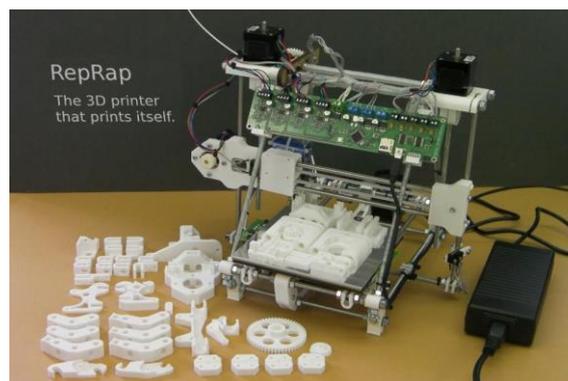


Figura 10. Impresora 3D RepRap Pro Huxley. Fuente: techrepublic.com

CAD

Computer Aided Design o Diseño Asistido por Ordenador, es el uso de programas informáticos para crear y/o parametrizar representaciones gráficas de objetos físicos en dos o tres dimensiones.

DIN

Deutsch Industrie Norm o Normativa Industrial Alemana, es el nombre que reciben los estándares técnicos alemanes de racionalización y aseguramiento de la calidad.

ANSI

American National Standards Institute o Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

UNE

Una Norma Española, son un conjunto de normas tecnológicas creadas por los comités técnicos de normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del comité. Tiene ámbito nacional en España.

ISO

International Organization for Standardization u Organización Internacional de Normalización, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales.

PLA

Poliácido láctico (o ácido poliláctico).

ABS

Acrilonitrilo butadieno estireno.

7. REQUISITOS DE DISEÑO

El diseño que se realizará estará orientado a su replicación mediante impresión 3D. También deberá ser funcional, de manera que puedan formar parte de los elementos habituales que componen el torno.

En este proyecto se elaboran todos los ficheros necesarios, para lograr la impresión de las piezas replicables.

A la hora de realizar los distintos diseños, se tendrán en cuenta diferentes criterios en función de las piezas de las que se trate.

- **Altura de eje:** el modelo de torno que se estudia tiene una altura de eje (o contrapunto) de 150mm, ésta deberá permanecer invariante en todos los elementos que tengan relación con el eje.
- **Funcional:** los elementos deberán ser funcionales, de manera que una vez fabricados puedan entrar en funcionamiento.
- **Replicable mediante impresión 3D:** todos los elementos diseñados con el fin de reemplazar las piezas de acero deberán ser susceptibles de impresión 3D.
- **Económico:** el coste de los elementos obtenidos mediante impresión 3D debe ser inferior al de los mismos realizados en metal.
- **Tamaño:** las dimensiones de los elementos impresos estarán condicionadas por las "camas de impresión" de las diferentes impresoras 3D.
- **Seguridad:** el diseño debe ser seguro para las personas que lo operen.

Todos los elementos a replicar deben ser seguros porque la seguridad en el torno que se estudia reside únicamente en la habilidad del tornero, ya que en palabras del mismo "a los artesanos nos gusta estar en contacto con la pieza".

8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

El punto de partida se estableció en realizar el estudio sobre la bancada, el contrapunto y el apoya-herramientas de un torno comercial para conocer qué elementos pueden ser replicados mediante impresión 3D. Además de esto, se incluye el diseño de dos accesorios que complementarían al torno: un compás y una luneta.

Para la simulación de los elementos se ha tenido que estimar el trabajo con una pieza de madera, en unas condiciones dadas. Según esto se ha calculado en el *Anexo I: Cálculos* las reacciones que se manifestarán en los diferentes subconjuntos.

8.1. Bancada

El primer subconjunto que se estudió fue la bancada. En este caso se tomó el resultado más desfavorable de reacción (280 N) y se aplicó en el lugar del punto de arrastre.

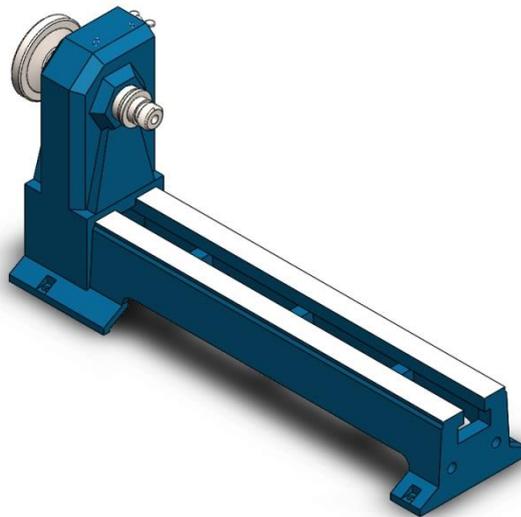


Figura 11. Bancada del torno. Fuente Propia

El primer estudio que se realizó fue considerando como material el Acero Aleado, de la biblioteca de materiales de SolidWorks® 2016. Este paso está orientado a conocer los resultados que tendría el torno en las condiciones actuales en las que se encuentra. Una vez se tenga estos resultados, se aplicará el PLA y se volverá a simular para conocer los resultados y la desviación que se produce de uno a otro material. Es de esperar que dado que el acero es más resistente que el PLA, las diferencias sean notables.

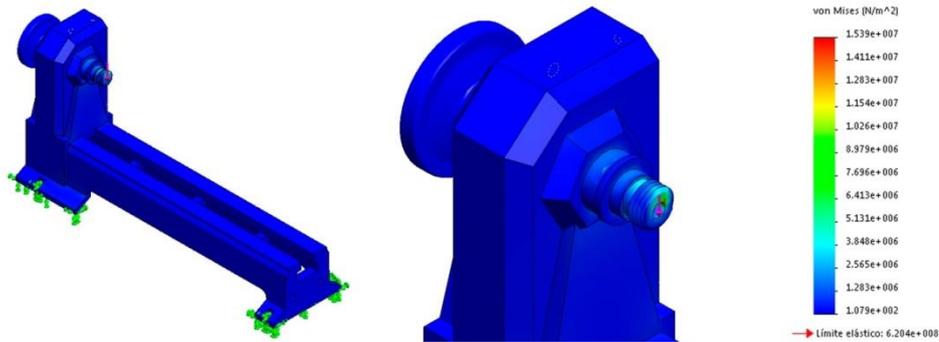


Figura 12. Resultados de deformada de la bancada – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia

En la Figura 12 se observa el modelo en su estado deformado, lo que el módulo de simulación llama *Resultado de deformada*. De esta simulación los principales puntos que interesan obtener son los esfuerzos, dónde se producen y los desplazamientos.

Resultados de la bancada - acero aleado	
Esfuerzo máximo	15'4 MPa
Límite elástico	620'4 MPa
Desplazamiento máximo	$3'089 \cdot 10^{-3}$ mm

Tabla 3. Resultados del estudio de la bancada - acero aleado. Fuente Propia

El esfuerzo máximo al que está sometida la bancada está lejos de superar el límite elástico del material, además de que los desplazamientos son imperceptibles al ojo humano, como se muestra la Figura 13, la bancada tiende a acompañar el desplazamiento de manera casi-uniforme. Aunque el desplazamiento máximo se observa donde se aplica la fuerza.

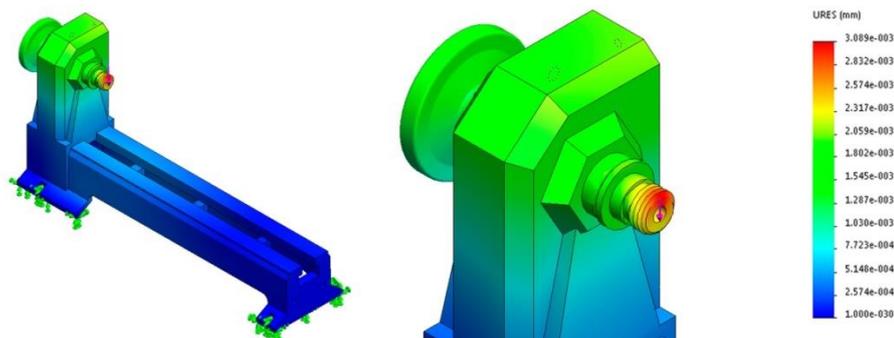


Figura 13. Resultados de deformada de la bancada – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia

Con estos resultados se pasa a cambiar el material a PLA y ejecutar el estudio.

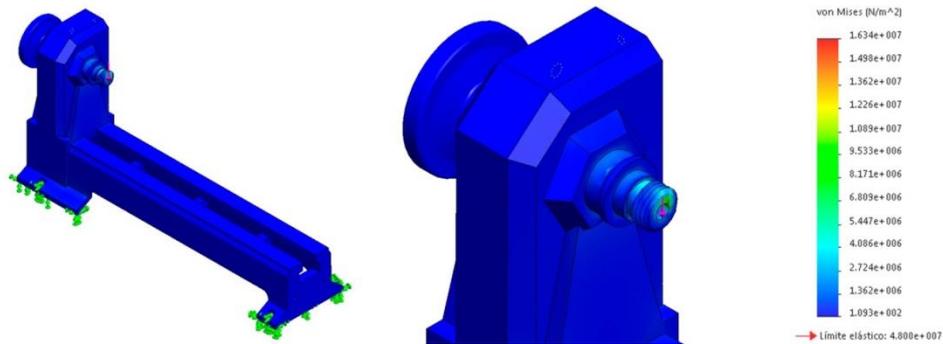


Figura 14. Resultados de deformada de la bancada – esfuerzos con PLA. Fuente Propia

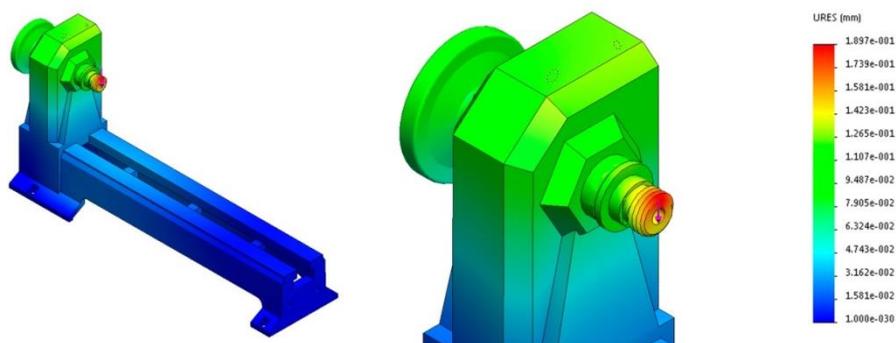


Figura 15. Resultados de deformada de la bancada – desplazamientos con PLA. Fuente Propia

Resultados de la bancada - PLA	
Esfuerzo máximo	16'34 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	0'1897 mm

Tabla 4. Resultados del estudio de la bancada - PLA. Fuente Propia

Como se estimaba, los resultados han variado notablemente. Se esperaba que incluso algún punto del elemento llegara a superar el límite elástico, aunque no ha sido así. El esfuerzo máximo se ha mantenido aproximado al valor del estudio con el Acero Aleado, y el límite claramente ha variado, debido a que se ha modificado el material a uno inferior.

El desplazamiento máximo es muy notable, pasando de 3 µm a 0'2 mm un aumento de casi 60 veces. Hay que tener en cuenta que esta situación es la que se da cuando el torno

está en las condiciones más desfavorables, por lo que los resultados son muy aceptables, manteniendo un margen de un 70% antes de alcanzar el límite elástico.

8.2. Contrapunto

El segundo subconjunto es el contrapunto, en este caso la situación más desfavorable es la es la misma a la que está sometido el punto de arrastre de la bancada. La reacción, por lo tanto, es 280 N.

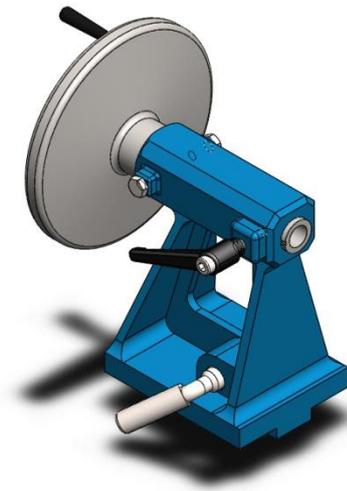


Figura 16. Contrapunto del torno. Fuente Propia

Nuevamente se realizan los estudios considerando el acero aleado y el PLA. Con esta pieza surgieron una serie de interferencias en el modelo que se revisaron y no se consiguió solventar. Por este motivo se ha realizado el estudio al cuerpo del contrapunto.

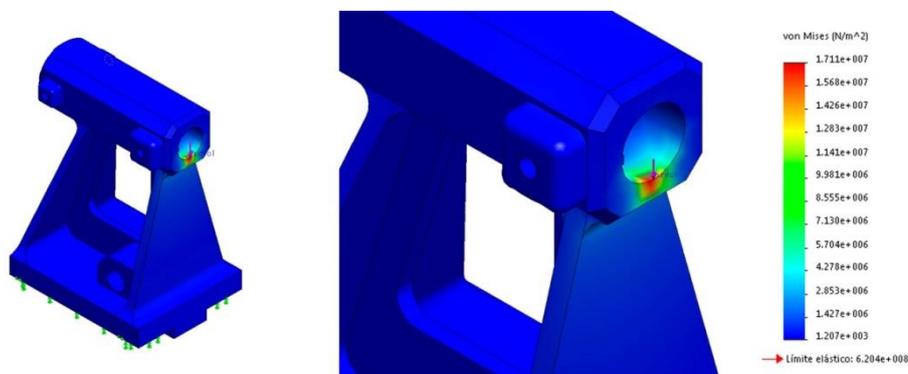


Figura 17. Resultados de deformada del contrapunto – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia

Resultados del contrapunto - acero aleado	
Esfuerzo máximo	17'1 MPa
Límite elástico	620'4 MPa
Desplazamiento máximo	1'485·10 ⁻³ mm

Tabla 5. Resultados del estudio del contrapunto - acero aleado. Fuente Propia

El esfuerzo máximo es próximo al del apartado anterior, ronda los 15 MPa, y el desplazamiento máximo incluso menor al anterior. Resultados totalmente válidos y esperados para el acero aleado.

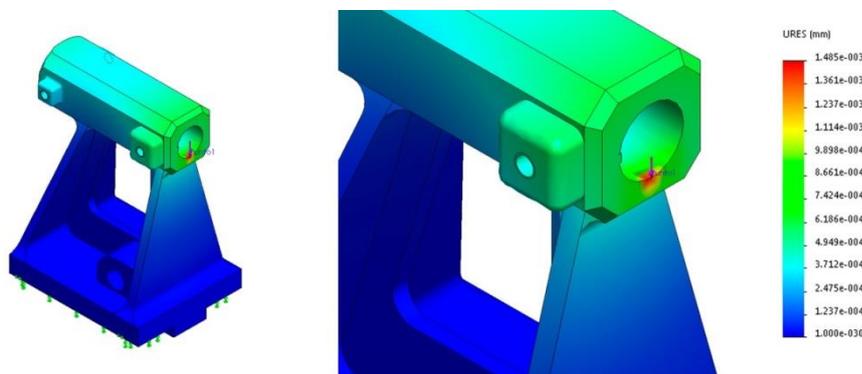


Figura 18. Resultados de deformada del contrapunto – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia

Y una vez conocido estos valores de partida, se repite el estudio con PLA.

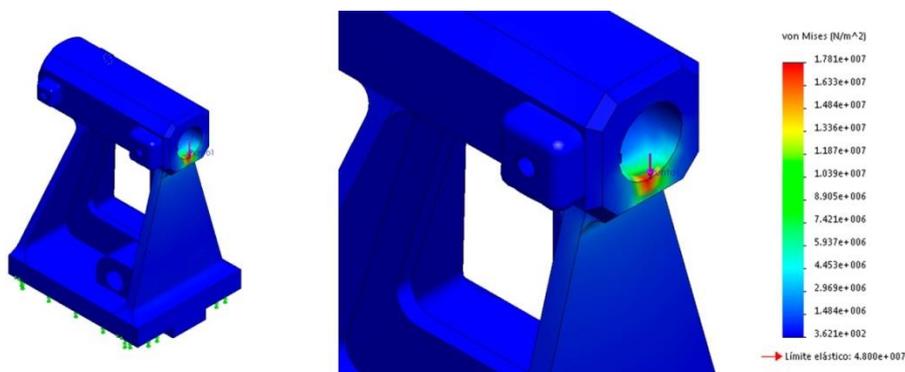


Figura 19. Resultados de deformada del contrapunto – esfuerzos con PLA. Fuente Propia

Resultados del contrapunto - PLA	
Esfuerzo máximo	17'81 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	0'0834 mm

Tabla 6. Resultados del estudio del contrapunto - PLA. Fuente Propia

Dado el resultado obtenido en el estudio de la bancada con PLA, se esperaba para este estudio que los valores siguiesen el mismo esquema, como así ha ocurrido. El esfuerzo no varía mucho respecto del estudio con acero aleado, y tampoco respecto del estudio de la bancada con PLA.

El desplazamiento máximo no es muy grande, aunque comparado con el del acero aleado, como ocurría anteriormente, es unas 50 veces mayor. Aun así, estos resultados son aceptables para el caso del que se trata. Habrá que prestar especial atención a estas zonas críticas cuando se conformen las piezas.

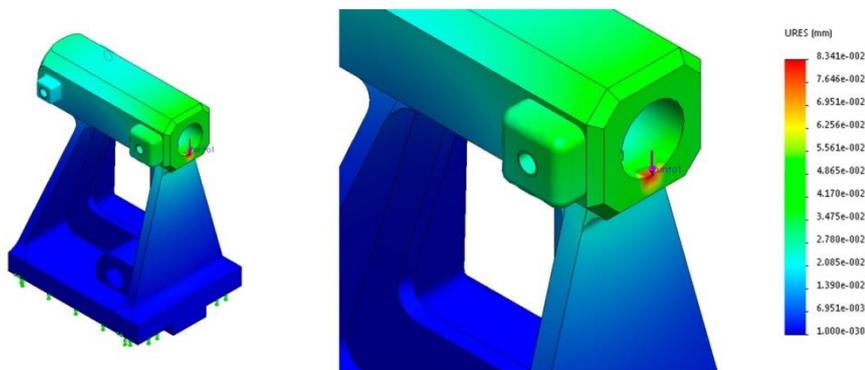


Figura 20. Resultados de deformada del contrapunto – desplazamientos con PLA. Fuente Propia

8.3. Apoya-herramientas

El caso del apoya-herramientas es diferente al de los elementos anteriores. Su colocación sobre las guías dependerá del torno, pudiendo colocarlo donde le sea más conveniente para el trabajo que vaya a realizar. Dado que este elemento es tan variable, en el *Anexo I: Cálculos* se ha calculado la reacción que se manifestará sobre el apoyo

considerando unas características específicas descritas en el propio Anexo. Además de que la herramienta puede apoyarse en cualquier punto. La reacción es de 400 N.



Figura 21. Apoya-herramientas del torno. Fuente Propia

Con el acero aleado se estudia el punto más desfavorable, que dada la geometría de la pieza, es una de las alas del apoyo. Previsiblemente, el esfuerzo y desplazamiento máximos para este punto serán mayores a los obtenidos anteriormente.

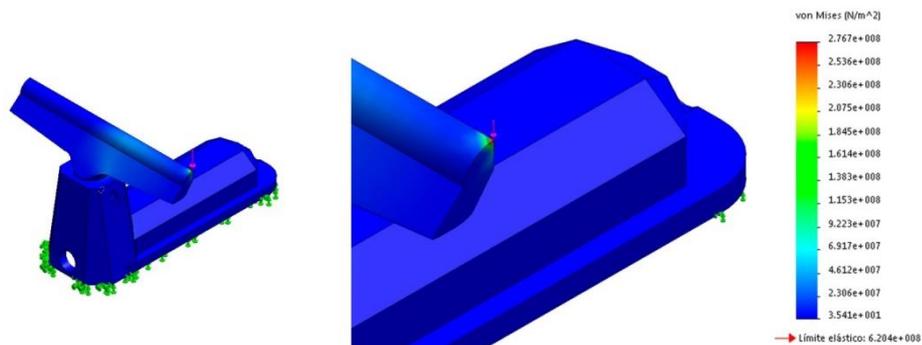


Figura 22. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia

Resultados del apoya-herramientas - acero aleado	
Esfuerzo máximo	267'7 MPa
Límite elástico	620'4 MPa
Desplazamiento máximo	0'1474 mm

Tabla 7. Resultados del estudio del apoya-herramientas - acero aleado. Fuente Propia

Como se estimó, el esfuerzo ha aumentado considerablemente respecto a los 16 MPa que se tenían anteriormente. Para el acero aleado este valor es válido, aunque al aplicar el PLA se observarán problemas en esta zona. El desplazamiento también ha aumentado, a valores que anteriormente no se habían observado para el acero, pero aceptables.

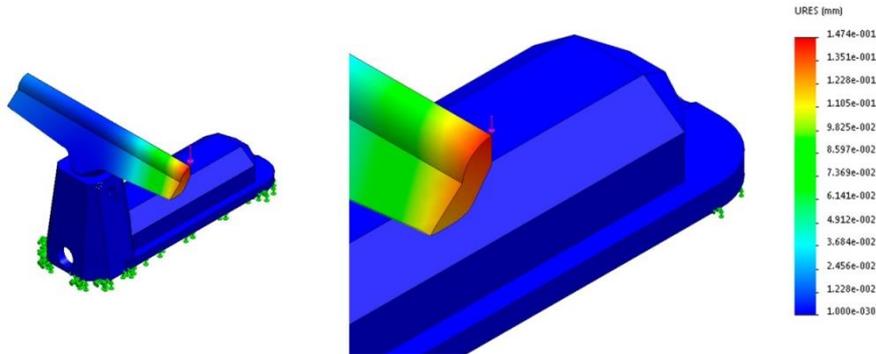


Figura 23. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desp. con acero aleado. Fuente Propia

Como se ha realizado anteriormente, se estudiará a continuación el caso con PLA.

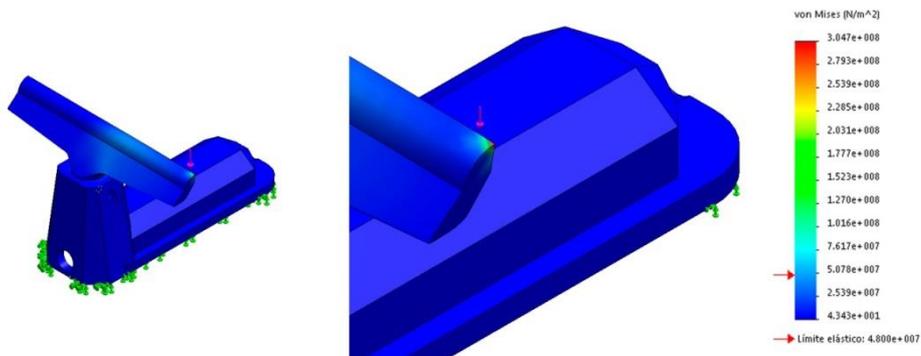


Figura 24. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos con PLA. Fuente Propia

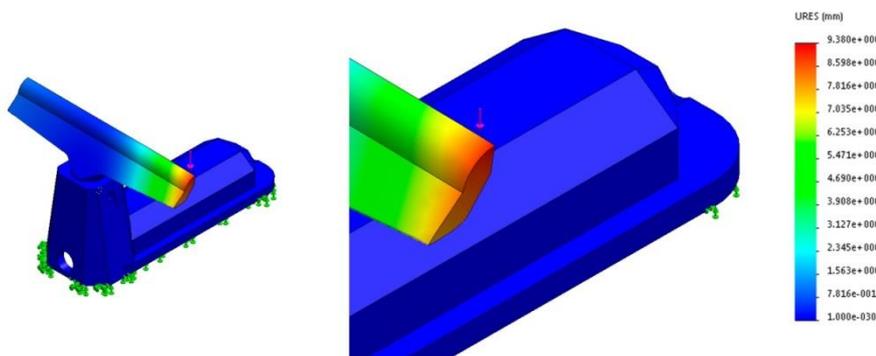


Figura 25. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desplazamientos con PLA. Fuente Propia

Resultados del apoya-herramientas - PLA	
Esfuerzo máximo	304'7 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	9'38 mm

Tabla 8. Resultados del estudio del apoya-herramientas - PLA. Fuente Propia

Lo primero que se observa es el gran salto que existe entre el límite elástico y el esfuerzo máximo que se puede ver en la Figura 24. Y con el desplazamiento ocurre lo mismo, casi 10 mm de desplazamiento es mucho, en función de la rigidez del material puede fracturarse o plastificar. De cualquier modo, estos resultados no son válidos.

La solución que se propone es trabajar con la herramienta en las zonas centrales del apoyo sin alejarse mucho del centro del apoyo, o dotar a la pieza de PLA de una estructura interna de varillas de acero que ayuden a soportar los esfuerzos y desplazamientos.

A continuación se repite el estudio suponiendo que la herramienta está apoyada en el punto central del apoyo. Se observará si cumple o no con los requisitos.

Resultados centrales del apoya-herramientas - PLA	
Esfuerzo máximo	18'99 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	0'2962 mm

Tabla 9. Resultados centrales del estudio del apoya-herramientas - PLA. Fuente Propia

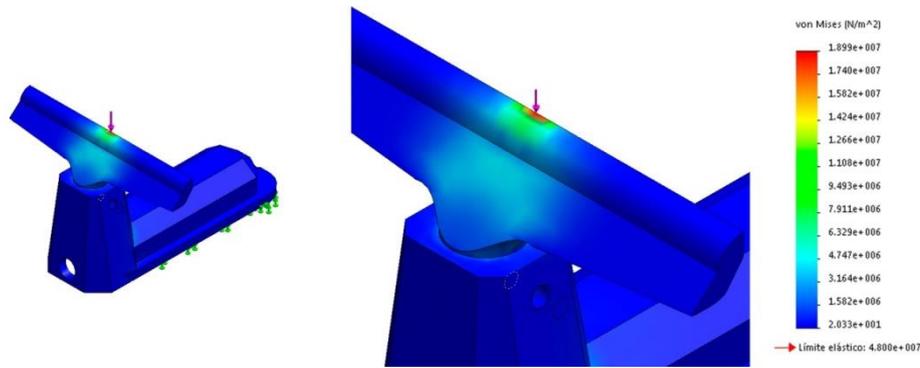


Figura 26. Resultados de deformada del apoya-herramientas – esfuerzos centrales con PLA. Fuente Propia

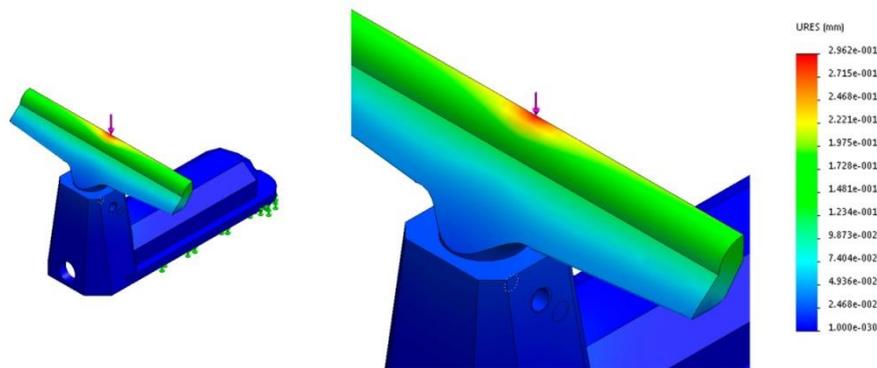


Figura 27. Resultados de deformada del apoya-herramientas – desp. centrales con PLA. Fuente Propia

En esta situación se recuperan resultados más próximos a los que se han ido obteniendo con las otras piezas. El esfuerzo está próximo a los 16 MPa que se veía anteriormente, en esta ocasión, 19 MPa. Y el desplazamiento máximo desciende desde los 10 mm hasta los casi 0'3 mm. Una mejora considerable. Estos resultados apoyan la solución de que la herramienta se sitúe en la zona central de la pieza, sin hacer uso de las alas del apoya-herramientas.

8.4. Compás

Compás es el nombre que ha recibido este accesorio debido a la similitud que presenta con la herramienta de dibujo. Este accesorio está pensado para ayudar al tornero a realizar elementos esféricos de manera que éstos sean más precisos y similares los unos a los otros, que los realizados de manera artesanal.

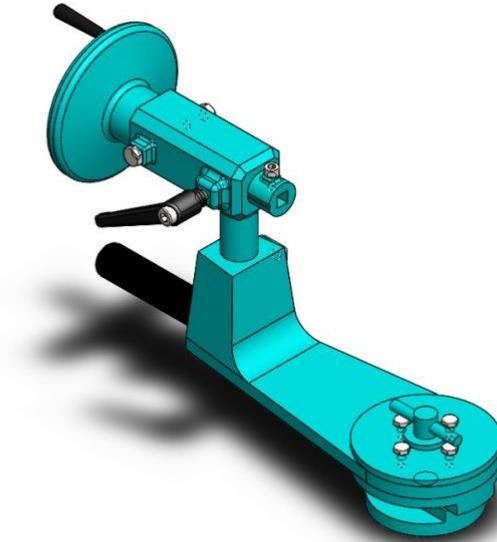


Figura 28. Compás para el torno. Fuente Propia

Los accesorios, compás y luneta, se estudiarán siguiendo el esquema anterior: primero se estudiará la situación con acero aleado para conocer el punto de partida, y tener un valor con respecto a los que poder comparar y luego se estudiará con el PLA. El Compás es un accesorio que está ideado para que sustituya al apoya-herramientas, es decir, ambos elementos no trabajarán en simultáneo. La reacción que se manifiesta sobre la pieza es la misma que para el apoya-herramientas, 400 N.

Resultados del compás - acero aleado	
Esfuerzo máximo	36'69 MPa
Límite elástico	620'4 MPa
Desplazamiento máximo	0'2692 mm

Tabla 10. Resultados del estudio del compás - acero aleado. Fuente Propia

El esfuerzo máximo ha aumentado respecto a los calculados para el apoya-herramientas, esto se debe principalmente a la geometría y dimensiones del modelo. Sin embargo, son resultados válidos, tanto el esfuerzo como el desplazamiento. Aunque el

desplazamiento máximo sea de 0'27 mm, éste se da en el extremo del compás, el correcto para el punto de estudio sería de 0'15 mm, aproximadamente.

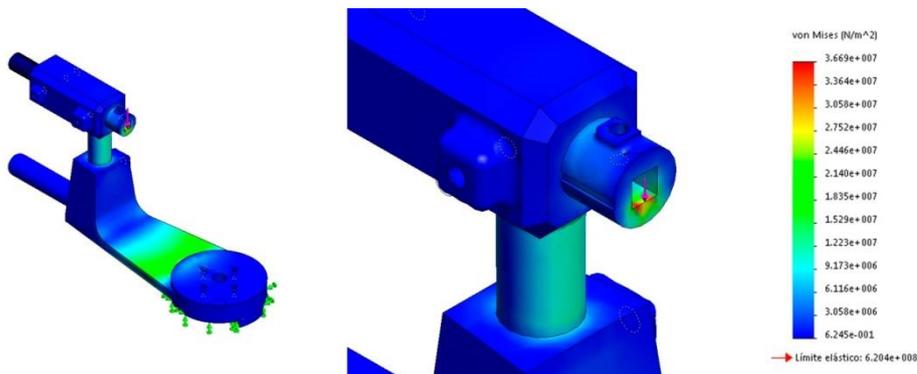


Figura 29. Resultados de deformada del compás – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia

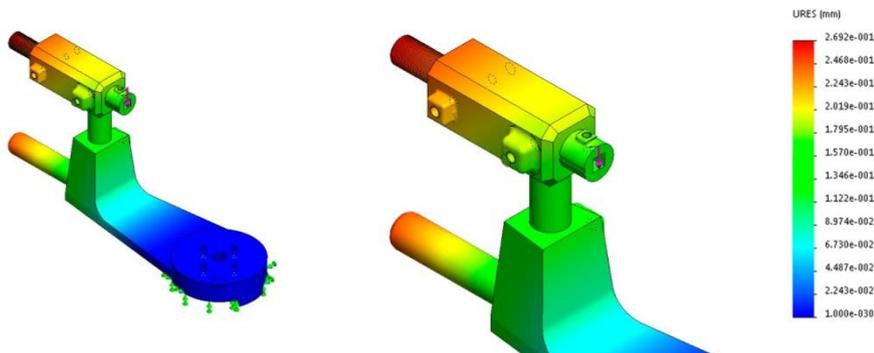


Figura 30. Resultados de deformada del compás – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia

Se modifica el material en el módulo de simulación del software, y se ejecuta de nuevo el estudio para conocer cómo varían los resultados aplicando el PLA en todas las piezas que componen el conjunto.

Resultados del compás - PLA	
Esfuerzo máximo	37'69 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	22'91 mm

Tabla 11. Resultados del estudio del compás - PLA. Fuente Propia

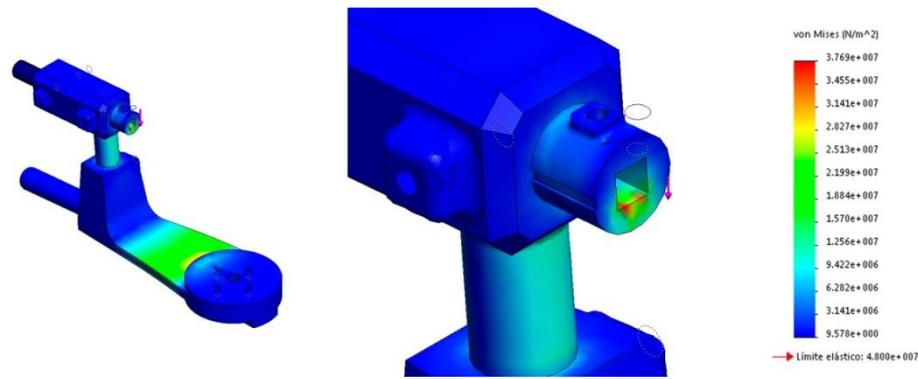


Figura 31. Resultados de deformada del compás – esfuerzos con PLA. Fuente Propia

Vistos los resultados del estudio con el acero aleado, se esperaba que el esfuerzo no variara demasiado, como así ha sido. Aunque dado el límite del material, está muy próximo a él, por lo que el margen de seguridad es bastante bajo.

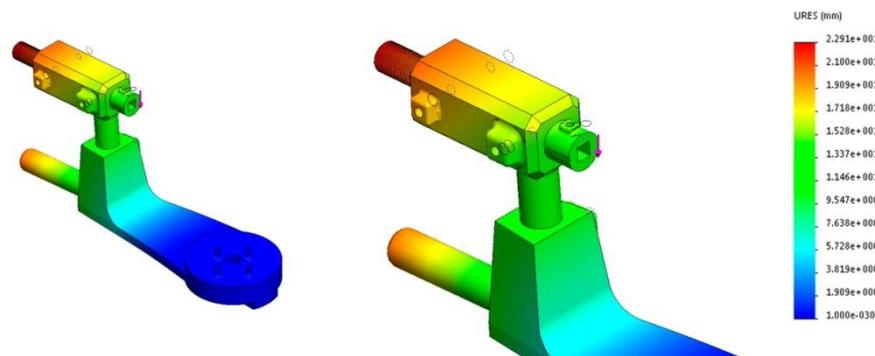


Figura 32. Resultados de deformada del compás – desplazamientos con PLA. Fuente Propia

Con este material sí se esperaba un gran desplazamiento, que ronda los 23 mm. Este resultado está lejos de ser válido, por lo que una vez se observa esto, se plantean diferentes soluciones que puedan aportar un mejor comportamiento de las piezas.

Después de ver los fallos, se ha planteado la siguiente modificación: dado el espesor de la superficie de unión entre el soporte y el cuerpo del porta-cuchillas se ha realizado una abertura por la parte inferior donde se encajará una pletina de acero anclada mediante tornillos a dicha superficie. Esto conferirá al modelo una mayor resistencia, aunque las zonas de esfuerzo serán diferentes y habrá que analizarlas detenidamente.



Figura 33. Modificación planteada para el compás. Fuente Propia

En el estudio de esta modificación se aplicará PLA a todas las piezas del estudio a excepción de la pletina que se encuentra en la zona inferior, que se le aplicará acero aleado.

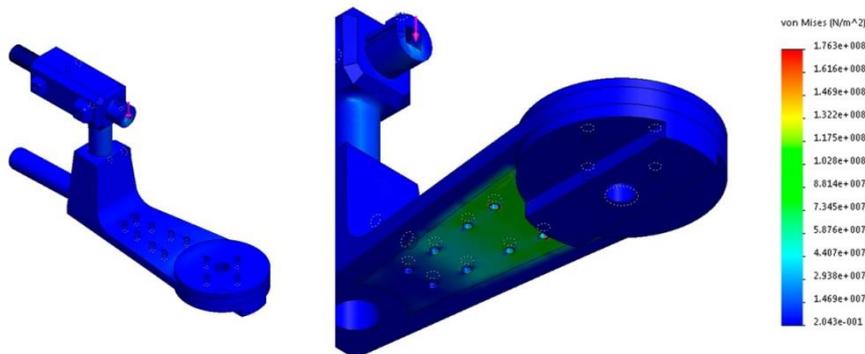


Figura 34. Resultados de deformada de la modificación del compás – esfuerzos. Fuente Propia

Como se estimaba, los esfuerzos máximos se manifiestan sobre la pletina de acero, concretamente en los agujeros de los tornillos más cercanos a las guías. La tensión en estos puntos es de 176'3 MPa, muy por debajo del límite elástico del acero, 620'4 MPa. La pletina soportará sin ningún problema los esfuerzos a la que será sometida.

Sin embargo, se observa como el contacto entre la pletina y el hueco en el que se sitúa presenta algunas zonas donde se pueden producir fallos. El módulo de simulación permite identificar valores, y clicando sobre las caras o aristas identifica el valor de dichos elementos.

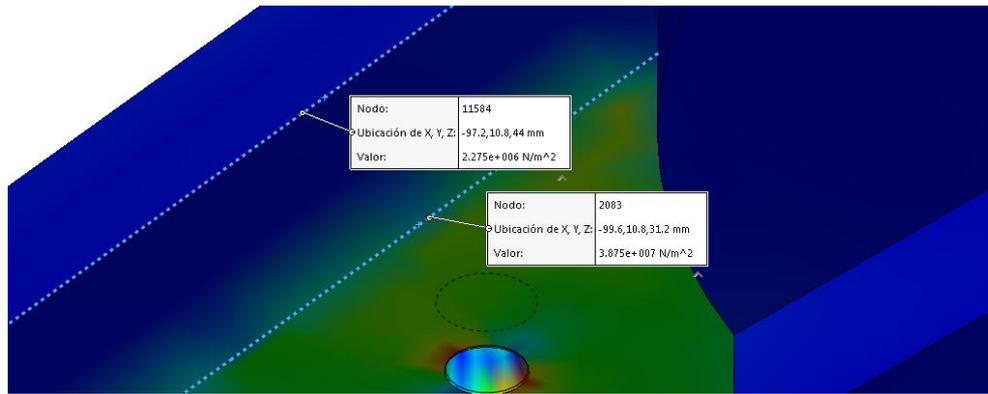


Figura 35. Valores de esfuerzo identificados del soporte de PLA. Fuente Propia

La arista más cercana a la pletina es la que soporta mayor esfuerzo, 38'75 MPa, y este esfuerzo es inferior al límite elástico del PLA, por lo que la modificación propuesta aporta valores válidos para la simulación que se ha realizado.

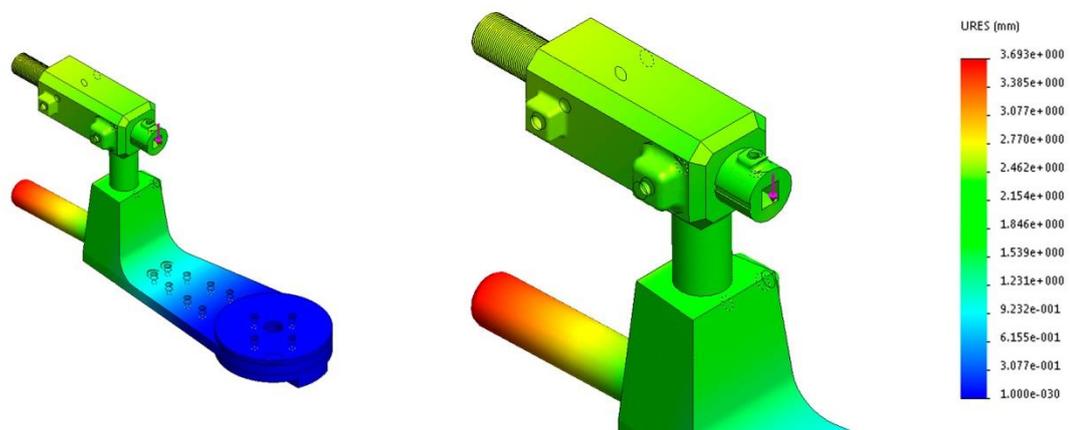


Figura 36. Resultados de deformada de la modificación del compás – desplazamientos. Fuente Propia

Y con esta modificación se quería reducir el desplazamiento de las piezas. Como se observa, se ha conseguido rebajar el desplazamiento máximo desde los 29 mm del estudio anterior hasta los 3'7 mm de esta modificación. Sigue siendo un desplazamiento grande, pero como ocurría anteriormente, éste se da en el agarre del soporte. En el porta-cuchillas el desplazamiento es de 2 mm aproximadamente. Un valor aceptable.

8.5. Luneta

El último accesorio a estudiar es la luneta. Como en los tornos mecánicos, la luneta es un elemento que se coloca sobre las guías de la bancada y su función es reducir el vano del material bruto que se va a trabajar.



Figura 37. Luneta para el torno

Para este caso se aplicará una fuerza de 95 N según se ha calculado en el *Anexo I: Cálculos*. La fuerza se aplicará en los dos soportes inferiores.

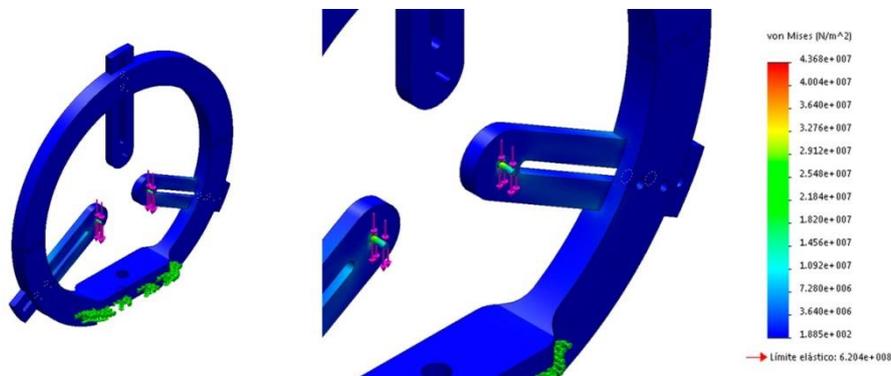


Figura 38. Resultados de deformada de la luneta – esfuerzos con acero aleado. Fuente Propia

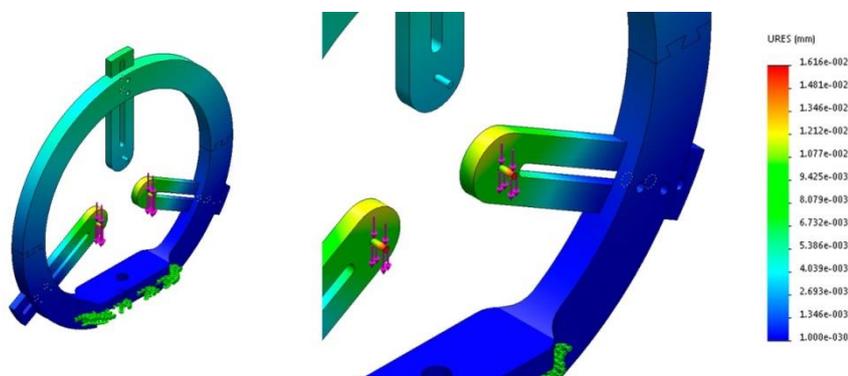


Figura 39. Resultados de deformada de la luneta – desplazamientos con acero aleado. Fuente Propia

En este elemento se da un caso especial, y es que la mayor fuerza que debe soportar es cuando los rodamientos están más cerca del cuerpo de la luneta, y cuando menor fuerza

soporta es cuando más centrado están los soportes. La simulación se ha realizado suponiendo que soporta la máxima fuerza cuando los soportes con rodamientos se encuentran en la posición más desfavorable. Una situación que nunca sucederá.

Resultados de la luneta - acero aleado	
Esfuerzo máximo	43'68 MPa
Límite elástico	620'4 MPa
Desplazamiento máximo	0'0162 mm

Tabla 12. Resultados del estudio de la luneta - acero aleado. Fuente Propia

Al igual que se ha hecho con los estudios anteriores, se modifica el material y se vuelve a ejecutar la simulación.



Figura 40. Resultados de deformada de la luneta – esfuerzos con PLA. Fuente Propia

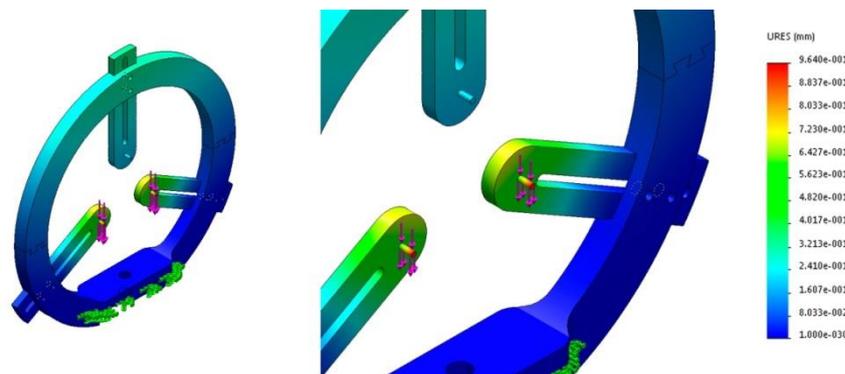


Figura 41. Resultados de deformada de la luneta – desplazamientos con PLA. Fuente Propia

Para el PLA parece que los resultados están cerca de ser desfavorables, pero hay que tener en cuenta lo apuntado anteriormente, este es el peor caso que se puede dar, y tampoco se dará. Por lo que, aunque el esfuerzo está muy próximo al límite elástico, éste se considera válido.

Resultados de la luneta - PLA	
Esfuerzo máximo	47'02 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	0'9640 mm

Tabla 13. Resultados del estudio de la luneta - PLA. Fuente Propia

El desplazamiento máximo también es aceptable. Es inferior a 1 mm, e inferior a otros resultados de desplazamiento anteriormente obtenidos. Como se indica, este caso nunca se dará, el desplazamiento real será inferior al teórico calculado.

8.6. Resumen del análisis

Los diseños inicialmente propuestos se han simulado y obtenido resultados válidos para cada elemento. En la Tabla 14. Resumen del análisis, se agrupan todos los resultados obtenidos durante este análisis.

Resumen del análisis				
Conjunto	Esfuerzo máximo	¿Plastifica?	Desplazamiento inferior a 5mm	Desplazamiento inferior a 1mm
	PLA: 16'34 MPa	✗	✓	✓
	PLA: 17'81 MPa	✗	✓	✓

Pieza	Esfuerzo máximo	¿Plastifica?	Desplazamiento inferior a 5mm	Desplazamiento inferior a 1mm
 (análisis extremo)	PLA: 304'7 MPa	✓	✗	✗
 (análisis centro)	PLA: 18'99 MPa	✗	✓	✓
	PLA: 37'69 MPa	✗	✗	✗
	Acero: 176'3 MPa PLA: 38'75 MPa	✗ ✗	✓	✗
	PLA: 47'02 MPa	✗	✓	✓

Tabla 14. Resumen del análisis. Fuente Propia

Se ha analizado la viabilidad de replicar las piezas simuladas, y aunque teóricamente todas son susceptibles de ser replicadas, las más válidas son los accesorios: el compás y la luneta. La bancada ha sido desechada debido a las grandes dimensiones que tiene y la adaptación a la impresión 3D puede hacer variar las propiedades simuladas, a parte de la compleja geometría que tiene. Tanto el contrapunto como el apoya-herramientas, tienen los mismos problemas, por dimensiones se podría imprimir de una sola pieza, pero su geometría

hace que se tenga que modificar las piezas para que la impresión sea óptima, y esta modificación conllevará una reducción en las características del diseño.

Los diseños que se replicarán en 3D, compás y luneta, deben seguir un proceso de adaptación a la impresora que los va a elaborar: MakerBot Replicator 2 (28 x 15 x 15 cm). En el siguiente apartado se resume este proceso y se muestra el diseño final.

9. RESULTADOS FINALES

Tras realizarse los estudios oportunos se ha determinado que los diseños aptos para ser replicados en impresión 3D sean los accesorios: Compás y Luneta.

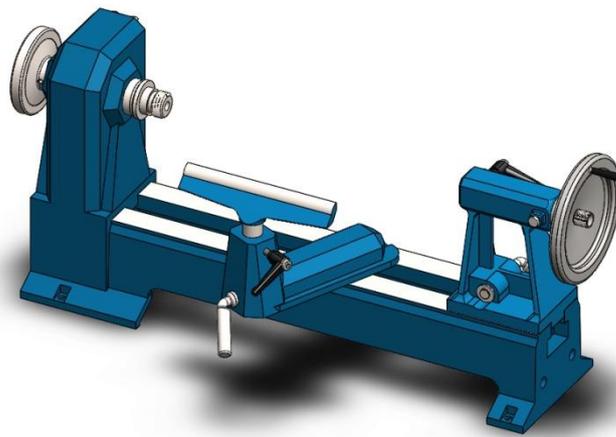


Figura 42. Configuración original del torno. Fuente Propia

Los conjuntos de Bancada y Contrapunto han sido desechados porque, aunque cumplen los criterios del estudio estático, estos elementos estarán sometidos a una fricción continua durante su trabajo, lo que conllevará el aumento de la temperatura, lo que causará una recristalización del PLA y modificará las propiedades con las que han sido conformadas las piezas.

El Apoya-herramientas ha sido desestimado debido a que las soluciones adoptadas en el apartado anterior no son válidas para todos los trabajos que requiere, así como la geometría compleja del cuerpo del apoya-herramientas, que impedirá su replicación.

9.1. Compás

Una vez se han seleccionado los elementos que se van a replicar, y analizados sus resultados en el análisis de la simulación, se procede a modificar el diseño para adaptarlo a las dimensiones de la impresora que lo elaborará.

En este caso se tratará de la impresora comercial MakerBot Replicator 2, que tiene como dimensiones de cama 28 x 15 x 15 cm. La modificación se ha realizado en la pieza de unión del soporte, donde se encaja la pletina de unión.

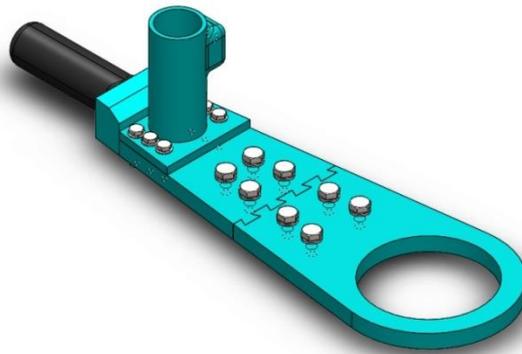


Figura 43. Modificación de diseño adoptada para el compás. Fuente Propia

Aprovechando la pletina, se ha dividido esta pieza en otras 4 piezas. La pletina sirve de unión entre dos de ellas, como se observa en la Figura 43, esta unión se realiza mediante 8 tornillos M6. El soporte para el cuerpo del portacuchillas se ancla mediante 6 tornillos M4, y el agarre se fija mediante el apriete de los propios elementos. En la Figura 44 se observa cómo quedará la configuración del torno con este accesorio.

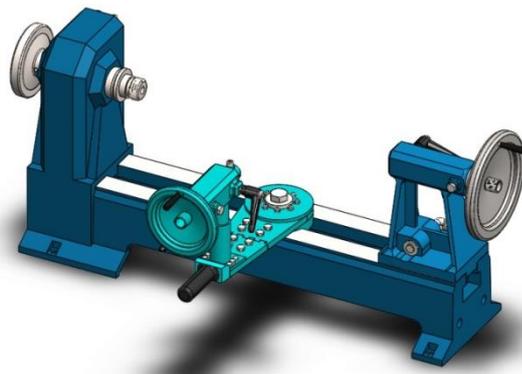


Figura 44. Configuración del torno con el compás. Fuente Propia

Además de esto, las manivelas que se indican en planos han sido sustituidas por empuñaduras graduables comerciales de la marca TECNODIN, según especificación técnica.

Aplicada la modificación, se realiza de nuevo el estudio con las mismas condiciones de contorno y fuerzas externas que el estudio para el compás del apartado anterior. Se aplica PLA para todas las piezas excepto para la pletina, se le asigna acero aleado.

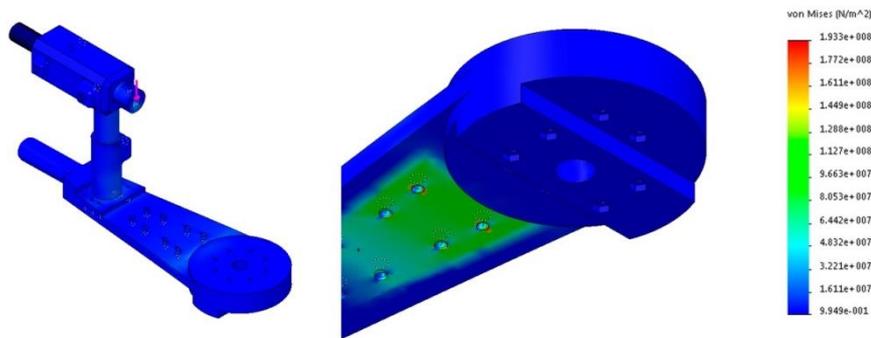


Figura 45. Resultados de deformada de la modificación de diseño del compás – esfuerzos. Fuente Propia

Como ocurría anteriormente, en este estudio se observa como la concentración de esfuerzos se produce en la pletina de acero, que soportará los esfuerzos. En las zonas donde se produce la unión entre la pletina y el soporte es dónde se encuentran los esfuerzos máximos para el PLA, que han disminuido respecto a los hallados en el apartado anterior.

Resultados de la modificación de diseño del compás		
Esfuerzo máximo	193'3 MPa	32'45 MPa
Límite elástico	620'4 MPa	48 MPa
Desplazamiento máximo del portacuchillas	2'489 mm	

Tabla 15. Resultados del estudio de la modificación de diseño del compás. Fuente Propia

Por último, el desplazamiento máximo del portacuchillas ha aumentado con respecto al primer estudio. Pero lo ha hecho en apenas 0'5mm, se considera como un resultado válido. Por lo tanto, esta modificación cumple con los criterios de esfuerzo, desplazamiento y diseño, y se pueden realizar sus planos y ficheros STL para su fabricación.

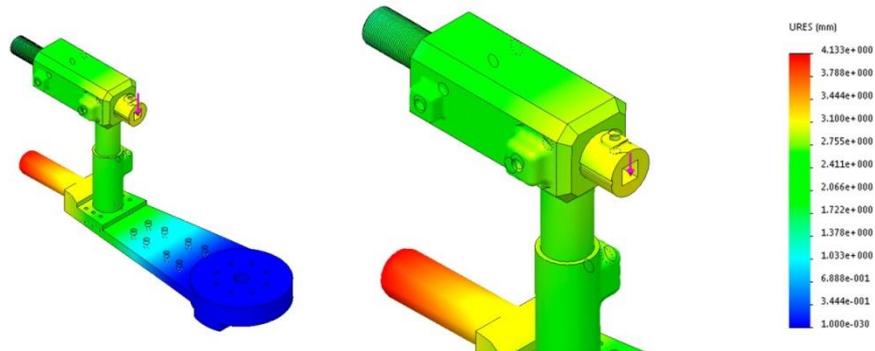


Figura 46. Resultados de deformada de la mod. de diseño del compás – desplazamientos. Fuente Propia

9.2. Luneta

La luneta es el segundo accesorio que se ha considerado para su replicación en impresión 3D. Al igual que ocurre con el compás, este accesorio es demasiado grande para la cama de impresión, por lo que se ha considerado la siguiente modificación.

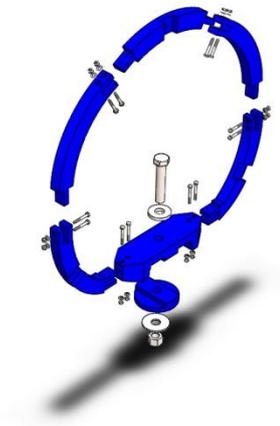


Figura 47. Modificación de diseño adoptada para la luneta. Fuente Propia

En el estudio anterior el arco constaba de dos piezas, la modificación planteada lo secciona en 6 partes: el soporte a guías, los arcos inferiores izquierdo y derecho, 2x arco de unión y el arco superior. Todas las uniones se fijan mediante 2 tornillos M4 cada una. En la Figura 48 se observa la configuración del torno con este accesorio.

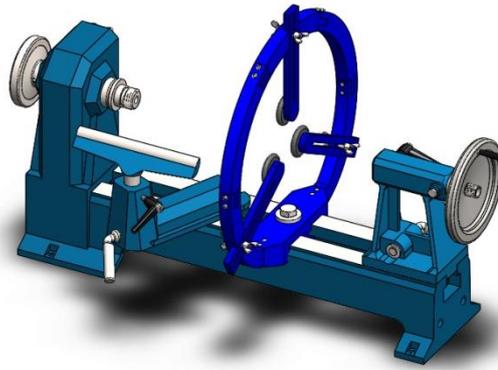


Figura 48. Configuración del torno con la luneta. Fuente Propia

A continuación se resume la simulación que se ha repetido sobre la modificación, para comprobar que éste accesorio, así modificado, cumple con las exigencias de esfuerzos y desplazamientos. Como se realizó anteriormente, se aplicará una fuerza sobre los dos soportes inferiores de 95 N, según se ha calculado en el *Anexo I: Cálculos*.

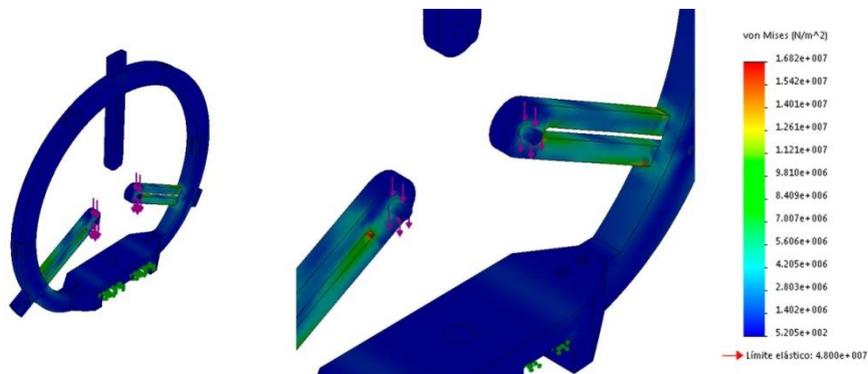


Figura 49. Resultados de deformada de la modificación de diseño de la luneta – esfuerzos. Fuente Propia

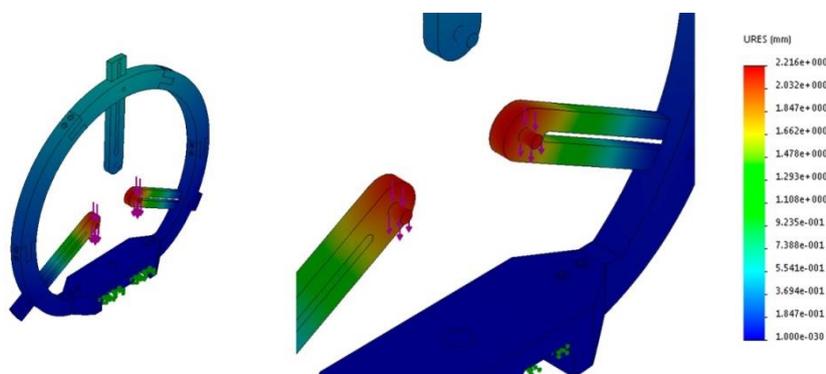


Figura 50. Resultados de deformada de la mod. de diseño de la luneta – desplazamientos. Fuente Propia

Los mayores esfuerzos se manifiestan en las zonas de geometría más compleja. Con esta modificación se ha conseguido disminuir el esfuerzo máximo a 16'82 MPa, aunque el desplazamiento máximo ha aumentado a 2'2 mm. Como ya se indicó, la situación simulada es una situación extrema que nunca se dará, aunque se han simulado con estos datos.

Resultados de la modificación de diseño de la luneta	
Esfuerzo máximo	16'82 MPa
Límite elástico	48 MPa
Desplazamiento máximo	2'216 mm

Tabla 16. Resultados del estudio de la modificación de diseño de la luneta. Fuente Propia

Con todos estos resultados, se puede concluir que las modificaciones de diseño adoptadas son válidas, y no desvirtuarán en gran medida los resultados esperados. Éstos accesorios serán los que finalmente se repliquen en 3D.

10. RESUMEN DE PRESUPUESTO

A continuación se resume el presupuesto de impresión de los diseños que son susceptibles de ser impresos, los accesorios Compás y Luneta; así como toda su tornillería, elementos mecanizados y otros elementos comerciales para hacer posible su ensamblaje.

Éste documento es un simple resumen del presupuesto que se puede consultar al final de este proyecto, que incluye el descompuesto de las partidas.

Capítulo 1		ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D		
Cód.	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'25mm, material PLA. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.			
			Subtotal:	341,67 €
1.2	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'15mm, material PLA. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.			
			Subtotal:	47,52 €

1.3	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'25mm, material NinjaFlex. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.	Subtotal:	10,58 €
Total Capítulo 1 - ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D			399,78 €

Capítulo 2		ELEMENTOS MECANIZADOS		
Cód.	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Pletina de acero mecanizada según plano. Incluye taladrado, roscado interior y acabado.		Subtotal:	31,26 €
Total Capítulo 2 - ELEMENTOS MECANIZADOS				31,26 €

Capítulo 3		ELEMENTOS COMERCIALES		
Cód.	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Tornillería normalizada según se indica en planos y descompuesto.		Subtotal:	0,46 €
3.2	Tornillería de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.		Subtotal:	3,88 €
3.3	Arandela de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.		Subtotal:	1,89 €
3.4	Tuerca de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.		Subtotal:	0,82 €
3.5	Empuñadura graduable comercial marca TECNODIN.		Subtotal:	8,78 €
3.6	Rodamiento rígido de bolas 628 (ISO 15) comercial de NSK.		Subtotal:	25,95 €
Total Capítulo 3 - ELEMENTOS COMERCIALES				41,78 €

RESUMEN DE PRESUPUESTO:		DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D	
Capítulo			Importe
1	ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D		399,78 €
2	ELEMENTOS MECANIZADOS		31,26 €
3	ELEMENTOS COMERCIALES		41,78 €
Total			472,82 €

El Presupuesto asciende a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS.



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXOS

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: CÁLCULOS	75
1. DATOS DE PARTIDA	79
1.1. Reacciones en tornillo de arrastre y contra punto	79
1.2. Reacción sobre el Apoya-herramientas	80
1.3. Reacciones en tornillo de arrastre, contra punto y luneta	81
ANEXO II: MONTAJE DEL TORNO	85
1. MONTAJE DE LA BANCADA	89
2. MONTAJE DEL CONTRAPUNTO	90
3. MONTAJE DEL APOYA-HERRAMIENTAS	91
ANEXO III: MONTAJE DEL COMPÁS	93
1. MONTAJE DEL COMPÁS	97
1.1. Soporte de unión	97
1.2. Compás.....	98
ANEXO IV: MONTAJE DE LA LUNETA	101
1. MONTAJE DE LA LUNETA.....	105
1.1. Soporte de agarre (3x).....	105
1.2. Arco principal	106
1.3. Luneta.....	107
ANEXO V: IMPRESIÓN 3D	109
1. PREPARACIÓN PARA LA EXPORTACIÓN	113
2. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE DISEÑO	113

1.1. Formato STL.....	113
3. PREPARACIÓN PARA SU IMPRESIÓN	114
3.1. Importación de archivos	115
3.2. Corrección de la orientación y posición	116
3.3. Configuración de la impresión	117
3.3.1. Base	117
3.3.2. Soporte	118
3.3.3. Altura de capa	118
3.3.4. Relleno	118
3.3.5. Número de capas externas	119
3.3.6. Material y temperatura de extrusión	119
4. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE IMPRESIÓN.....	120
5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	121
6. MEDICIONES	123
ANEXO VI: CATÁLOGOS	127
1. CATÁLOGOS.....	129



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO I: CÁLCULOS

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Índice Anexo I

1. DATOS DE PARTIDA	79
1.1. Reacciones en tornillo de arrastre y contra punto	79
1.2. Reacción sobre el Apoya-herramientas.....	80
1.3. Reacciones en tornillo de arrastre, contra punto y luneta	81

1. DATOS DE PARTIDA

En el presente documento se realizan los cálculos para determinar las fuerzas que se manifiestan en los elementos a tener en cuenta a la hora de realizar las diferentes simulaciones.

Se parte de los datos suministrados por el tornero artesano:

- 1CV de Potencia y Régimen de trabajo de 125 rpm a 3500 rpm.
- Se toma como herramienta una gubia de 570 mm de largo.
- El apoya-herramientas se sitúa a 20 mm de la pieza.
- La pieza que se trabaja es un cilindro de ébano 750 mm de largo y 300 mm de diámetro, con densidad 1050 kg/m³.

Partiendo de estos datos, se obtiene lo siguiente:

1.1. Reacciones en tornillo de arrastre y contra punto

Para el cálculo de estas fuerzas se sigue el esquema siguiente: se asocia el cálculo de una viga apoyada. Se considera el peso como fuerza distribuida, y las reacciones en Y.

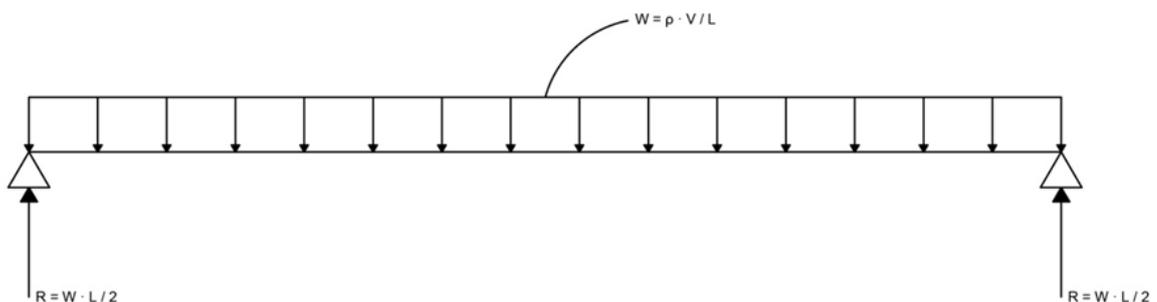


Figura 51. Viga asociada al cálculo de los elementos del torno. Fuente Propia

$$W = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{L} = \frac{1050 \cdot \pi \cdot 0'15^2 \cdot 0'75 \cdot 9'81}{0'75} = 728'1 \text{ N/m}$$

$$R = \frac{W \cdot L}{2} = \frac{728'1 \cdot 0'75}{2} = 273'04 \text{ N}$$

En el módulo de simulación se introducirá una reacción de 275 N.

1.2. Reacción sobre el Apoya-herramientas

En este apartado se calcula la fuerza de reacción sobre el apoya-herramientas. Se realiza el análisis siguiendo los siguientes esquemas.

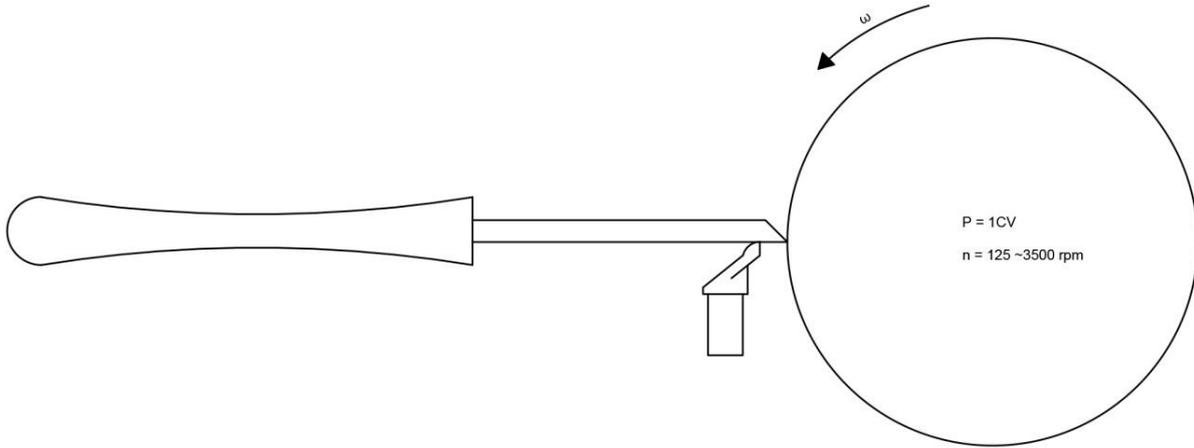


Figura 52. Esquema de trabajo con gubia sobre un material en revolución. Fuente Propia

Se considera que la gubia actúa perpendicularmente a la pieza, y solo transmite al apoya-herramientas la reacción, ya que este apoyo solo restringe el desplazamiento en Y.



Figura 53. Viga asociada a la gubia. Fuente Propia

Para este cálculo se hará uso de los datos de partida indicados anteriormente, y se obtendrán dos resultados: por un lado, el correspondiente a mínimo régimen de revoluciones ($n_1 = 125$ rpm) y por el otro, al máximo ($n_2 = 3500$ rpm).

$$T = \frac{P}{n}; T = F_t \cdot r$$

$$T_1 = \frac{1CV \cdot \frac{745'7W}{CV}}{\frac{2\pi}{60} \cdot 125} = 56'97Nm; T_2 = \frac{1CV \cdot \frac{745'7W}{CV}}{\frac{2\pi}{60} \cdot 3500} = 2'03Nm$$

$$F_{t1} = \frac{56'97}{0'15} = 379'78N; F_{t2} = \frac{2'03}{0'15} = 13'56N$$

Obtenido esto, y conocida la longitud de la herramienta y la distancia entre el apoyo y la pieza resulta lo siguiente. $L = 570 \text{ mm}$, $d = 20 \text{ mm}$.

$$\left. \begin{array}{l} \sum M_{\text{apoyo}} = 0 \\ \sum F_Y = 0 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} F \cdot (L - d) - F_t \cdot d = 0 \rightarrow F = \frac{d}{L - d} \cdot F_t \\ R = F + F_t \end{array} \right\}$$

$$R = \left(1 + \frac{d}{L - d}\right) \cdot F_t$$

$$R_1 = \left(1 + \frac{20}{550}\right) \cdot 379'78 = 393'59N; R_2 = \left(1 + \frac{20}{550}\right) \cdot 13'56 = 14'06N$$

Reacción para trabajo a 125 rpm, 393'59 N. Se simulará con 400 N.

Reacción para trabajo a 3500 rpm, 14'06 N. Se simulará con 15 N.

1.3. Reacciones en tornillo de arrastre, contra punto y luneta

En este apartado se realizan los cálculos de las reacciones y descomposición de las fuerzas para el tornillo de arrastre, el contra punto y la luneta.

Para el cálculo de estas fuerzas se sigue el esquema siguiente, se asocia el estudio de una viga apoyada. Se considera el peso como fuerza distribuida, y las reacciones en Y.

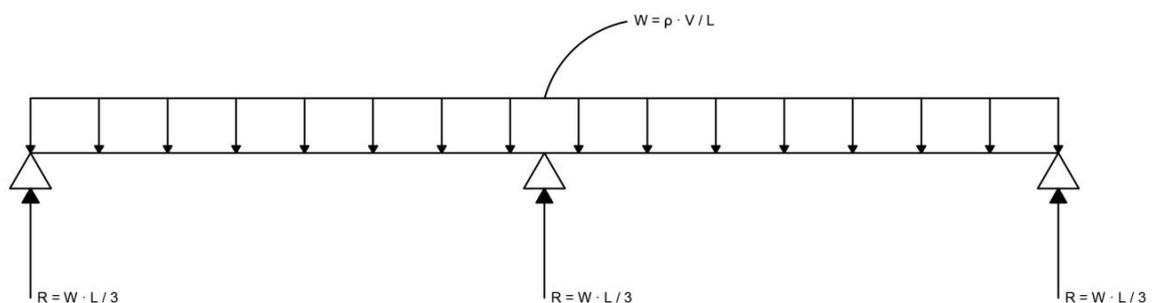


Figura 54. Viga asociada al cálculo del torno con luneta en el punto intermedio. Fuente Propia

$$R = \frac{W \cdot L}{3} = \frac{728'1 \cdot 0'75}{3} = 182'02N$$

Con estos resultados, se analiza la distribución de la Reacción calculada en los elementos de la luneta.

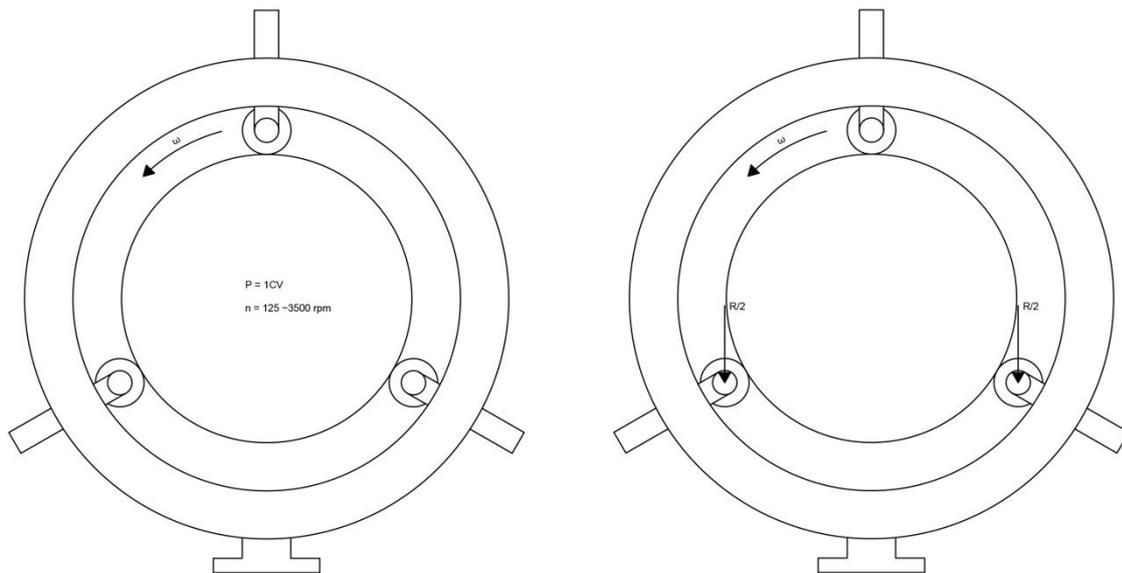
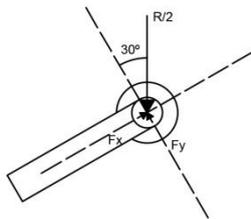


Figura 55. Esquema de descomposición de fuerzas sobre la luneta. Fuente Propia

Como se muestra en la Figura 54 la luneta hace referencia al apoyo intermedio de la viga asociada de la bancada, y la reacción que la luneta recibe se descompone según la Figura 56.



$$F_x = \frac{R}{2} \cdot \text{sen}(30^\circ) = 45'51 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{R}{2} \cdot \text{cos}(30^\circ) = 71'82 \text{ N}$$

Figura 56. Esquema de descomposición de fuerzas el apoyo.

Fuente Propia

En el módulo de simulación se podrá asignar la dirección de las fuerzas, por lo que se indicará en cada apoyo una fuerza vertical descendente de 95 N.



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO II: MONTAJE DEL TORNO

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Índice Anexo II

1. MONTAJE DE LA BANCADA	89
2. MONTAJE DEL CONTRAPUNTO.....	90
3. MONTAJE DEL APOYA-HERRAMIENTAS	91

1. MONTAJE DE LA BANCADA

Siguiendo este anexo se podrán ensamblar sin ningún problema los elementos correspondientes. En primer lugar, se montarán las piezas correspondientes a la bancada. Se deberá prestar especial atención al montaje del árbol de poleas.

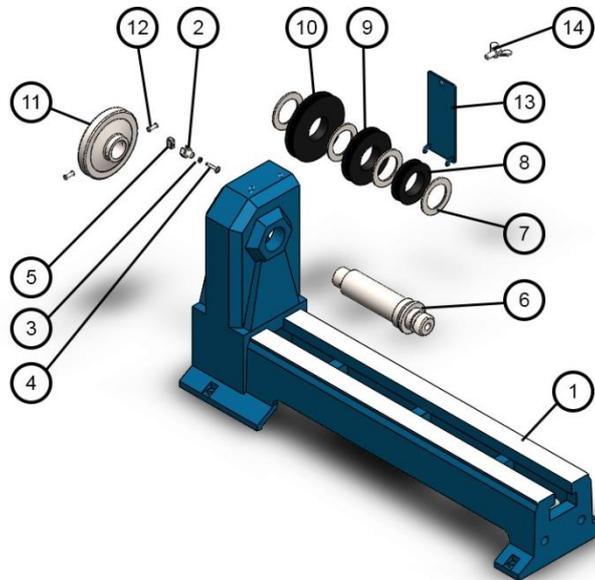


Figura 57. Vista explosionada de la bancada. Fuente Propia

Éste será el aspecto final del montaje:

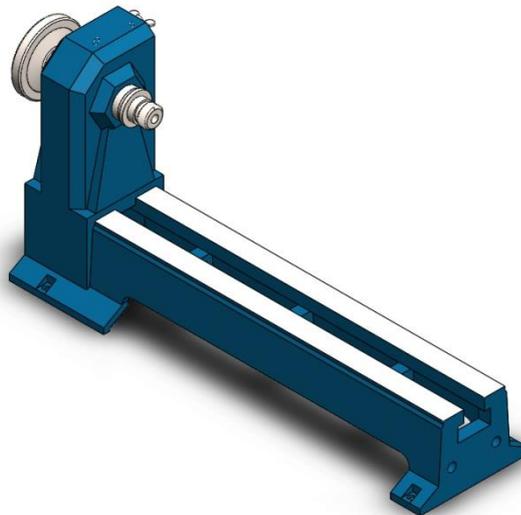


Figura 58. Vista ensamblada de la bancada. Fuente Propia

2. MONTAJE DEL CONTRAPUNTO

El contrapunto se montará a partir del cuerpo, que será la base del ensamblaje.

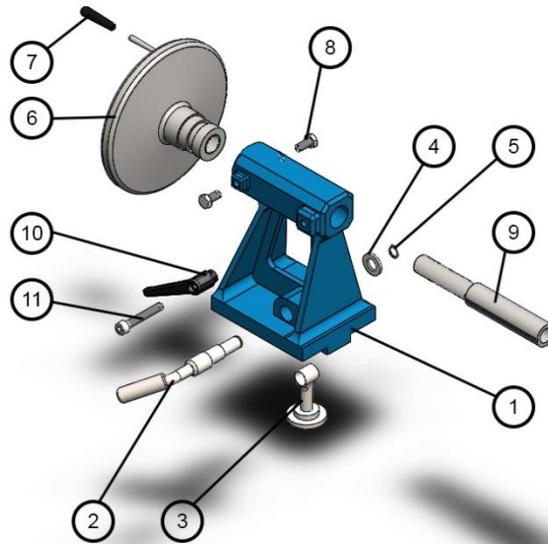


Figura 59. Vista explosionada del contrapunto. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

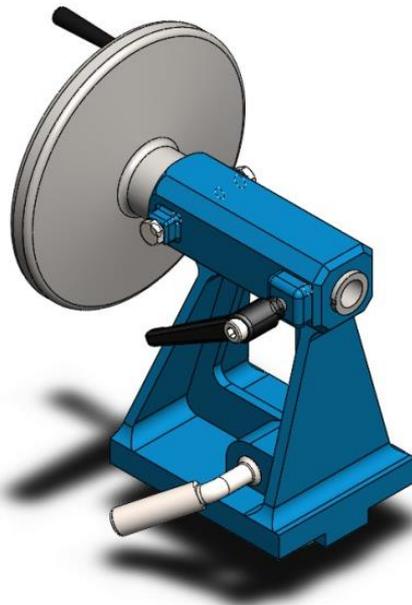


Figura 60. Vista ensamblada del contrapunto. Fuente Propia

3. MONTAJE DEL APOYA-HERRAMIENTAS

El último de los elementos que conforman el torno es el apoya-herramientas.

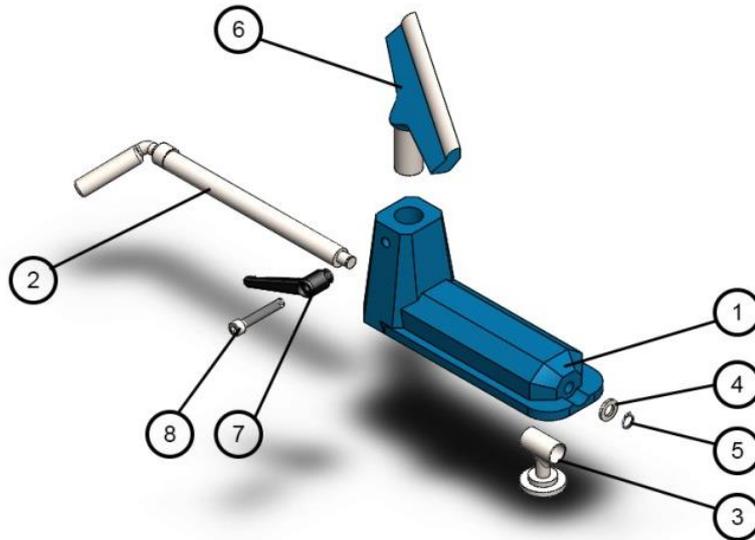


Figura 61. Vista explosionada del apoya-herramientas. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

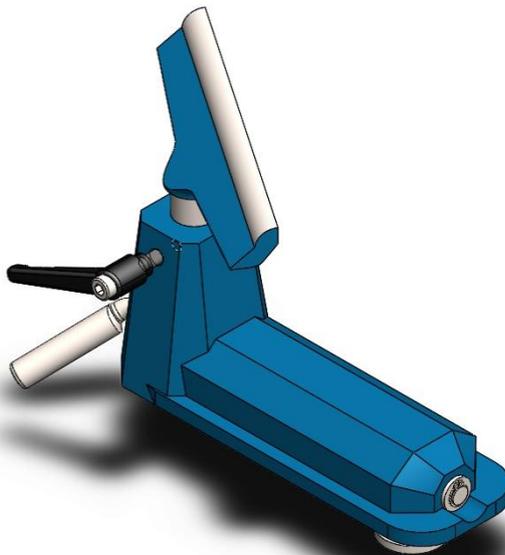


Figura 62. Vista ensamblada del apoya-herramientas. Fuente Propia



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO III: MONTAJE DEL COMPÁS

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Índice Anexo III

1. MONTAJE DEL COMPÁS	97
1.1. Soporte de unión	97
1.2. Compás.....	98

1. MONTAJE DEL COMPÁS

El ensamblaje del compás se divide en dos partes: el ensamblaje del soporte de unión y el montaje del conjunto con todas sus piezas.

1.1. Soporte de unión

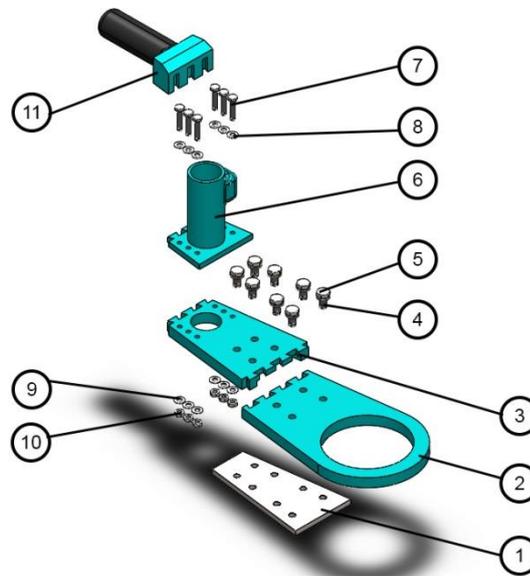


Figura 63. Vista explosionada del soporte de unión del compás. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

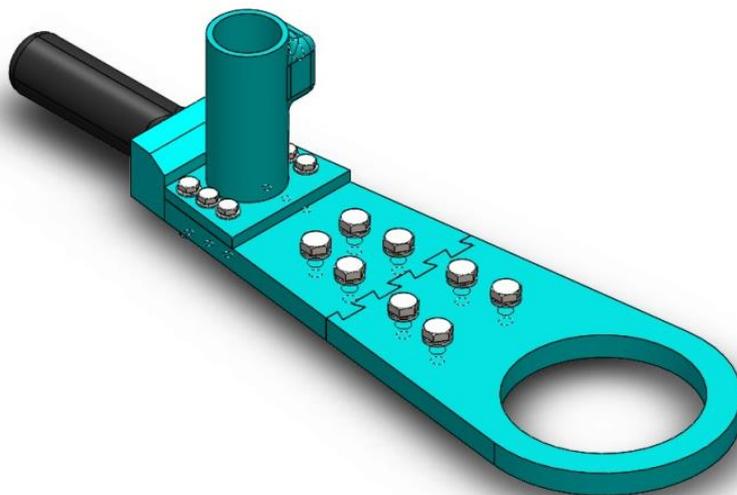


Figura 64. Vista ensamblada del soporte de unión del compás. Fuente Propia

Con el sub-ensamblaje del soporte de unión montado se realiza el ensamblaje del accesorio.

1.2. Compás

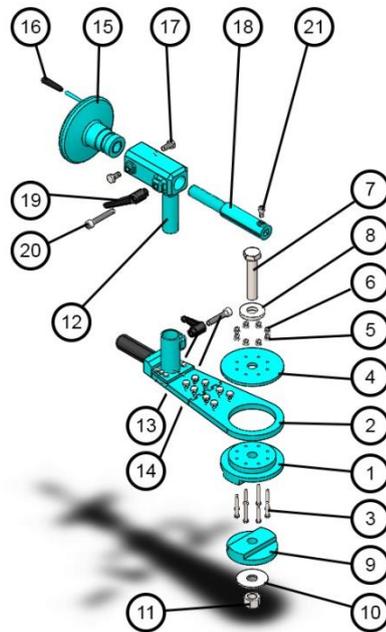


Figura 65. Vista explosionada del compás. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

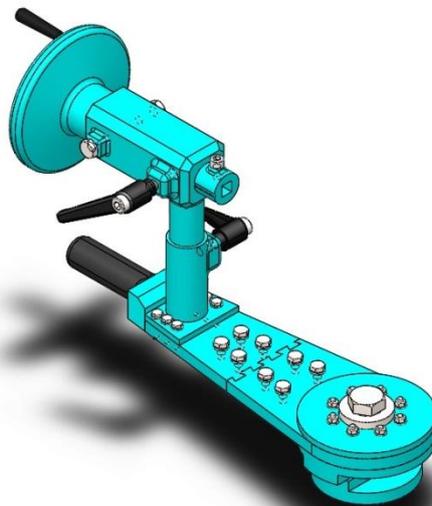


Figura 66. Vista ensamblada del compás. Fuente Propia



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO IV: MONTAJE DE LA LUNETTA

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Índice Anexo IV

1. MONTAJE DE LA LUNETA.....	105
1.1. Soporte de agarre (3x).....	105
1.2. Arco principal	106
1.3. Luneta.....	107

1. MONTAJE DE LA LUNETAS

El ensamblaje de la luneta se divide en tres partes: el ensamblaje de los soportes de agarre, el arco principal y el montaje del conjunto con todas sus piezas.

1.1. Soporte de agarre (3x)

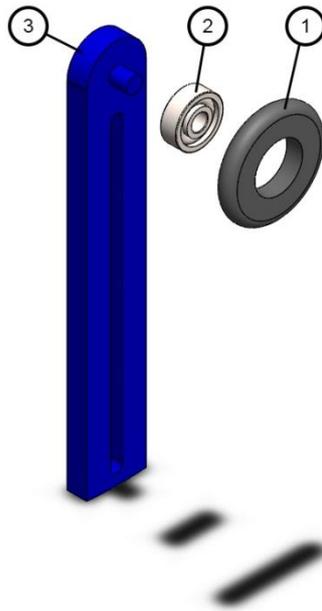


Figura 67. Vista explosionada del soporte de agarre de la luneta. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

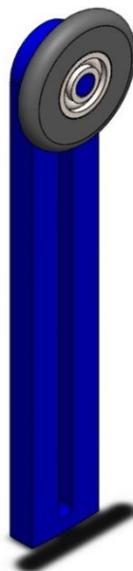


Figura 68. Vista ensamblada del soporte de agarre de la luneta. Fuente Propia

1.2. Arco principal

El segundo elemento a ensamblar es el cuerpo del conjunto, el arco principal.

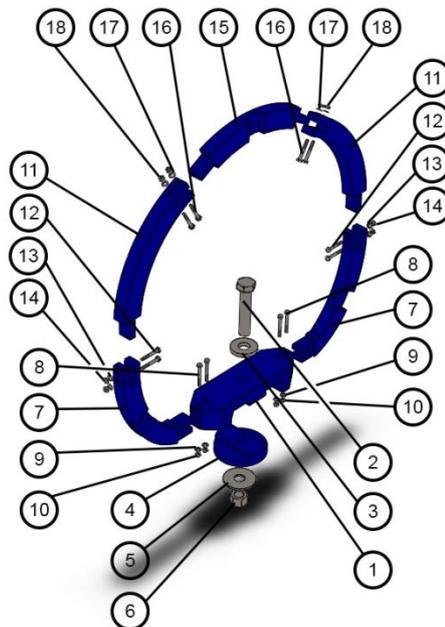


Figura 69. Vista explosionada del arco principal de la luneta. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:



Figura 70. Vista ensamblada del arco principal de la luneta. Fuente Propia

1.3. Luneta

Por último, se combina el arco principal con el soporte de agarre a través de tornillos mariposa y se ensambla la luneta.

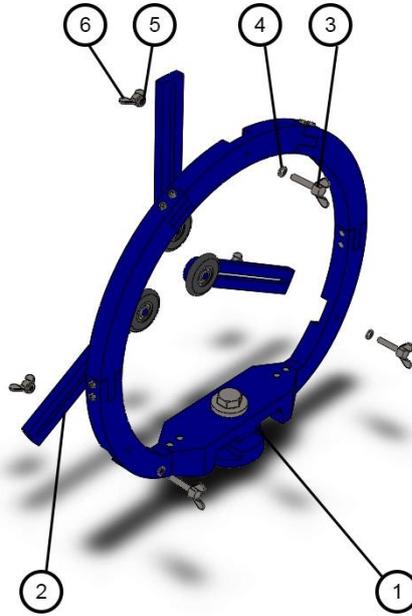


Figura 71. Vista explosionada de la luneta. Fuente Propia

Este será el aspecto final del montaje:

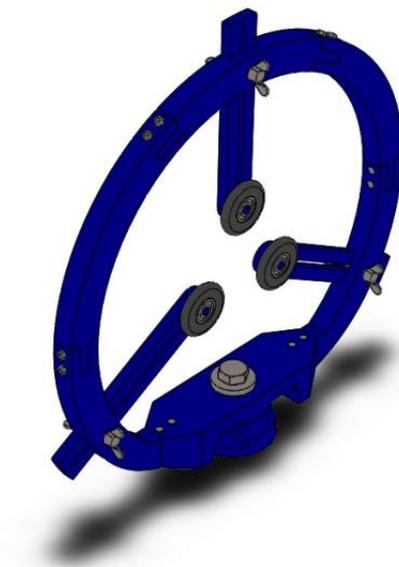


Figura 72. Vista ensamblada de la luneta. Fuente Propia



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO V: IMPRESIÓN 3D

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Índice Anexo V

1. PREPARACIÓN PARA LA EXPORTACIÓN	113
2. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE DISEÑO	113
1.1. Formato STL.....	113
3. PREPARACIÓN PARA SU IMPRESIÓN	114
3.1. Importación de archivos	115
3.2. Corrección de la orientación y posición.....	116
3.3. Configuración de la impresión.....	117
3.3.1. Base.....	117
3.3.2. Soporte.....	118
3.3.3. Altura de capa	118
3.3.4. Relleno	118
3.3.5. Número de capas externas.....	119
3.3.6. Material y temperatura de extrusión	119
4. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE IMPRESIÓN	120
5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	121
6. MEDICIONES.....	123

1. PREPARACIÓN PARA LA EXPORTACIÓN

Se ha comprobado que todas las impresoras comerciales tienen un margen o tolerancia bastante amplia, que por lo general no suele ser un problema. En el caso de este proyecto sí lo es, ya que la mayoría de piezas se han diseñado con mucha precisión.

Tras realizar un estudio basado en la experiencia y en el método de “prueba y error” se ha determinado que para el plano de impresión X-Y (largo y ancho) se debe considerar una tolerancia de $\pm 0.2 \sim 0.4$ mm, y para el plano Z (alto), ± 0.1 mm. Se ha considerado un redondeo de estos números. Para obtener un ajuste fino, en los ensamblajes, se tomará una tolerancia de ± 0.5 mm y para aquellas piezas que tengan juego se conformarán con una tolerancia de ± 1.5 mm.

2. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE DISEÑO

Tras realizarse los diseños en SolidWorks®, el propio software permite exportar en formato STL, que es el formato que leen las impresoras 3D. Se puede exportar tanto las piezas por separado, como abrir el ensamblaje y guardarlo con el formato STL, el software se encargará de guardar todos los elementos por separado en la carpeta seleccionada. También exportará los elementos normalizados, que normalmente suelen comprarse en lugar de imprimirlos.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
Base STL	17/06/2016 21:39	Carpeta de archivos	
Preciso	10/06/2016 23:08	Carpeta de archivos	
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:44	stl_auto_file	149 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:44	stl_auto_file	89 KB
Ac1-Compas - ...	17/06/2016 21:31	stl_auto_file	105 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:44	stl_auto_file	20 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:43	stl_auto_file	50 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:43	stl_auto_file	101 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:43	stl_auto_file	260 KB
Ac1-Compas - ...	15/06/2016 7:46	stl_auto_file	170 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:42	stl_auto_file	401 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:42	stl_auto_file	1.703 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:41	stl_auto_file	1.646 KB
Ac1-Compas - ...	13/06/2016 23:41	stl_auto_file	112 KB

Figura 73. Archivos exportados por el SolidWorks®. Fuente Propia

1.1. Formato STL

Las siglas provienen del inglés *STereo Lithography*, y este formato de archivo define la geometría de los objetos 3D. Este archivo fue creado por la empresa 3D Systems para su uso en el prototipado rápido de la fabricación asistida por ordenador.

El archivo contiene la información suficiente para la realización de la pieza, así se puede controlar la resolución del mallado con el que se crea este archivo para que la definición final de la geometría sea más o menos precisa.



Figura 74. Diferencias de reproducción de una esfera. Fuente: malgaba-ingenieros.com

3. PREPARACIÓN PARA SU IMPRESIÓN

Estos archivos exportados no se pueden introducir directamente en la impresora, sino que deben tener un tratamiento previo: hay que definir su orientación, posición, relleno, altura de capa y apoyo.

Para este tratamiento, existen una gran variedad de softwares comerciales a disposición del usuario, pero la empresa desarrolladora de la impresora tiene su propio programa que se puede acceder manera gratuita: MakerBot® Desktop.

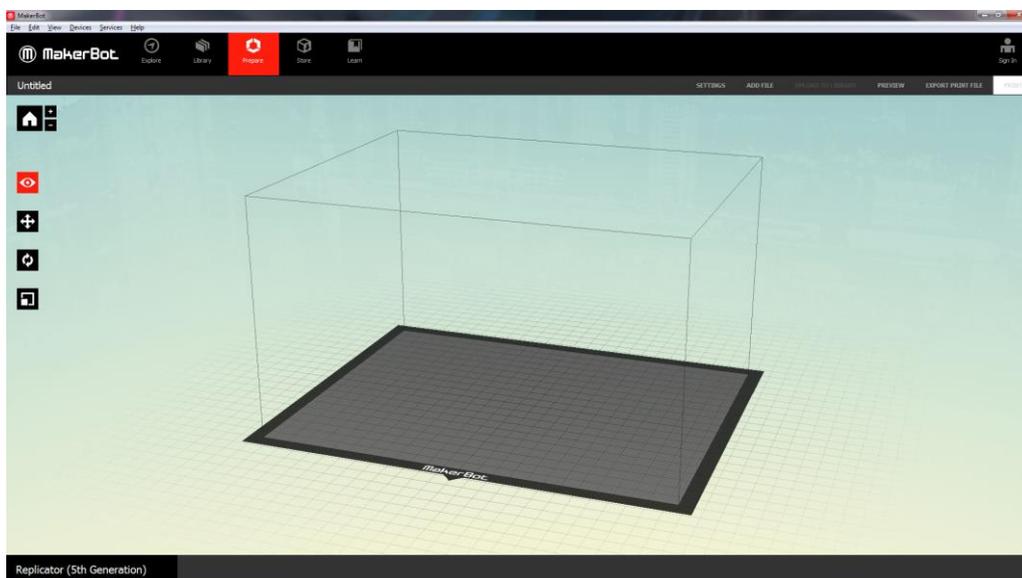


Figura 75. Entorno de trabajo del software MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.1. Importación de archivos

La importación se realiza como con otros programas: en la pestaña *Archivo*, se selecciona la opción *Abrir*, se busca la ruta del archivo en cuestión y se clic en *Abrir*.

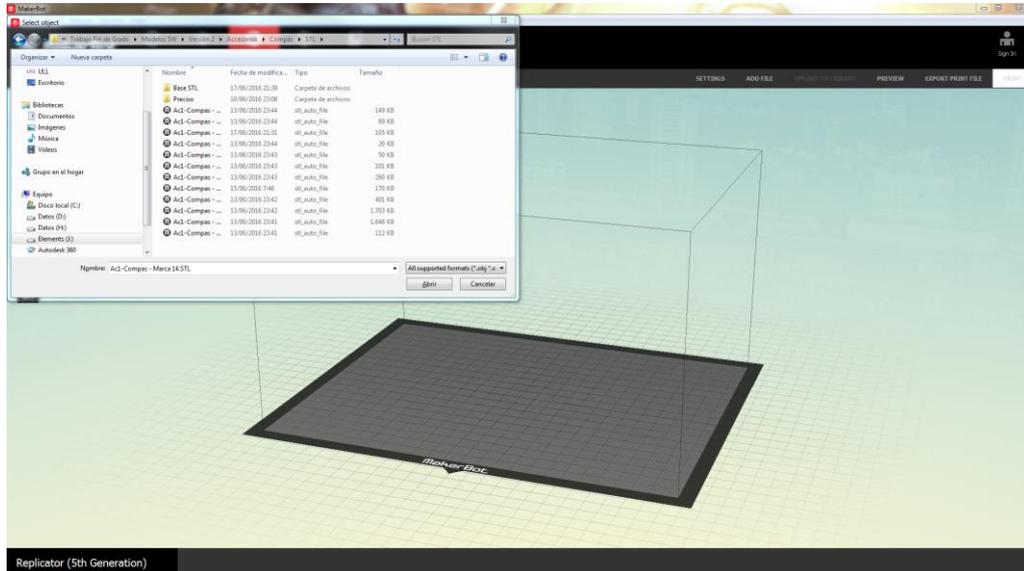


Figura 76. Importación de archivos en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

Una vez abierto el archivo STL se verá la pieza con la que se esté trabajando, en ocasiones podrá abrirse con la orientación deseada, y otras veces no. Como ocurre en el siguiente caso.

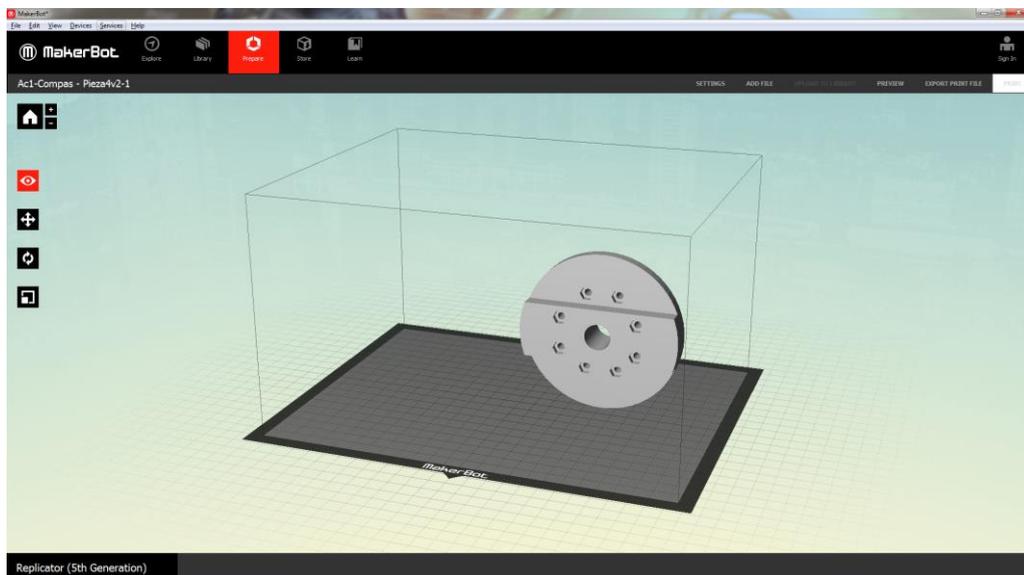


Figura 77. Importación de archivos en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.2. Corrección de la orientación y posición

Lo primero que se observa en la Figura 77 es que la orientación de la pieza no es la más aconsejable para la impresión. La cara vista será la superficie inferior de la pieza, y se centrará en la cama de impresión. Se hará uso de las herramientas del margen izquierdo, se selecciona la pieza y se abre el menú *Cambiar Rotación*, se ajusta la orientación deseada.

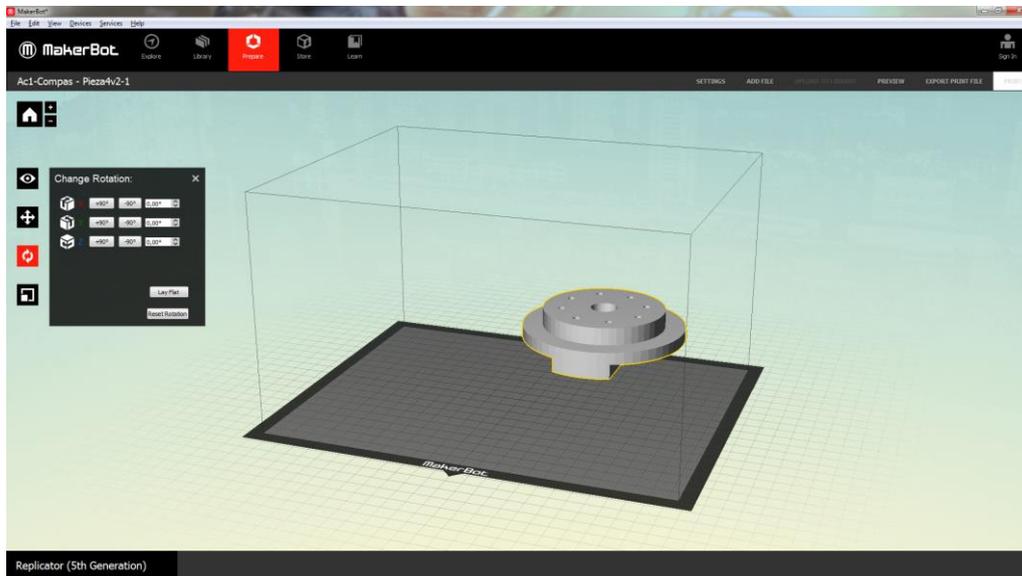


Figura 78. Herramienta *Cambiar Rotación* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

Tras esto, se seleccionará la pieza de nuevo, y desplegando el menú *Cambiar Posición*, en el margen izquierdo, se clicará en el botón *Centro*.

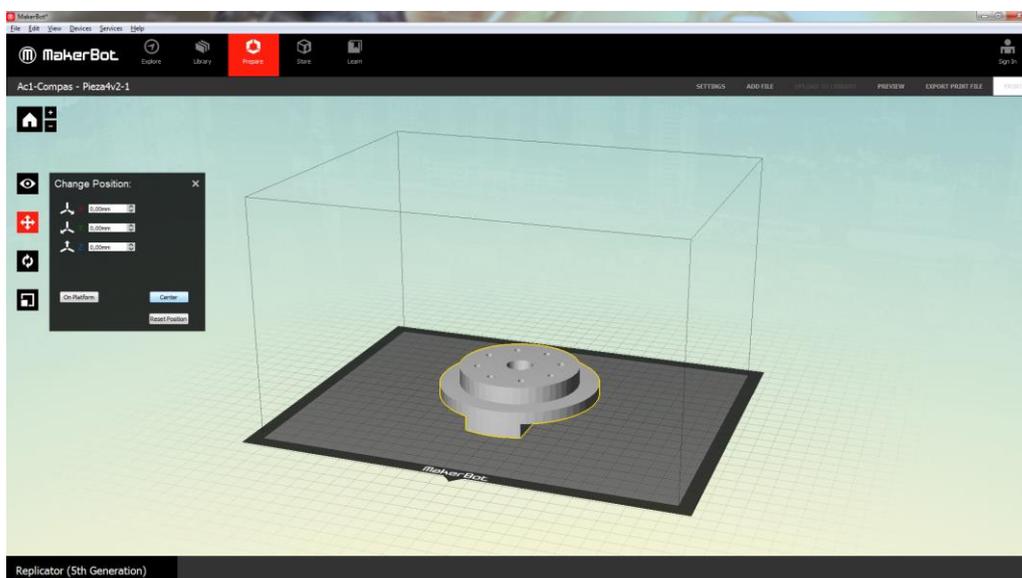


Figura 79. Herramienta *Cambiar Posición* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3. Configuración de la impresión

Tras definir la orientación y posición de impresión, se configuran los parámetros. Para ello se clicará en *Configuración*, en la barra superior derecha y se abrirá una ventana donde se podrán modificar los parámetros: calidad, base, soporte, altura de capa, relleno, número de capas externas, tipo de extrusión, material y temperatura de extrusión.

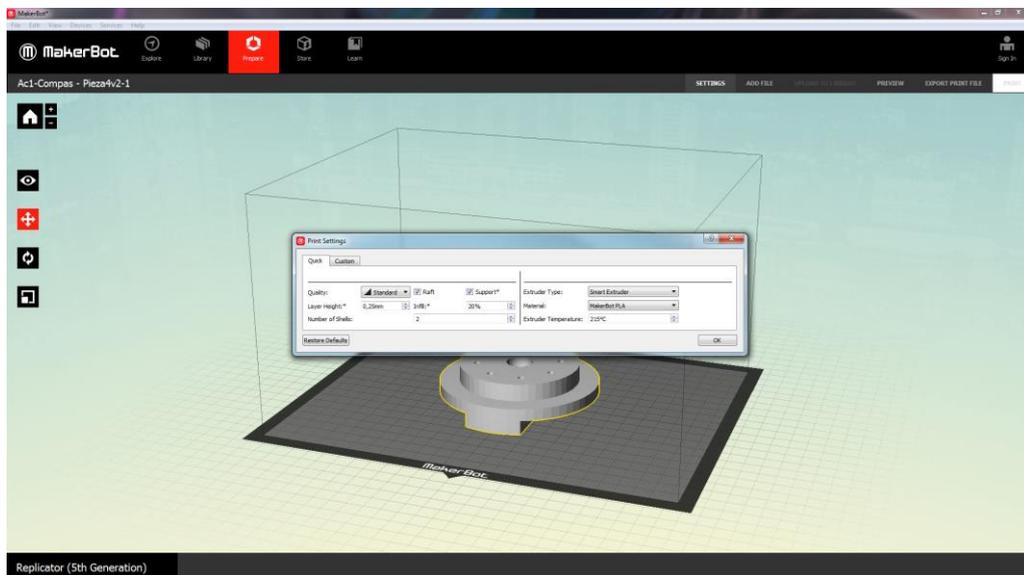


Figura 80. Menú *Configuración rápida* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.1. Base

Algunas piezas no presentan una base específica, por lo que en este caso el programa se encarga de realizar un soporte para apoyar la impresión. Esta base consiste en una malla fácil de retirar al finalizar la impresión, con el fin de mejorar la superficie de apoyo para la impresión. Se verificará la casilla *Base (Raft)*.

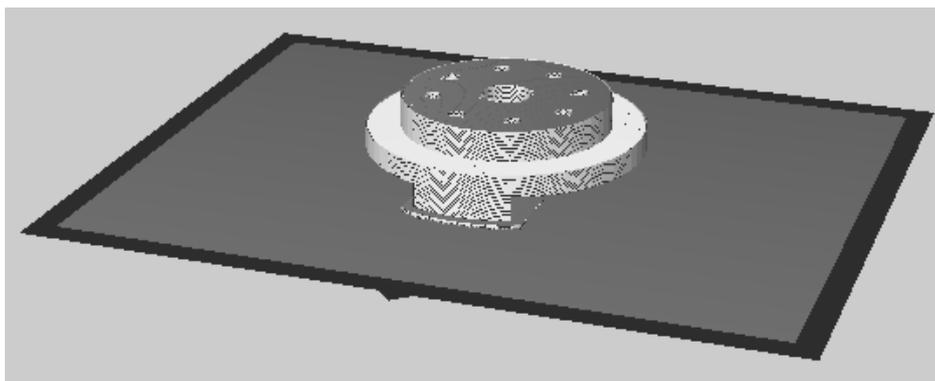


Figura 81. Previsualización de las *Bases* creadas en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.2. Soporte

El soporte es una malla, con las características similares a las de la *Base*, cuya finalidad es servir de apoyo cuando la impresora deba realizar elementos volados. Esta malla es de fácil retirada. Se verificará la casilla *Soporte (Support)*.

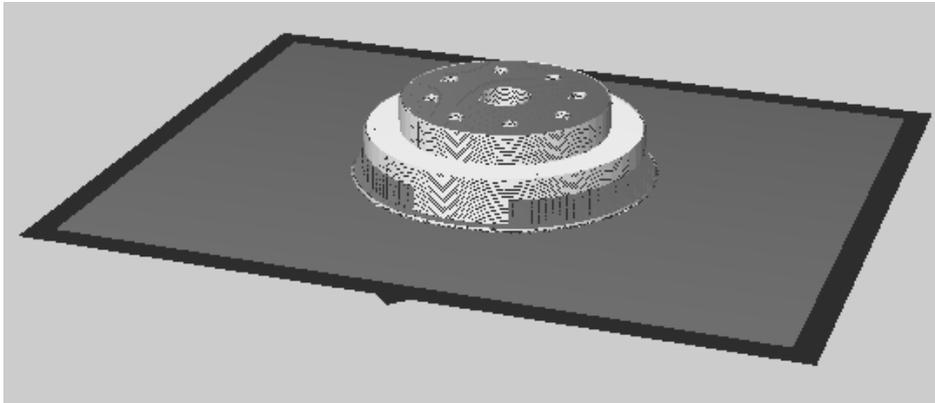


Figura 82. Previsualización de los *Soportes* creados en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.3. Altura de capa

La altura de capa se utiliza en la impresión como un parámetro de definición. Si el elemento precisa una definición estándar se utiliza una altura de capa de entre 0'20 mm y 0'30 mm, pero si se precisa de una precisión más elevada se indicará un valor entre 0'10 mm y 0'20 mm. Esto determinará a su vez el número de capas que tendrá la pieza, peso y duración de la impresión. Se introducirá el valor en *Altura de capa (Layer height)*.

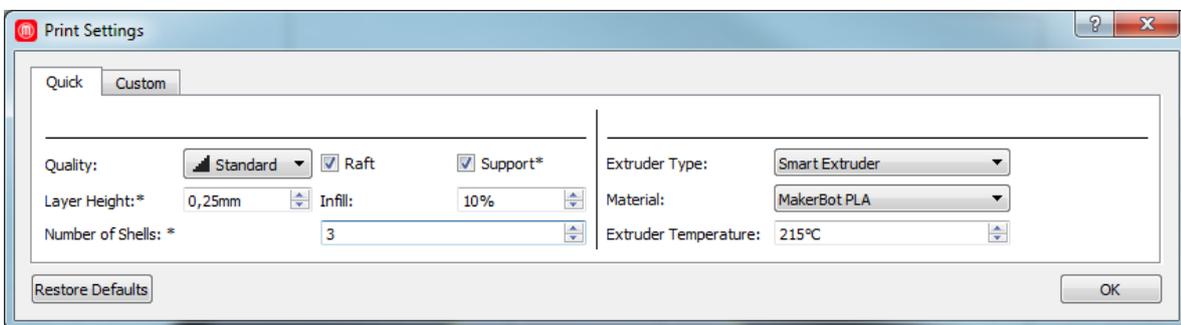


Figura 83. *Altura de capa* en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.4. Relleno

El relleno es un mallado interno a la pieza que realiza el software. Este relleno puede ocupar el 100% de la pieza, y que sea maciza, o puede crearse una malla con diferentes

geometrías. La geometría más común es la de panal de abeja, de forma hexagonal. El relleno que se emplee en la pieza afectará directamente en la resistencia de la misma, en este caso se utilizará un 20% de relleno en todas las piezas. Se introducirá el valor en *Relleno (Infill)*.

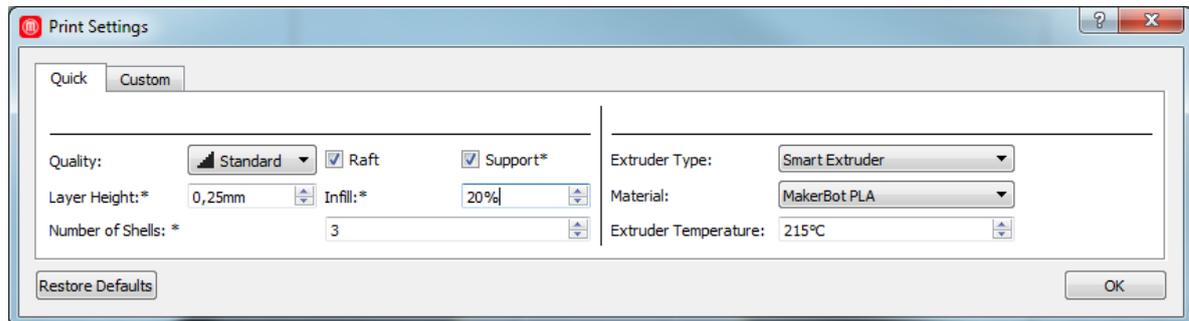


Figura 84. Relleno en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.5. Número de capas externas

Este parámetro determinará el número de capas que conforman el borde exterior de la pieza. Si se asigna el valor 1 se dibujará sólo un trazado de contorno, mientras que si establece otro valor se aplicará dicho valor en la pieza. En este caso se utilizarán 2 capas. Se introducirá el valor en *Número de capas externas (Number of shells)*.

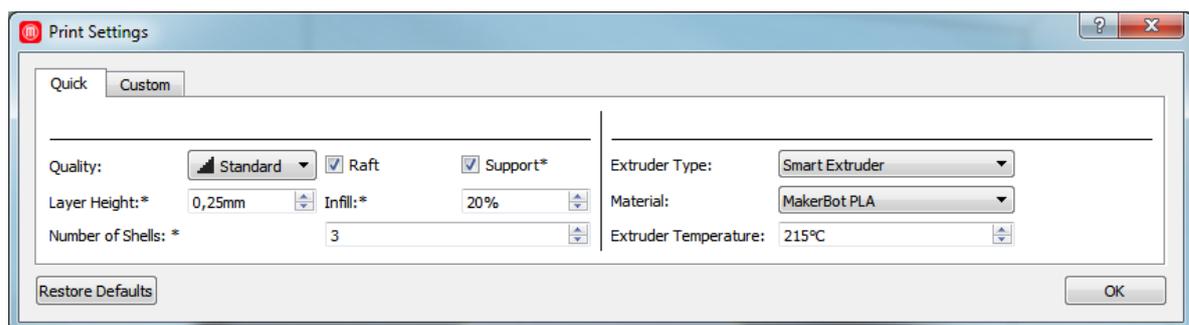


Figura 85. Número de capas externas en Configuración de impresión en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

3.3.6. Material y temperatura de extrusión

Se mantendrán los valores de defecto, ya que se tratan de parámetros optimizados para la impresión. Como material se seleccionará el PLA, y la temperatura la que viene indicada.

En la Figura 85, queda determinado cómo será la configuración deseada para la realización de las piezas.

4. EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS DE IMPRESIÓN

Tras determinar la configuración de la impresión de la pieza, es preciso exportar el diseño a un formato de impresión digital *.makerbot*. Para ello, se clicará en *Exportar archivo de impresión*, en la barra superior derecha. Una vez seleccionado aparecerá una ventana que cargará el archivo. A su finalización, se mostrarán los datos acerca de la impresión, en este caso, la duración de la impresión, los gramos de filamento que se consumirán, la altura de capa elegida, y si se ha seleccionado o no los módulos de *Base* y *Soporte*. En la misma ventana se refleja la opción de *Previsualización de impresión*, la cual servirá para ver los detalles de la impresión: los trazados de la impresora, el aspecto final de la pieza, la creación de los soportes, etc.

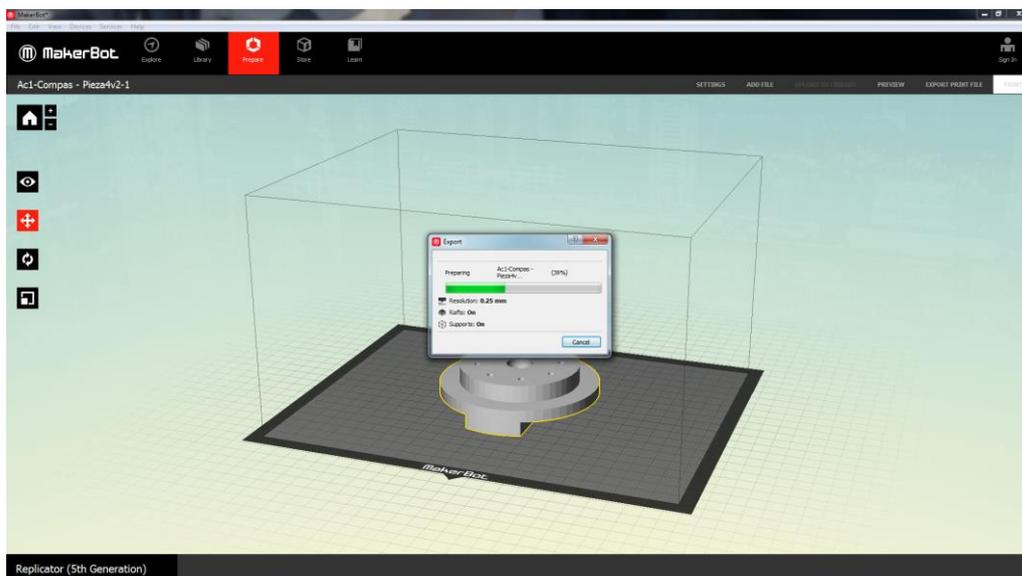


Figura 86. Proceso de *Exportación* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

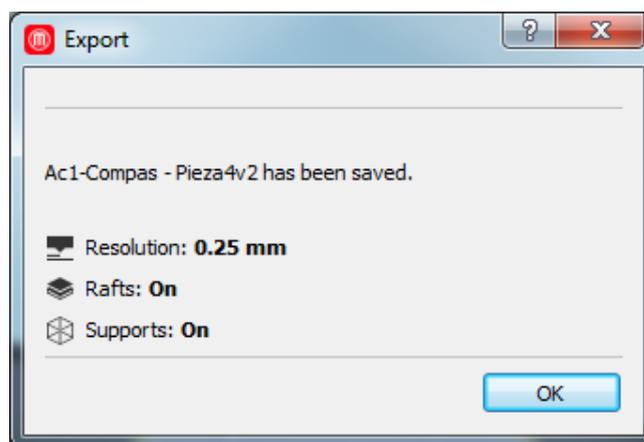


Figura 87. Ventana de *Exportación* finalizada en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

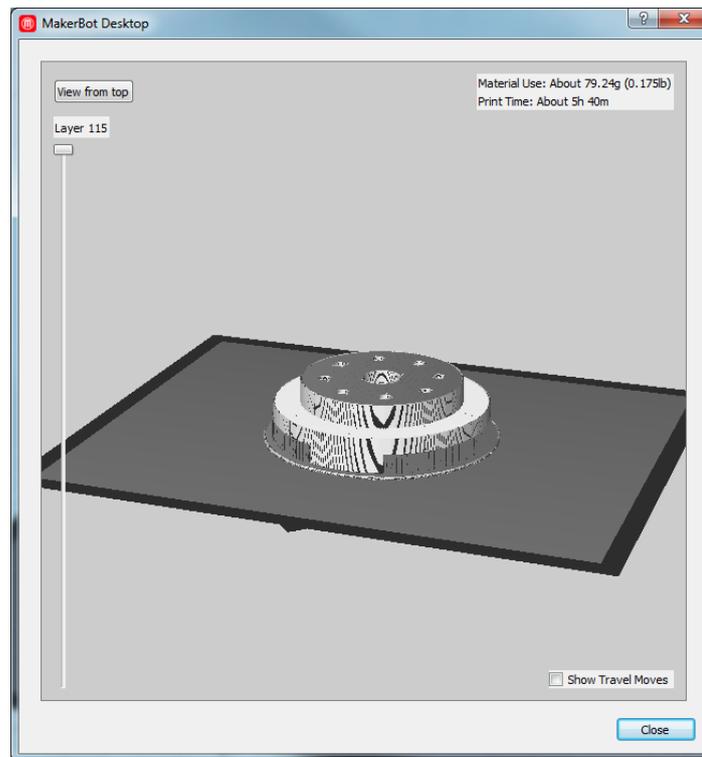


Figura 88. Ventana de *Previsualización de Impresión* en MakerBot® Desktop. Fuente Propia

5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

A continuación se listan todas las piezas que serán replicadas, así como los parámetros con los que se deberán conformar. Todas las piezas tendrán una calidad estándar, base, soportes y 3 capas externas.

Definición de parámetros de impresión				
Designación	Plano	Altura de capa	Relleno	Material
Cuerpo primero del compás	1.04.02	0'25 mm	20%	PLA
Cuerpo segundo del compás	1.04.03	0'25 mm	20%	PLA
Soporte superior a guías	1.04.06	0'25 mm	20%	PLA
Seguro al soporte superior	1.04.07	0'25 mm	20%	PLA
Soporte inferior a guías	1.04.14	0'25 mm	20%	PLA

Designación	Plano	Altura de capa	Relleno	Material
Soporte cuerpo portacuchillas	1.04.17	0'25 mm	20%	PLA
Sujeción cuerpo del compás	1.04.19	0'25 mm	20%	PLA
Cuerpo del portacuchillas	1.04.20	0'25 mm	20%	PLA
Disco de avance	1.04.22	0'15 mm	20%	PLA
Base manivela disco avance	1.04.24	0'25 mm	20%	PLA
Manivela disco de avance	1.04.25	0'25 mm	20%	NinjaFlex
Tornillo de avance	1.04.26	0'15 mm	20%	PLA
Soporte superior a guías	1.05.01	0'25 mm	20%	PLA
Soporte inferior a guías	1.05.04	0'25 mm	20%	PLA
Arco izquierdo	1.05.07	0'25 mm	20%	PLA
Arco derecho	1.05.11	0'25 mm	20%	PLA
Arco unión superior	1.05.12	0'25 mm	20%	PLA
Arco superior	1.05.14	0'25 mm	20%	PLA
Soporte de agarre	1.05.15	0'25 mm	20%	PLA
Rueda	1.05.17	0'125 mm	25%	NinjaFlex

Tabla 17. Definición de parámetros de impresión. Fuente Propia

6. MEDICIONES

Como estimación se ha extraído de la previsualización tanto el peso del material como la duración de la impresión. Con esto se podrá realizar el presupuesto más adelante.

Medición de los elementos replicados en 3D				
Designación	Plano	Unidades	Peso (gramos)	Tiempo (min)
Cuerpo primero del compás	1.04.02	1	54,07	209
Cuerpo segundo del compás	1.04.03	1	36,13	150
Soporte superior a guías	1.04.06	1	79,14	340
Seguro al soporte superior	1.04.07	1	36,73	117
Soporte inferior a guías	1.04.14	1	39,53	158
Soporte cuerpo portacuchillas	1.04.17	1	29,32	147
Sujeción cuerpo del compás	1.04.19	1	28,46	163
Cuerpo del portacuchillas	1.04.20	1	86,3	479
Disco de avance	1.04.22	1	100,44	670
Base manivela disco avance	1.04.24	1	1,97	10
Manivela disco de avance	1.04.25	1	2,19	24
Tornillo de avance	1.04.26	1	35,33	300
Soporte superior a guías	1.05.01	1	126,73	564
Soporte inferior a guías	1.05.04	1	39,53	158

Designación	Plano	Unidades	Peso (gramos)	Tiempo (min)
Arco izquierdo	1.05.07	1	63,64	288
Arco derecho	1.05.11	1	63,64	288
Arco unión superior	1.05.12	2	63,1	285
Arco superior	1.05.14	1	56,61	256
Soporte de agarre	1.05.15	3	36,07	142
Rueda	1.05.17	3	9,35	42

Tabla 18. Medición de los elementos replicados en 3D. Fuente Propia

El accesorio Compás precisará de 529,61 g de material, y de 46 h y 7 min, para la realización de todas sus piezas.

El accesorio Luneta precisará de 612,61 g de material, y de 44 h y 36 min, para la realización de todas sus piezas.

El material total que se consumirá será de 1142,22 g, y la duración total de la impresión será de 90 h y 43 min.



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO VI: CATÁLOGOS

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

1. CATÁLOGOS

A continuación se muestran los catálogos o fichas técnicas de los elementos, de las que se ha hecho uso, que forman parte del torno.

El orden de los catálogos que conforman este anexo es el siguiente:

1. Propiedades del ébano
2. Propiedades del acero de baja aleación
3. Propiedades del acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
4. Propiedades del poliácido láctico (PLA)
5. Ficha técnica arandela plana DIN 125
6. Ficha técnica arandela elástica abombada DIN 137-A
7. Ficha técnica tuerca mariposa DIN 315
8. Ficha técnica tornillo mariposa DIN 316
9. Ficha técnica arandela de retención DIN 471
10. Ficha técnica tornillo de cabeza hueca hexagonal DIN 912
11. Ficha técnica tornillo hexagonal DIN 931
12. Ficha técnica tornillo hexagonal DIN 933
13. Ficha técnica tuerca DIN 934
14. Ficha técnica arandela de ala ancha DIN 9021
15. Ficha técnica remache DIN 7340
16. Ficha técnica rodamiento 628 (ISO 15)
17. Ficha técnica polea poly-v, sección J, 8 canales
18. Ficha técnica empuñadura graduable 4750 con espiga roscada

EBANO

NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICAS																								
Diospyros crassifolia Hiern Familia: Ebanaceae Frondosa	Densidad: 1.050 kg/m3. Madera muy pesada Dureza: 8,1. Madera dura Tendencia a curvarse: pequeña. Madera estable																								
ORIGEN	PROPIEDADES TECNOLÓGICAS																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Proceso</th> <th>Mala</th> <th>Buena</th> <th>Muy buena</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Serrado</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">████████████████████</td> </tr> <tr> <td> Clavado</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">████████████████████</td> </tr> <tr> <td> Atornillado</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">████████████████████</td> </tr> <tr> <td> Encolado</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">████████████████████</td> </tr> <tr> <td> Acabado</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">████████████████████</td> </tr> </tbody> </table>	Proceso	Mala	Buena	Muy buena	 Serrado		████████████████████		 Clavado		████████████████████		 Atornillado		████████████████████		 Encolado		████████████████████		 Acabado		████████████████████	
Proceso	Mala	Buena	Muy buena																						
 Serrado		████████████████████																							
 Clavado		████████████████████																							
 Atornillado		████████████████████																							
 Encolado		████████████████████																							
 Acabado		████████████████████																							
APARIENCIA	PROPIEDADES MECÁNICAS EN MADERA LIBRE DE DEFECTOS																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Esfuerzos</th> <th></th> <th>kg/cm2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Resistencia a la flexión</td> <td></td> <td>1650</td> </tr> <tr> <td> Resistencia a la compresión</td> <td></td> <td>725</td> </tr> <tr> <td> Resistencia a la tracción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> Módulo de elasticidad</td> <td></td> <td>150000</td> </tr> </tbody> </table>				Esfuerzos		kg/cm2	 Resistencia a la flexión		1650	 Resistencia a la compresión		725	 Resistencia a la tracción			 Módulo de elasticidad		150000						
Esfuerzos		kg/cm2																							
 Resistencia a la flexión		1650																							
 Resistencia a la compresión		725																							
 Resistencia a la tracción																									
 Módulo de elasticidad		150000																							
CARACTERÍSTICAS	IMPREGNABILIDAD																								
Caract. Albura: clara	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>< 3mm</th> <th>3-6mm</th> <th>> 6mm</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Albura</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Duramen</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					< 3mm	3-6mm	> 6mm	Total	Albura		x			Duramen	x									
	< 3mm	3-6mm	> 6mm	Total																					
Albura		x																							
Duramen	x																								
Caract. Duramen: negro	UTILIZACIÓN																								
Caract. Fibra: recta y, a veces, cruzada	Instrumentos musicales Chapas decorativas Escultura y piezas torneadas Objetos de lujo																								
Caract. Grano: entre medio y grueso																									
SINGULARIDADES																									
Deformaciones y grietas																									
DURABILIDAD																									
Persistente frente a hongos e insectos																									

Low alloy steel

The material. Addition of manganese (Mn), nickel (Ni), molybdenum (Mo), or chromium (Cr) to steel lowers the critical quench rate and comes to create martensite, allowing thick sections to be hardened and then tempered. Adding some vanadium, V, as well creates a dispersion of carbides, giving strength while retaining toughness and ductility. Chrome-molybdenum steels such as AIS 4140 are used for aircraft tubing and other high-strength parts. Chrome-vanadium steels are used for crank and propeller shafts and high-quality tools. Steels alloyed for this purpose are called *low alloy steels*, and the property they have is called *hardenability*.

Composition

Fe/ < 1.0 C/ < 2.5 Cr/ < 2.5 Ni/ < 2.5 Mo/ < 2.5 V.

General properties

Density	7800 – 7900	kg/m ³
Price	*1.0 – 1.1	USD/kg

Mechanical properties

Young's modulus	205 – 217	GPa
Yield strength (elastic limit)	400 – 1500	MPa
Tensile strength	550 – 1760	MPa
Elongation	3 – 38	%
Hardness—Vickers	140 – 692	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	*248 – 700	MPa
Fracture toughness	14 – 200	MPa.m ^{1/2}

Thermal properties

Melting point	1380 – 1530	°C
Maximum service temperature	*500 – 550	°C
Thermal conductor or insulator?	Good conductor	
Thermal conductivity	34 – 55	W/m.K
Specific heat capacity	410 – 530	J/kg.K
Thermal expansion coefficient	10.5 – 13.5	μstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	Good conductor	
Electrical resistivity	*15 – 35	μohm.cm



Low alloy chrome-molybdenum and chrome-vanadium steels are used for high-quality tools, bike frames, and automobile engine and transmission components.

Ecoproperties: material

Annual world production	1.1×10^9	–	1.2×10^9	tonne/yr
Reserves	78×10^9	–	79×10^9	tonne
Embodied energy, primary production	*32	–	38	MJ/kg
CO ₂ footprint, primary production	*1.95	–	2.3	kg/kg
Water usage	*37	–	111	l/kg
Eco-indicator	100	–	120	millipoints/kg

Ecoproperties: processing

Casting energy	*3.8	–	4.6	MJ/kg
Casting CO ₂ footprint	*0.23	–	0.28	kg/kg
Deformation processing energy	*3.2	–	3.9	MJ/kg
Deformation processing CO ₂ footprint	*0.26	–	0.31	kg/kg

Recycling

Embodied energy, recycling	*9.0	–	11	MJ/kg
CO ₂ footprint, recycling	*0.55	–	*0.64	kg/kg
Recycle fraction in current supply	40	–	44	%

Typical uses. Springs, tools, ball bearings, rollers; crankshafts, gears, connecting rods, knives and scissors, pressure vessels.

Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)

The material. Acrylonitrile butadiene styrene, or ABS, is tough, resilient, and easily molded. It is usually opaque, although some grades can now be transparent, and it can be given vivid colors. ABS-PVC alloys are tougher than standard ABS and, in self-extinguishing grades, are used for the casings of power tools.

Composition



General properties

Density	1010	– 1210	kg/m ³
Price	2.3	– 2.6	USD/kg

Mechanical properties

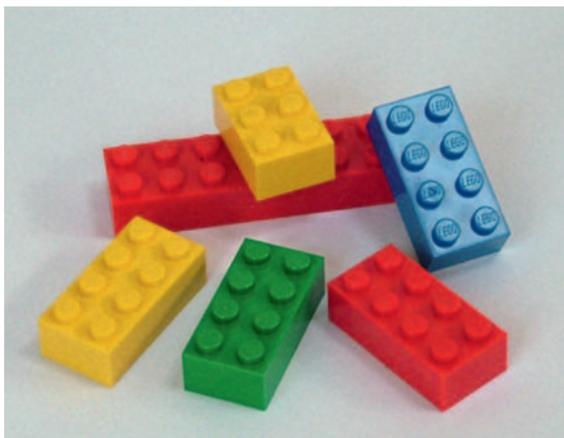
Young's modulus	1.1	– 2.9	GPa
Yield strength (elastic limit)	18.5	– 51	MPa
Tensile strength	27.6	– 55.2	MPa
Elongation	1.5	– 100	%
Hardness—Vickers	5.6	– 15.3	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	11	– 22.1	MPa
Fracture toughness	1.19	– 4.29	MPa.m ^{1/2}

Thermal properties

Glass temperature	88	– 128	°C
Maximum service temperature	62	– 77	°C
Thermal conductor or insulator?	Good insulator		
Thermal conductivity	0.188	– 0.335	W/m.K
Specific heat capacity	1390	– 1920	J/kg.K
Thermal expansion coefficient	84.6	– 234	μstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	Good insulator		
Electrical resistivity	3.3 × 10 ²¹	– 3 × 10 ²²	μohm.cm
Dielectric constant	2.8	– 3.2	
Dissipation factor	0.003	– 0.007	
Dielectric strength	13.8	– 21.7	10 ⁶ V/m



ABS allows detailed moldings, accepts color well, and is nontoxic and tough.

Ecoproperties: material

Annual world production	$*5.6 \times 10^6$	–	5.7×10^6	tonne/yr
Reserves	$*1.48 \times 10^8$	–	1.5×10^8	tonne
Embodied energy, primary production	*91	–	102	MJ/kg
CO ₂ footprint, primary production	*3.3	–	3.6	kg/kg
Water usage	*108	–	324	l/kg
Eco-indicator	380	–	420	millipoints/kg

Ecoproperties: processing

Polymer molding energy	*10	–	12	MJ/kg
Polymer molding CO ₂ footprint	*0.8	–	0.96	kg/kg
Polymer extrusion energy	*3.2	–	4.6	MJ/kg
Polymer extrusion CO ₂ footprint	*0.31	–	0.37	kg/kg

Recycling

Embodied energy, recycling	*38	–	43	MJ/kg
CO ₂ footprint, recycling	*1.39	–	1.5	kg/kg
Recycle fraction in current supply	0.5	–	1	%
Recycle mark				



Other

Typical uses. Safety helmets; camper tops; automotive instrument panels and other interior components; pipe fittings; home-security devices and housings for small appliances; communications equipment; business machines; plumbing hardware; automobile grilles; wheel covers; mirror housings; refrigerator liners; luggage shells; tote trays; mower shrouds; boat hulls; large components for recreational vehicles; weather seals; glass beading; refrigerator breaker strips; conduit; pipe for drain-waste-vent (DWV) systems.

Poly lactide (PLA)

The material. Polylactide (PLA) is a biodegradable thermoplastic derived from natural lactic acid from corn, maize, or milk. It resembles clear polystyrene and provides good aesthetics (gloss and clarity), but it is stiff and brittle and needs modification using plasticizers for most practical applications. It can be processed like most thermoplastics into fibers, films, thermoformed, or injection molded.

General properties

Density	1210	– 1250	kg/m ³
Price	*2	– 4	USD/kg

Mechanical properties

Young's modulus	3.45	– 3.83	GPa
Yield strength (elastic limit)	48	– 60	MPa
Tensile strength	48	– 60	MPa
Compressive strength	48	– 60	MPa
Elongation	5	– 7	%
Hardness—Vickers	*14	– 18	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	*14	– 18	MPa
Fracture toughness	*0.7	– 1.1	MPa.m ^{1/2}

Thermal properties

Melting point	160	– 177	°C
Glass temperature	56	– 58	°C
Maximum service temperature	70	– 80	°C
Thermal conductor or insulator?	Good insulator		
Thermal conductivity	0.12	– 0.13	W/m.K
Specific heat capacity	1180	– 1210	J/kg.K
Thermal expansion coefficient	*126	– 145	μstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	Good insulator		
Electrical resistivity	*1 × 10 ¹⁷	– 1 × 10 ¹⁹	μohm.cm
Dielectric constant	*3.5	– 5	
Dissipation factor	*0.02	– 0.07	
Dielectric strength	12	– 16 10 ⁶	V/m



Cargill Dow polylactide food packaging.

Ecoproperties: material

Embodied energy, primary production	52	–	54	MJ/kg
CO ₂ footprint, primary production	*2.3	–	2.43	kg/kg
Water usage	*100	–	300	l/kg

Ecoproperties: processing

Polymer molding energy	*8.61	–	9.49	MJ/kg
Polymer molding CO ₂	*0.68	–	0.75	kg/kg
Polymer extrusion energy	*3.35	–	3.69	MJ/kg
Polymer extrusion CO ₂	*0.26	–	0.29	kg/kg

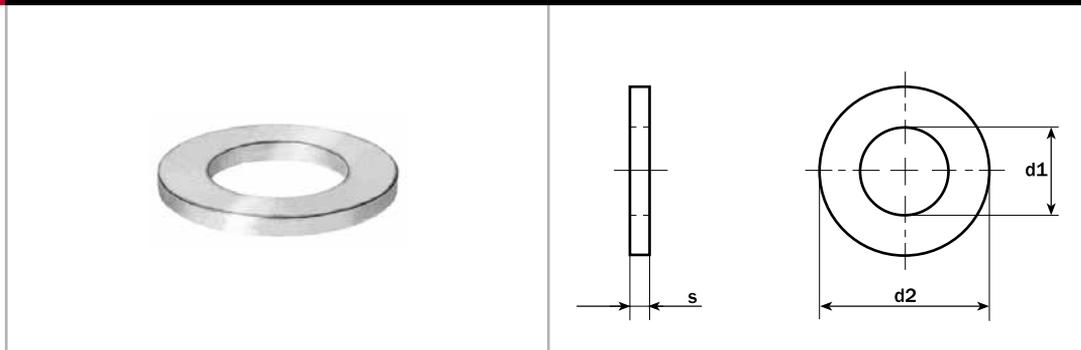
Recycling

Embodied energy, recycling	21.8	–	22.7	MJ/kg
CO ₂ footprint, recycling	*0.96	–	1.02	kg/kg
Recycle fraction in current supply	*0.5	–	1	%
Recycle mark				



Other

Typical uses. Food packaging, plastic bags, plant pots, diapers, bottles, cold drink cups, sheet and film.



Plain washers without chamfer
Rondelles plates

Arandelas planas

d nom.	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
d1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	10,5	13	15
d2	7	9	10	12	14	16	20	24	28
s	0,5	0,8	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5

Peso/Weight 1000 ud. kg

0,119 0,308 0,443 1,020 1,390 1,830 3,570 6,270 8,600

d nom.	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
d1	17	19	21	23	25	28	31	34	37
d2	30	34	37	39	44	50	56	60	66
s	3	3	3	3	4	4	4	5	5

Peso/Weight 1000 ud. kg

11,30 14,70 17,20 18,40 32,30 43,70 53,60 75,30 92,10

d nom.	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64
d1	40	43	46	50	54	58	62	66
d2	72	78	85	92	98	105	110	115
s	6	7	7	8	8	9	9	9

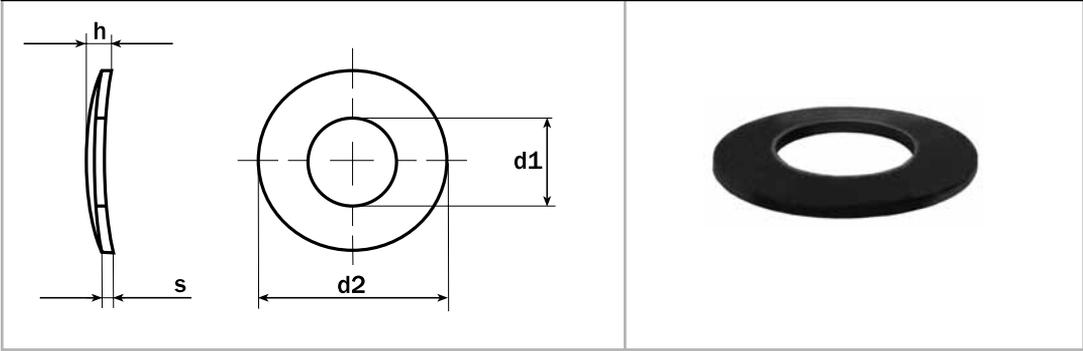
Peso/Weight 1000 ud. kg

133 183 220 294 330 425 458 492

CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
●	●	●		●	●





Curved spring washers
Rondelles élastiques cintrées

Arandelas elásticas abombadas

d nom.	M2	M2,3	M2,5	M3	M3,5	M4
d1	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,3
d2	4,5	5	5,5	6	7	8
s	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
h (max)	1	1	1,1	1,3	1,4	1,6

Peso/Weight 1000 ud. kg

0,028	0,035	0,041	0,063	0,088	0,140
-------	-------	-------	-------	-------	-------

d nom.	M5	M6	M7	M8	M10
d1	5,3	6,4	7,4	8,4	10,5
d2	10	11	12	15	18
s	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8
h (max)	1,8	2,2	2,4	3,4	4

Peso/Weight 1000 ud. kg

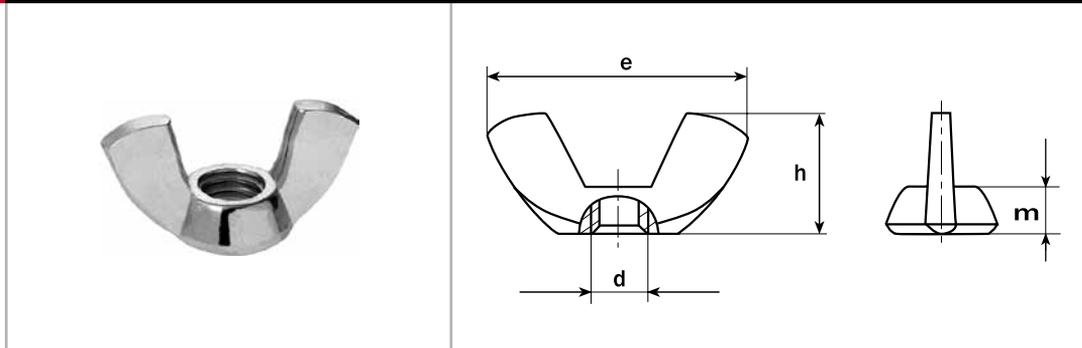
0,222	0,247	0,265	0,476	1,050
-------	-------	-------	-------	-------

CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
			●	●	●



5 DIN 315



Wing nuts - Rounded wings
 Ecrous à oreilles arrondies

Tuercas de mariposa

d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24
P	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	3
m (min)	3,2	4	5	6,5	8	10	11,2	13	16	20
e (max)	20	26	33	39	51	65	65	73	90	110
h (max)	10,5	13	17	20	25	33,5	33,5	37,5	46,5	56,5

Peso/Weight 1000 ud. kg*

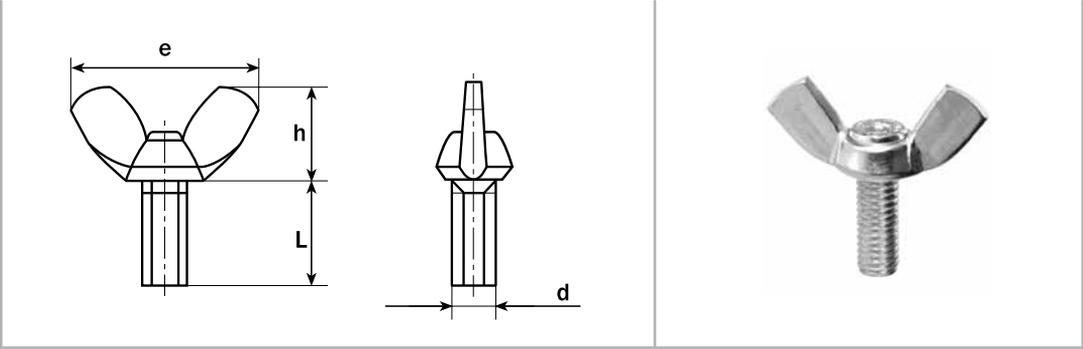
2,000	4,000	8,000	17,00	35,00	60,00	75,00	90,00	180,00	260,00
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

*Pesos aproximados / Approximate weights

CALIDADES/GRADES:

ST	5	6	8	10	12	C15	A2	A4
	●						●	●





Wings screws
Vis à oreilles

Tornillos de mariposa

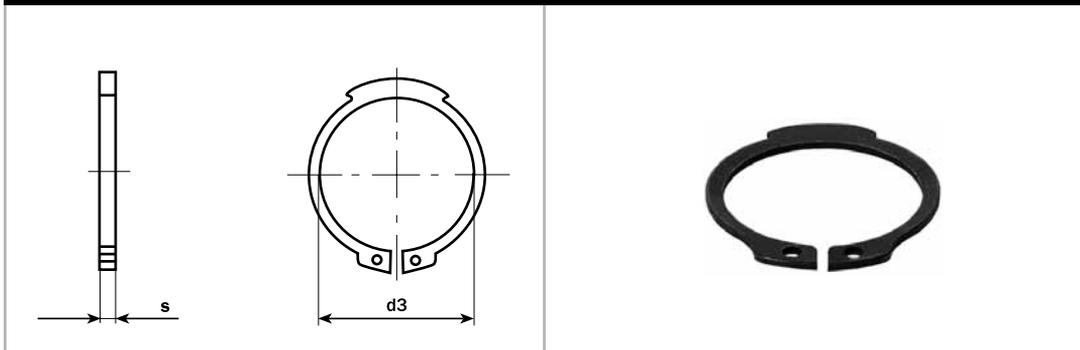
d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
P	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3
e (max)	20	26	33	39	51	65	73	90	110
h (max)	10,5	13	17	20	25	33,5	37,5	46,50	56,5

L\d:										
6	X									
8	X	X	X							
10	X	X	X	X						
12	X	X	X	X						
14	X	X	X	X						
16	X	X	X	X	X	X				
18	X	X	X	X	X	X				
20	X	X	X	X	X	X	X			
25		X	X	X	X	X	X			
30		X	X	X	X	X	X	X		
35			X	X	X	X	X	X	X	
40			X	X	X	X	X	X	X	X
50				X	X	X	X	X	X	X
60						X	X	X	X	X

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	----	----





Retaining rings for shaft
Circlips pour arbres

Anillos exteriores de seguridad

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	8	9	10	11	12	13	14
s	0,8	1	1	1	1	1	1
anillo/ring d3	7,4	8,4	9,3	10,2	11	11,9	12,9

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	15	16	17	18	19	20	21
s	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2
anillo/ring d3	13,8	14,7	15,7	16,5	17,5	18,5	19,5

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	22	23	24	25	26	27	28
s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
anillo/ring d3	20,5	21,5	22,2	23,2	24,2	24,9	25,9

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	29	30	31	32	33	34	35
s	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
anillo/ring d3	26,9	27,9	28,6	29,6	30,5	31,5	32,2

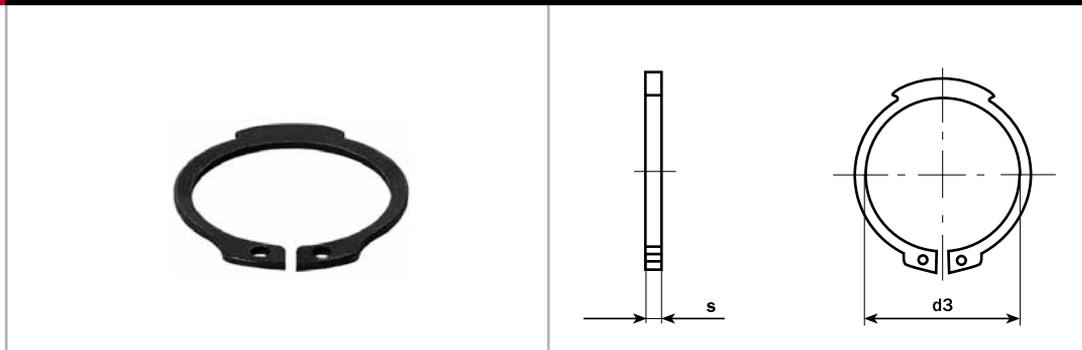
Medida nominal eje/nom. shaft size d1	36	37	38	39	40	41	42
s	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
anillo/ring d3	33,2	34,2	35,2	36,0	36,5	37,5	38,5

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	44	45	46	47	48	50	52
s	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	2	2
anillo/ring d3	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,8	47,8

CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
			●	●	●





Retaining rings for shaft
Circlips pour arbres

Anillos exteriores de seguridad

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	54	55	56	57	58	60	62
s	2	2	2	2	2	2	2
anillo/ring d3	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	55,8	57,8

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	63	65	67	68	70	72	75
s	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
anillo/ring d3	58,8	60,8	26,5	63,5	65,5	67,5	70,5

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	77	78	80	82	85	87	88
s	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
anillo/ring d3	72,5	73,5	74,5	76,5	79,5	81,5	82,5

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	90	92	95	97	98	100	102
s	3	3	3	3	3	3	4
anillo/ring d3	84,5	86,5	89,5	91,5	92,5	94,5	95

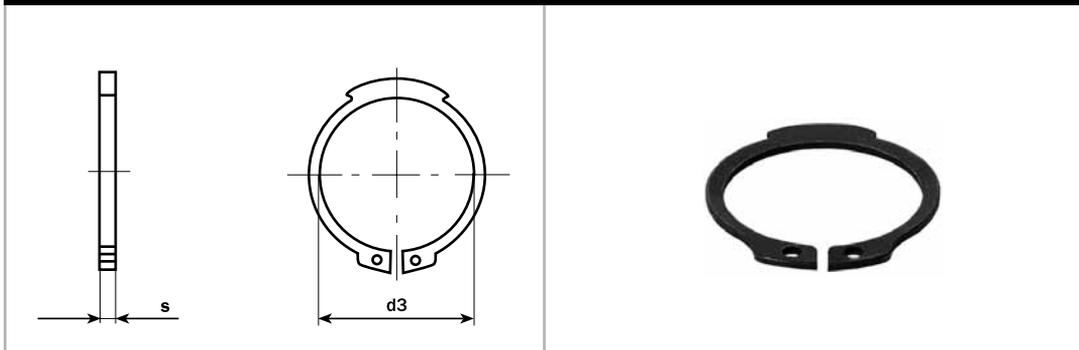
Medida nominal eje/nom. shaft size d1	105	107	108	110	112	115	117
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	98	100	101	103	105	108	110

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	118	120	122	125	127	128	130
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	111	113	115	118	120	121	123

CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
			●	●	●





Retaining rings for shaft
Circlips pour arbres

Anillos exteriores de seguridad

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	132	135	137	138	140	142	145
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	125	128	130	131	133	135	138

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	147	148	150	152	155	157	158
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	140	141	142	143	146	148	149

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	160	162	165	167	168	170	172
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	151	152,5	155,5	157,5	158,5	160,5	162,5

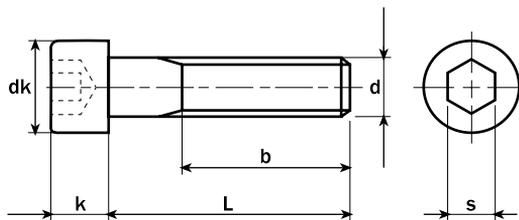
Medida nominal eje/nom. shaft size d1	175	177	178	180	182	185	187
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	165,5	167,5	168,5	170,5	172,5	175,5	177,5

Medida nominal eje/nom. shaft size d1	188	190	192	195	197	198	200
s	4	4	4	4	4	4	4
anillo/ring d3	178,5	180,5	182,5	185,5	187,5	188,5	190,5

CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
			●	●	●





Hexagon socket head cap screws
 Vis à tête cylindrique à six pans creux

Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
b*	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48
dk (max)	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27
k (max)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

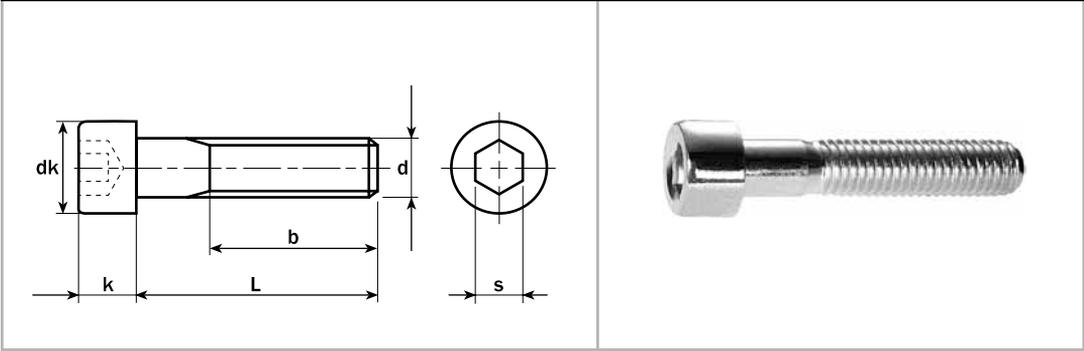
5	0,670									
6	0,710	1,500								
9	0,800	1,650	2,450							
10	0,880	1,800	2,700	4,700						
12	0,960	1,950	2,950	5,070	10,90					
16	1,160	2,250	3,450	5,750	12,10	20,90				
20	1,360	2,650	4,010	6,530	13,40	22,90	32,10			
25	1,610	3,150	4,780	7,590	15,00	25,40	35,70	48,00	71,300	
30	1,860	3,650	5,550	8,300	16,90	27,90	39,30	53,00	77,800	111,00
35		4,150	6,320	9,910	18,90	30,40	42,90	58,00	84,400	120,00
40		4,650	7,090	11,00	20,90	32,90	46,50	63,00	91,000	129,00
45			7,860	12,10	22,90	36,10	50,10	68,00	97,600	138,00
50			8,530	13,20	24,90	39,30	54,50	73,00	106,00	147,00
55				14,30	26,90	42,50	58,90	78,00	114,00	156,00
60				15,40	28,90	45,70	63,40	84,00	122,00	165,00
65					31,00	48,90	67,80	90,00	130,00	174,00
70					33,00	52,10	71,30	96,00	138,00	183,00
80					37,00	58,50	80,20	108,00	154,00	203,00
90						64,90	89,10	120,00	170,00	243,00
100						71,20	98,00	132,00	186,00	263,00
110							107,0	144,00	202,00	283,00
120							116,0	156,00	218,00	303,00
130								168,00	234,00	323,00
140								180,00	250,00	343,00
150									266,00	353,00
160									282,00	403,00

b*: La cota b es un valor de referencia sobre la longitud mínima de rosca. / Size b is a guide value, it amounts on the minimum length of the threaded part. Longitudes L sobre la línea. Para medidas sobre la línea, rosca total. / Per diameter (d) are lengths (L) above de dotted line threaded up to the head.

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	----	----





Hexagon socket head cap screws
Vis à tête cylindrique à six pans creux

Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

d	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M42	M48	M56
P	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4,5	5	6,5
b*	52	56	60	66	72	78	84	96	108	124
dk (max)	30	33	36	40	45	50	54	63	72	84
k (max)	20	22	24	27	30	33	36	42	48	56
s	17	17	19	19	22	24	27	32	36	41

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

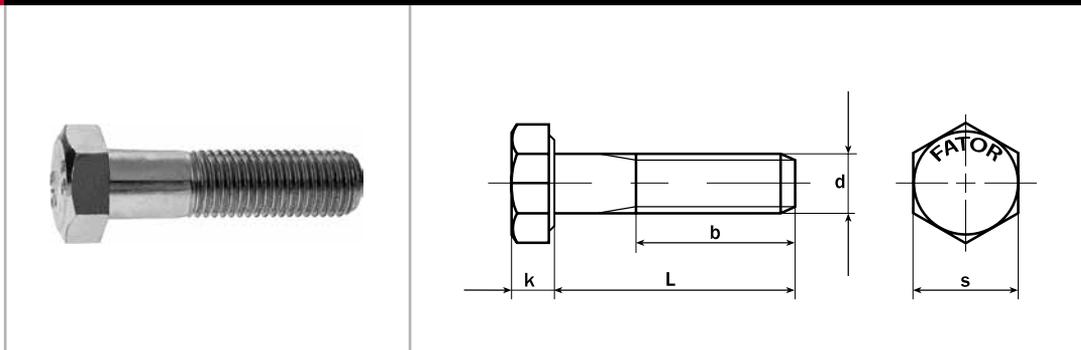
30	128,00									
35	139,00	211,00								
40	150,00	224,00	270,00							
45	161,00	237,00	285,00	330,00	500,00					
50	172,00	250,00	300,00	352,00	527,00	630,00				
55	183,00	263,00	316,00	374,00	554,00	665,00	870,00			
60	194,00	276,00	330,00	395,00	531,00	700,00	910,00	1.370,0		
65	205,00	291,00	345,00	418,00	608,00	735,00	950,00	1.420,0		
70	216,00	306,00	363,00	440,00	635,00	770,00	990,00	1.470,0	2.040,0	
80	241,00	336,00	399,00	484,00	690,00	830,00	1.070,0	1.580,0	2.180,0	
90	266,00	366,00	435,00	529,00	745,00	900,00	1.150,0	1.680,0	2.320,0	
100	291,00	396,00	471,00	574,00	800,00	970,00	1.230,0	1.790,0	2.460,0	
110	316,00	426,00	507,00	619,00	855,00	1.040,0	1.310,0	1.890,0	2.600,0	
120	341,00	456,00	543,00	664,00	910,00	1.110,0	1.390,0	2.000,0	2.740,0	
130	366,00	486,00	579,00	709,00	965,00	1.180,0	1.470,0	2.100,0	2.880,0	
140	391,00	516,00	615,00	754,00	1.020,0	1.250,0	1.550,0	2.210,0	3.020,0	
150	416,00	546,00	651,00	799,00	1.080,0	1.320,0	1.630,0	2.320,0	3.160,0	
160	441,00	576,00	687,00	844,00	1.130,0	1.390,0	1.710,0	2.420,0	3.300,0	4.880,0
180	491,00	636,00	759,00	934,00	1.240,0	1.530,0	1.870,0	2.640,0	3.590,0	5.270,0
200	541,00	696,00	831,00	1.020,0	1.350,0	1.670,0	2.030,0	2.860,0	3.870,0	5.650,0
220		756,00	903,00	1.110,0	1.460,0	1.810,0	2.190,0	3.080,0	4.150,0	6.040,0
240			975,00	1.230,0	1.570,0	1.950,0	2.250,0	3.300,0	4.430,0	6.420,0
260				1.340,0	1.680,0	2.040,0	2.410,0	3.520,0	4.710,0	6.810,0
280					1.790,0	2.180,0	2.570,0	3.740,0	4.990,0	7.200,0
300					1.900,0	2.320,0	2.730,0	3.960,0	5.270,0	7.580,0

b*: La cota b es un valor de referencia sobre la longitud mínima de rosca. / Size b is a guide value, it amounts on the minimum length of the threaded part.
Longitudes L sobre la línea. Para medidas sobre la línea, rosca total. / Per diameter (d) are lengths (L) above de dotted line threaded up to the head.

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	----	----





Hexagon head bolts

Boulons à tête hexagonale, partiellement filetées

Tornillos de cabeza hexagonal, parcialmente roscados

d	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
P	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2
b⁽¹⁾	14	16	18	20	22	26	30	34
(2)	-	22	24	26	28	32	36	40
(3)	-	-	-	-	-	45	49	53
k	2,8	3,5	4	4,8	5,3	6,4	7,5	8,8
s	7	8	10	11	13	17/16*	19/18*	22/21*

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

25	3,120	4,860						
28	3,320	5,250						
30	3,610	5,640	8,060	12,70				
35	4,040	6,420	9,130	13,60	18,20			
40	4,530	7,200	10,20	15,10	20,30	35,00		
45		7,980	11,30	16,60	22,20	38,00	53,60	
50		8,760	12,30	18,10	24,20	41,10	58,10	82,00
55			13,40	19,50	25,80	43,80	62,60	88,10
60			14,40	21,00	27,80	46,90	67,00	94,10
65				22,50	29,80	50,00	70,30	98,80
70				24,00	31,80	53,10	74,70	105,00
75					33,70	56,20	79,10	111,00
80					35,70	59,30	83,60	117,00
85						62,40	88,10	123,00
90						65,50	92,40	127,00
95						68,60	96,80	133,00
100						71,70	101,00	139,00
110							109,00	151,00
120							118,00	164,00
130								174,00
140								185,00

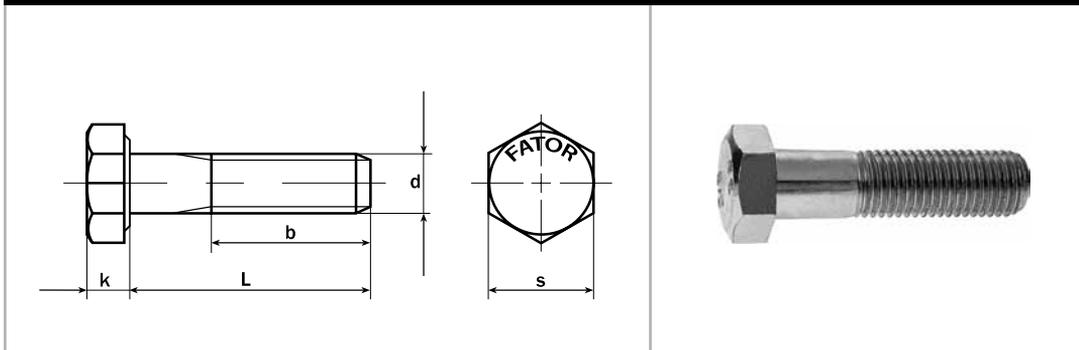
b¹ (1) L≤125 mm. (2) 125 mm<L≤200 mm. (3) L>200 mm

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES AVAILABLE:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●





Hexagon head bolts
Boulons à tête hexagonale, partiellement filetées

Tornillos de cabeza hexagonal, parcialmente roscados

d	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33
P	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5
b⁽¹⁾	38	42	46	50	54	60	66	72
(2)	44	48	52	56	60	66	72	78
(3)	57	61	65	69	73	79	85	91
k	10	11,5	12,5	14	15	17	18,7	21
S	24	27	30	32/34*	36	41	46	50

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

55	115,00							
60	123,00							
65	131,00	171,00	219,00					
70	139,00	181,00	231,00	281,00				
75	147,00	191,00	243,00	296,00				
80	155,00	200,00	255,00	311,00	392,00			
85	163,00	210,00	267,00	326,00	410,00			
90	171,00	220,00	279,00	341,00	428,00	557,00	712,00	
95	179,00	230,00	291,00	356,00	446,00	580,00	739,00	
100	186,00	240,00	303,00	370,00	464,00	603,00	767,00	951,00
110	202,00	260,00	327,00	400,00	500,00	650,00	823,00	1.020,0
120	218,00	280,00	351,00	430,00	535,00	695,00	880,00	1.090,0
130	230,00	296,00	374,00	450,00	560,00	720,00	920,00	1.150,0
140	246,00	316,00	398,00	480,00	595,00	765,00	975,00	1.220,0
150	262,00	336,00	422,00	510,00	630,00	810,00	1.030,0	1.290,0
160	278,00	356,00	446,00	540,00	665,00	855,00	1.085,0	1.350,0
170		376,00	470,00	570,00	700,00	900,00	1.140,0	1.410,0
180		396,00	494,00	600,00	735,00	945,00	1.200,0	1.480,0
190			519,00	630,00	770,00	990,00	1.250,0	1.540,0
200			544,00	660,00	805,00	1.030,0	1.310,0	1.610,0
220				720,00	870,00	1.130,0	1.420,0	1.750,0
240					935,00	1.220,0	1.530,0	1.880,0
260						1.310,0	1.640,0	2.020,0
280							1.750,0	2.150,0
300							1.860,0	2.290,0

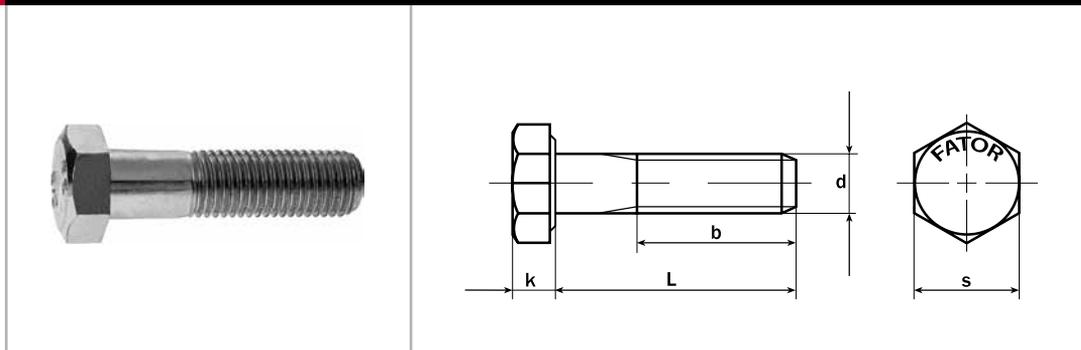
b¹ (1) L≤125 mm. (2) 125 mm<L≤200 mm. (3) L>200 mm

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES AVAILABLE:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●





Hexagon head bolts, partially threaded
 Boulons à tête hexagonale, partiellement filetés

Tornillos de cabeza hexagonal, parcialmente roscados

d	M36	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64
P	4	4	4,5	4,5	5	5	5,5	5,5	6
b⁽¹⁾	78	84	90	96	102	-	-	-	-
(2)	84	90	96	102	108	116	124	132	140
(3)	97	103	109	115	121	129	137	145	153
k	22,5	25	26	28	30	33	35	38	40
s	55	60	65	70	75	80	85	90	95

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

110	1.240,0								
120	1.320,0	1.510,0							
130	1.390,0	1.580,0	1.980,0	2.350,0					
140	1.470,0	1.660,0	2.090,0	2.480,0	2.860,0				
150	1.550,0	1.740,0	2.200,0	2.600,0	3.010,0	3.610,0			
160	1.630,0	1.830,0	2.310,0	2.730,0	3.160,0	3.770,0	4.550,0		
170	1.710,0	1.920,0	2.410,0	2.850,0	3.300,0	3.930,0	4.740,0	5.460,0	
180	1.790,0	2.010,0	2.520,0	2.980,0	3.440,0	4.100,0	4.930,0	5.690,0	6.680,0
190	1.870,0	2.100,0	2.630,0	3.100,0	3.580,0	4.270,0	5.110,0	5.920,0	6.920,0
200	1.950,0	2.200,0	2.740,0	3.220,0	3.720,0	4.430,0	5.300,0	6.140,0	7.160,0
220	2.210,0	2.410,0	2.960,0	3.470,0	4.010,0	4.760,0	5.660,0	6.580,0	7.600,0
240	2.270,0	2.600,0	3.180,0	3.720,0	4.290,0	5.110,0	6.030,0	7.020,0	8.100,0
260	2.430,0	2.800,0	3.400,0	3.980,0	4.570,0	5.450,0	6.410,0	7.460,0	8.600,0
280	2.590,0	3.010,0	3.520,0	4.240,0	4.850,0	5.800,0	6.800,0	7.900,0	9.100,0
300	2.750,0	3.210,0	3.640,0	4.500,0	5.130,0	6.140,0	7.190,0	8.350,0	9.600,0
320					5.410,0	6.480,0	7.580,0	8.800,0	10.100
340					5.690,0	6.820,0	7.970,0	9.250,0	10.600
360							8.350,0	9.700,0	11.100

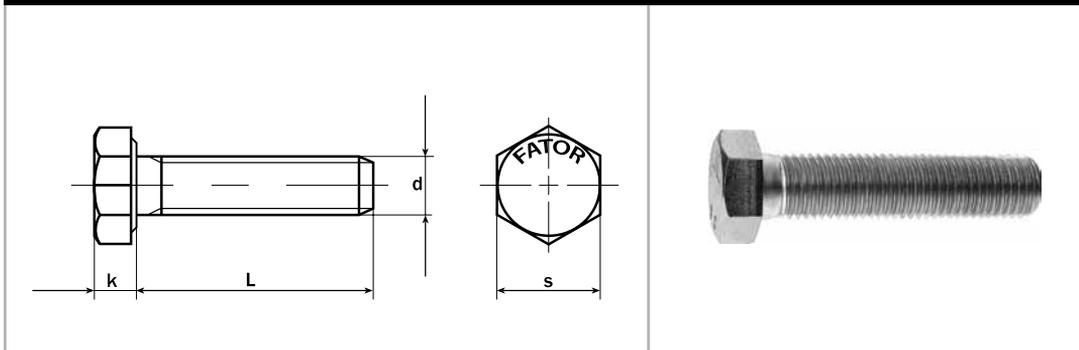
b¹ (1) L ≤ 125 mm. (2) 125 mm < L ≤ 200 mm. (3) L > 200 mm

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES AVAILABLE:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●





Hexagon head bolt, fully threaded
Boulons à tête hexagonale, totalement filetées

Tornillos de cabeza hexagonal, totalmente roscados

d	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12
P	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75
k	2	2,8	3,5	4	4,8	5,3	6,4	7,5
s	5,5	7	8	10	11	13	17/16*	19/18*

L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

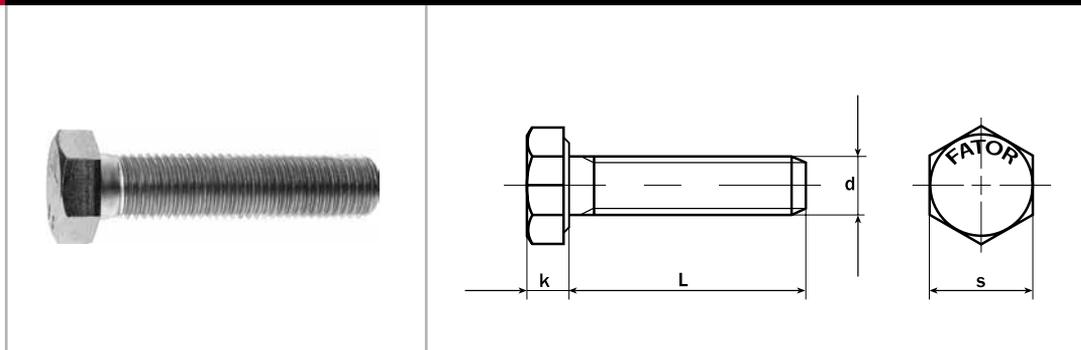
4	0,480							
5	0,530	1,260						
6	0,570	1,330	2,180	3,400				
7	0,610	1,410	2,280	3,570	5,600			
8	0,660	1,490	2,380	3,740	5,850	8,500	15,20	
10	0,750	1,640	2,630	4,080	6,350	9,100	16,20	23,30
12	0,840	1,800	2,870	4,420	6,850	9,800	17,20	25,00
14	0,920	1,950	3,120	4,760	7,350	10,50	18,20	26,40
16	1,000	2,100	3,370	5,110	7,850	11,10	19,20	27,70
18	1,090	2,250	3,620	5,450	8,350	11,70	20,20	29,10
20	1,180	2,410	3,870	5,800	8,850	12,30	21,20	31,00
22	1,270	2,560	4,120	6,150	9,350	12,90	22,20	33,00
25	1,400	2,800	4,490	6,650	10,00	13,90	23,70	34,10
28	1,520	3,040	4,860	7,150	10,70	14,90	25,20	36,20
30	1,610	3,190	5,110	7,510	11,30	15,50	26,20	37,70
35		3,570	5,730	8,370	12,50	15,50	28,70	41,30
40		3,960	6,350	9,230	13,80	17,10	31,20	44,90
45		4,340	6,990	10,10	15,00	18,70	33,70	48,50
50		4,730	7,590	11,00	16,30	20,30	36,20	52,00
55		5,120	8,210	11,90	17,50	21,80	38,70	55,60
60		5,500	8,830	12,70	18,70	23,40	41,30	58,20
65		5,890	9,450	13,60	20,00	25,00	43,80	62,80
70		6,280	10,10	14,40	21,20	26,60	46,30	66,40
75			10,70	15,30	22,50	28,20	48,80	70,00
80			11,30	16,20	23,70	29,80	51,30	73,60
85					25,00	31,40	53,80	77,20
90					26,20	33,00	56,30	80,80
95					27,50	34,60	59,80	84,40
100					28,70	35,20	61,30	88,00
110						37,70	66,40	95,20
120						40,90	71,40	102,00
130							76,40	109,00
140							81,40	116,00
150							86,40	123,00

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●





Hexagon head bolt, fully threaded
 Boulons à tête hexagonale, totalement filetés

Tornillos de cabeza hexagonal, totalmente roscados

d	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
P	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
k	8,8	10	11,5	12,5	14	15	17	18,7
s	22/21*	24	27	30	32/34*	36	41	46

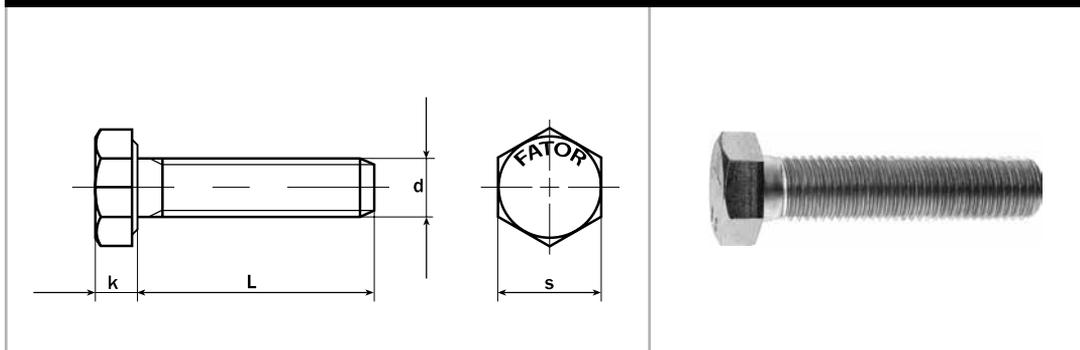
L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg

10	38,00							
12	40,00	52,90						
14	42,00	55,60						
16	44,00	58,30	82,00	105,00	133,00	173,00		
18	46,00	60,90	84,90	110,00	137,00	178,00		
20	48,00	63,50	87,20	114,00	143,00	184,00		
22	50,00	66,20	92,20	119,00	148,00	190,00	269,00	
25	53,00	70,20	95,80	124,00	155,00	199,00	280,00	
28	55,90	74,20	100,00	129,00	161,00	200,00	292,00	
30	57,90	76,90	104,00	134,00	168,00	214,00	310,00	
35	62,90	83,50	112,00	145,00	181,00	229,00	319,00	424,00
40	67,90	90,20	120,00	155,00	193,00	244,00	338,00	448,00
45	72,90	97,10	128,00	165,00	206,00	259,00	358,00	472,00
50	77,90	103,00	136,00	176,00	219,00	274,00	377,00	496,00
55	82,80	110,00	145,00	186,00	232,00	289,00	397,00	519,00
60	87,80	117,00	153,00	196,00	244,00	304,00	416,00	543,00
65	92,80	123,00	161,00	207,00	257,00	319,00	435,00	566,00
70	97,90	130,00	169,00	217,00	269,00	334,00	454,00	590,00
75	102,00	137,00	177,00	227,00	282,00	348,00	473,00	614,00
80	107,00	144,00	186,00	238,00	295,00	363,00	492,00	637,00
85	112,00	150,00	194,00	247,00	308,00	378,00	512,00	661,00
90	117,00	157,00	202,00	258,00	321,00	393,00	531,00	685,00
95	122,00	164,00	210,00	268,00	333,00	408,00	550,00	708,00
100	127,00	170,00	218,00	279,00	346,00	423,00	569,00	732,00
110	137,00	184,00	235,00	300,00	371,00	453,00	608,00	779,00
120	147,00	197,00	251,00	320,00	397,00	483,00	647,00	827,00
130	157,00	210,00	268,00	340,00	421,00	513,00	685,00	874,00
140	167,00	224,00	284,00	361,00	448,00	543,00	724,00	921,00
150	177,00	237,00	300,00	381,00	473,00	572,00	762,00	969,00
160			316,00	402,00	498,00	602,00	801,00	1.010,00
170			332,00	422,00	523,00	632,00	839,00	1.060,00
180			348,00	442,00	548,00	662,00	875,00	1.110,00
190			364,00	462,00	573,00	692,00	911,00	1.160,00
200			380,00	484,00	598,00	722,00	947,00	1.210,00

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



Hexagon head bolt, fully threaded
 Boulons à tête hexagonale, totalement filetés

Tornillos de cabeza hexagonal, totalmente roscados

d	M33	M36	M39	M42	M45	M48	M52
P	3,5	4	4	4,5	4,5	5	5
k	21	22,5	25	26	28	30	33
s	50	55	60	65	70	75	80

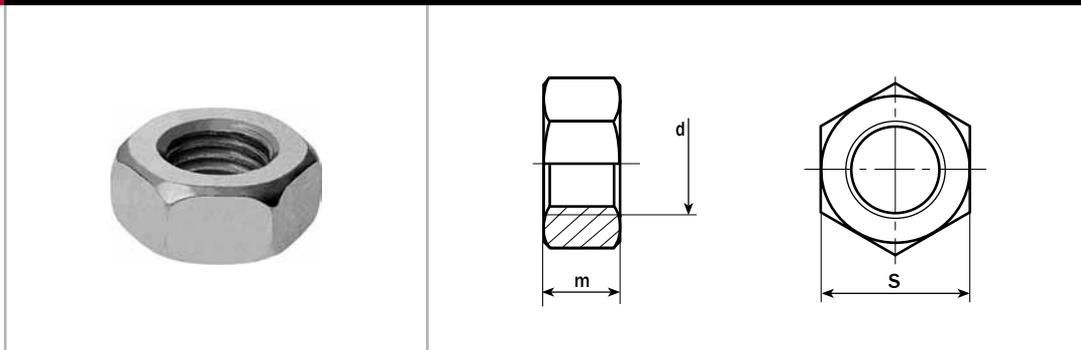
L\d: Peso/Weight 1000 ud. kg							
35	543,00	670,00	869,00				
40	572,00	714,00	910,00	1.090,0	1.330,0	1.590,0	
45	601,00	748,00	951,00	1.130,0	1.380,0	1.650,0	
50	630,00	783,00	992,00	1.180,0	1.430,0	1.710,0	2.090,0
55	659,00	817,00	1.030,0	1.230,0	1.490,0	1.770,0	2.170,0
60	688,00	851,00	1.070,0	1.270,0	1.540,0	1.830,0	2.240,0
65	717,00	886,00	1.110,0	1.310,0	1.600,0	1.890,0	2.310,0
70	746,00	910,00	1.160,0	1.370,0	1.650,0	1.950,0	2.390,0
75	775,00	950,00	1.200,0	1.410,0	1.710,0	2.010,0	2.460,0
80	806,00	990,00	1.240,0	1.460,0	1.760,0	2.080,0	2.540,0
85	837,00	1.020,0	1.280,0	1.500,0	1.810,0	2.140,0	2.610,0
90	866,00	1.060,0	1.320,0	1.550,0	1.870,0	2.200,0	2.680,0
95	891,00	1.100,0	1.360,0	1.600,0	1.920,0	2.260,0	2.750,0
100	920,00	1.140,0	1.400,0	1.650,0	1.980,0	2.320,0	2.830,0
110	978,00	1.200,0	1.480,0	1.740,0	2.090,0	2.450,0	2.970,0
120	1.040,0	1.260,0	1.560,0	1.840,0	2.190,0	2.570,0	3.120,0
130	1.090,0	1.330,0	1.650,0	1.930,0	2.300,0	2.690,0	3.260,0
140	1.150,0	1.400,0	1.730,0	2.020,0	2.410,0	2.820,0	3.410,0
150	1.210,0	1.470,0	1.810,0	2.120,0	2.520,0	2.940,0	3.550,0
160	1.270,0	1.540,0	1.890,0	2.210,0	2.630,0	3.060,0	3.700,0
170	1.330,0	1.610,0	1.970,0	2.300,0	2.740,0	3.180,0	3.850,0
180	1.390,0	1.680,0	2.050,0	2.400,0	2.850,0	3.310,0	4.000,0
190	1.440,0	1.740,0	2.140,0	2.500,0	2.960,0	3.430,0	4.150,0
200	1.500,0	1.810,0	2.220,0	2.590,0	3.060,0	3.560,0	4.300,0

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES/GRADES:

4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	A2	A4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●





Hexagon nuts
Ecrous hexagonaux

Tuercas hexagonales

d	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
P	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2
m	2,4	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	11
s	5,5	7	8	10	11	13	17/16*	19/18*	22/21*

Peso/Weight 1000 ud. kg

0,384 0,810 1,230 2,500 3,120 5,200 11,60 17,30 25,00

d	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
P	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
m	13	15	16	18	19	22	24	26	29
s	24	27	30	32/34*	36	41	46	50	55

Peso/Weight 1000 ud. kg

33,30 49,40 64,40 79,00 110,00 165,00 223,00 288,00 393,00

d	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64	M68
P	4	4,5	4,5	5	5	5,5	5,5	6	6
m	31	34	36	38	42	45	48	51	54
s	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Peso/Weight 1000 ud. kg

502,00 652,00 800,00 977,00 1.220,0 1.420,0 1.690,0 1.980,0 2.300,0

d	M72	M76	M80	M90	M100	M110
P	6	6	6	6	6	6
m	58	61	64	72	80	88
s	105	110	115	130	145	155

Peso/Weight 1000 ud. kg

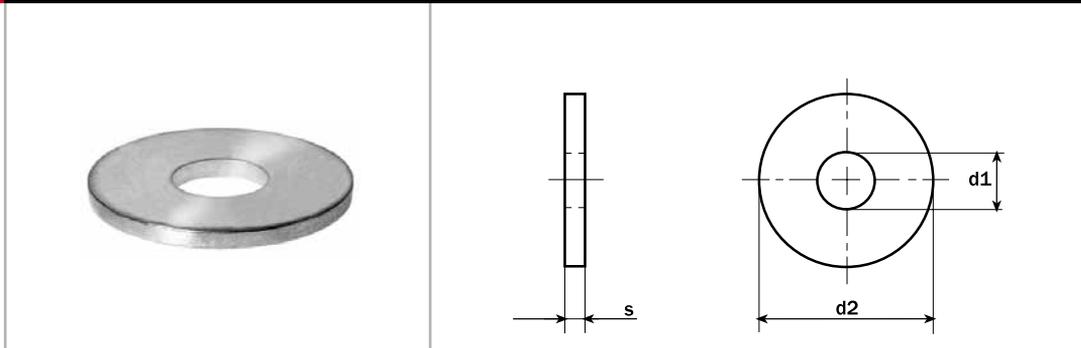
2.670,0 3.040,0 3.930,0 4.930,0 6.820,0 8.200,0

*Tamaño según norma ISO/Sizes per ISO standard.

CALIDADES DISPONIBLES/GRADES AVAILABLES:

ST	5	6	8	10	12	C15	A2	A4
	●	●	●	●	●		●	●





Plain washers $d2 \approx 3d1$
 Rondelles plates $d2 \approx 3d1$

Arandelas planas $d2 \approx 3d1$

d nom.	M3	M4	M5	M6	M7
d1 (min)	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4
d2 (max)	9	12	15	18	22
s	0,8	1	1,2	1,6	2

Peso/Weight 1000 ud. kg					
	0,349	0,774	1,460	2,790	5,290

d nom.	M8	M10	M12	M14	M16
d1 (min)	8,4	10,5	13	15	17
d2 (max)	24	30	37	44	50
s	2	2,5	3	3	3

Peso/Weight 1000 ud. kg					
	6,230	12,20	22,20	31,60	40,90

d nom.	M18	M20	M24
d1 (min)	20	22	26
d2 (max)	56	60	72
s	4	4	5

Peso/Weight 1000 ud. kg			
	67,40	76,80	139,00

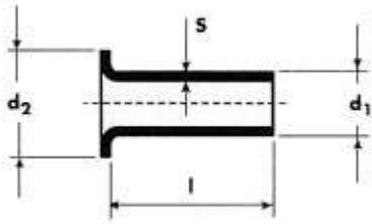
CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
●				●	●

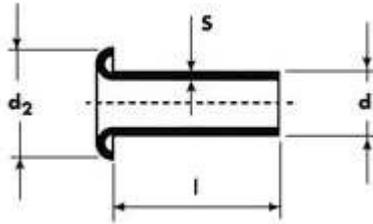


Unlike conventional drawn eyelets tube eyelets are made from precision tube which gives them a superior quality and are available in much greater lengths.

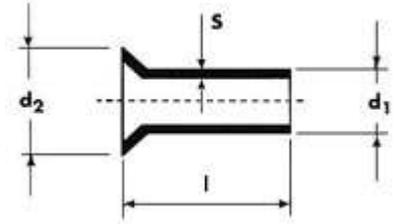
Types of head:



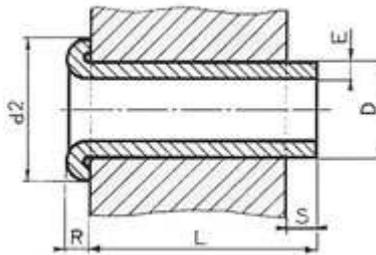
Type A: Flat Head



Type B: Round Head



Type C: Countersunk Head



Material:
Brass (clean and plated),
Copper, Steel, Aluminium
and Stainless Steel.

EYELET DIMENSIONS (mm)

Diameter D	1.2	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	8
Diameter d1	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.1	0.1
Int. Diameter (+/- 0.1)	0.8	1	1.4	1.9	2.4	2.9	3.2	3.7	4.1	4.5	5.14	7
Thickness E	0.2	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.45	0.5	0.43	0.5
Diameter d2	2	2.5	3.2	4	4.5	5.2	6	6.6	7.5	8.1	9	12
Tolerance on Diameter d2	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Roll R.	0.25	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90	1
Length S.	1	1.2	1.5	1.6	1.8	2.2	2.5	2.5	2.5	3	3.5	4.5
Length L. (min. max.)	1-15	1.5-40	2-60	2-60	3-100	3-120	3-120	3-80	3.80	4-80	4-80	4-80

TOLERANCE ON LENGTH

1 to 3 mm	3.5 to 6 mm	6.5 to 10 mm	10.5 to 20 mm	20.5 to 30 mm	30.5 to 60 mm	60.5 to 80 mm
+/- 0.12	+/-0.15	+/-0.18	+/-0.20	+/-0.25	+/-0.30	+/-0.35

Application Methods

We have a wide range of setting equipment to suit all levels of production and every pocket. From hand tools and small manual machines to fully automated machines that deliver significant improvements in productivity.



Hanolex Ltd
246 Whitworth Road
Rochdale
Lancashire
OL12 0JL

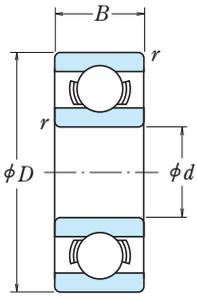
t: 01706 656 789
f: 01706 659 911
e: sales@eyelets.co.uk

www.eyeleets.co.uk

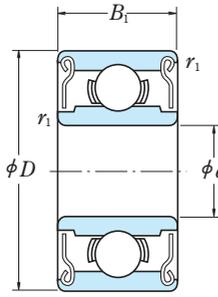
RODAMIENTOS DE BOLAS EXTRA PEQUEÑOS · RODAMIENTOS DE BOLAS EN MINIATURA

Diseño Métrico

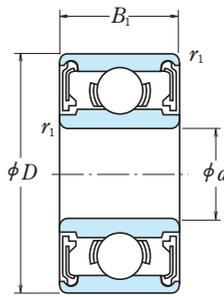
Diámetro Interior 5~9 mm



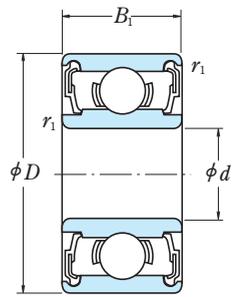
Tipo Abierto



Tipo Blindado
ZZ · ZZ1



Tipo Sellado
Sin Contacto
VV



Tipo Sellado
Con Contacto
DD

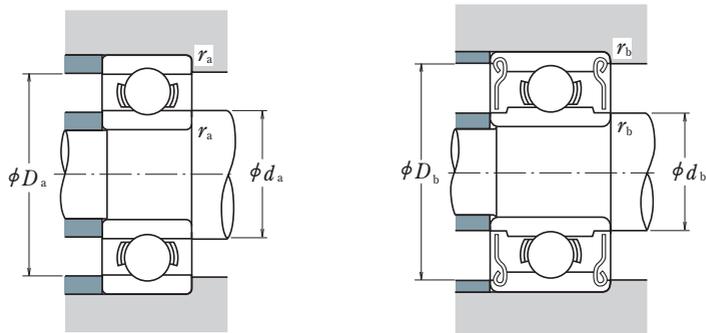
d	Dimensiones (mm)					Índices Básicos de Carga (N) (kgf)				Velocidad límite (rpm)		Abierto		
	D	B	B ₁	r ⁽¹⁾ _{min.}	r ⁽¹⁾ _{1 min.}	C _r	C _{0r}	C _r	C _{0r}	Grasa	Aceite			
										Abierto Z · ZZ V · VV	D · DD	Abierto Z	Abierto	
5	8	2	—	0.1	—	310	120	31	12	53 000	—	63 000	MR 85	
	8	—	2.5	—	0.1	278	131	28	13	53 000	—	63 000	—	
	9	2.5	3	0.15	0.15	430	168	44	17	50 000	—	60 000	MR 95	
	10	3	4	0.15	0.15	430	168	44	17	50 000	—	60 000	MR 105	
	11	—	4	—	0.15	715	276	73	28	48 000	—	56 000	—	
	11	3	5	0.15	0.15	715	281	73	29	45 000	—	53 000	685	
	13	4	4	0.2	0.2	1 080	430	110	44	43 000	40 000	50 000	695	
	14	5	5	0.2	0.2	1 330	505	135	52	40 000	38 000	50 000	605	
	16	5	5	0.3	0.3	1 730	670	177	68	36 000	32 000	43 000	625	
	19	6	6	0.3	0.3	2 340	885	238	90	32 000	30 000	40 000	635	
6	10	2.5	3	0.15	0.1	495	218	51	22	45 000	—	53 000	MR 106	
	12	3	4	0.2	0.15	715	292	73	30	43 000	40 000	50 000	MR 126	
	13	3.5	5	0.15	0.15	1 080	440	110	45	40 000	38 000	50 000	686 A	
	15	5	5	0.2	0.2	1 730	670	177	68	40 000	36 000	45 000	696	
	17	6	6	0.3	0.3	2 260	835	231	85	38 000	34 000	45 000	606	
	19	6	6	0.3	0.3	2 340	885	238	90	32 000	30 000	40 000	626	
	22	7	7	0.3	0.3	3 300	1 370	335	140	30 000	28 000	36 000	636	
	17	5	5	0.3	0.3	1 610	710	164	73	36 000	28 000	43 000	MR 117	
13	3	4	0.2	0.15	540	276	55	28	40 000	—	48 000	MR 137		
14	3.5	5	0.15	0.15	1 170	510	120	52	40 000	34 000	45 000	687		
7	17	5	5	0.3	0.3	1 610	710	164	73	36 000	28 000	43 000	697	
	19	6	6	0.3	0.3	2 340	885	238	90	36 000	32 000	43 000	607	
	22	7	7	0.3	0.3	3 300	1 370	335	140	30 000	28 000	36 000	627	
	26	9	9	0.3	0.3	4 550	1 970	465	201	28 000	22 000	34 000	637	
	8	12	2.5	3.5	0.15	0.1	545	274	56	28	40 000	—	48 000	MR 128
		14	3.5	4	0.2	0.15	820	385	83	39	38 000	32 000	45 000	MR 148
		16	4	5	0.2	0.2	1 610	710	164	73	36 000	28 000	43 000	688 A
		19	6	6	0.3	0.3	2 240	910	228	93	36 000	28 000	43 000	698
22		7	7	0.3	0.3	3 300	1 370	335	140	34 000	28 000	40 000	608	
24		8	8	0.3	0.3	3 350	1 430	340	146	28 000	24 000	34 000	628	
9	28	9	9	0.3	0.3	4 550	1 970	465	201	28 000	22 000	34 000	638	
	17	4	5	0.2	0.2	1 330	665	136	68	36 000	24 000	43 000	689	
	20	6	6	0.3	0.3	1 720	840	175	86	34 000	24 000	40 000	699	
	24	7	7	0.3	0.3	3 350	1 430	340	146	32 000	24 000	38 000	609	
	26	8	8	(0.6)	(0.6)	4 550	1 970	465	201	28 000	22 000	34 000	629	
	30	10	10	0.6	0.6	5 100	2 390	520	244	24 000	—	30 000	639	

Nota ⁽¹⁾

Los valores entre paréntesis no se basan en ISO 15.

Observaciones

1. Cuando use rodamientos con anillos exteriores rotatorios, contacte con NSK si son sellados o blindados.
2. También hay disponibles rodamientos con anillos de fijación, contacte con NSK.

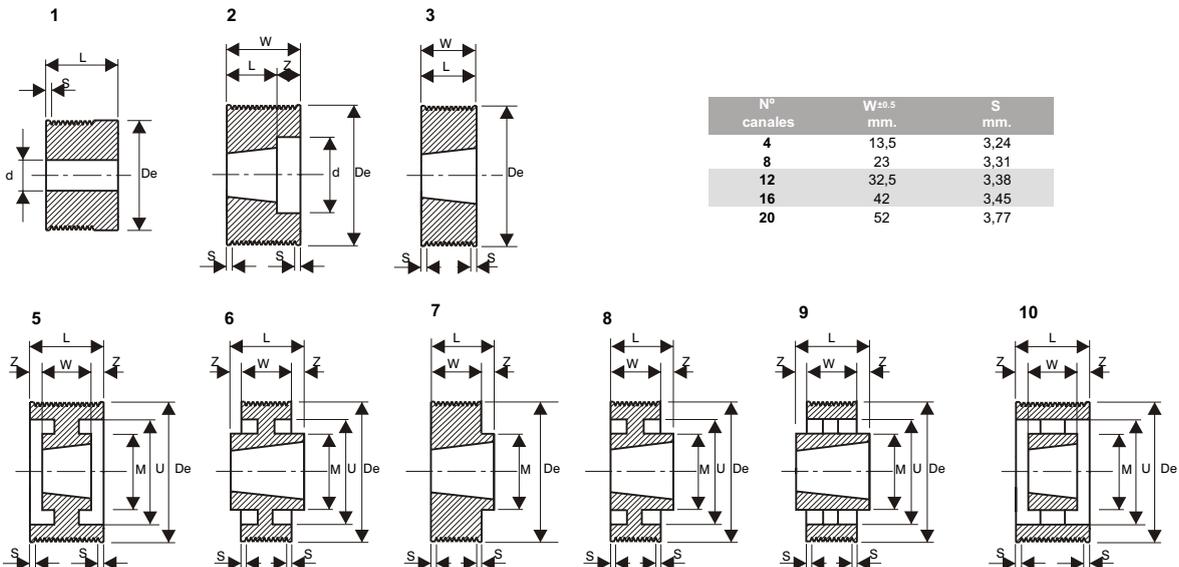


Números de Rodamiento			Dimensiones de Tope y Chafián (mm)						Masa (g)	
Blindado	Sellado		d_a	d_b	D_a	D_b	r_a	r_b	aprox. Blindado	
			min.	máx.	máx.	mín.	máx.	máx.	abierto	blindado
—	—	—	5.8	—	7.2	—	0.1	—	0.26	—
MR 85 ZZ	—	—	—	5.8	—	7.4	—	0.1	—	0.34
MR 95 ZZ1	—	—	6.2	6.0	7.8	8.2	0.15	0.15	0.50	0.58
MR 105 ZZ	—	—	6.2	6.0	8.8	8.4	0.15	0.15	0.95	1.29
MR 115 ZZ	VV	—	—	6.3	—	9.8	—	0.15	—	1.49
685 ZZ	—	—	6.2	6.2	9.8	9.9	0.15	0.15	1.2	1.96
695 ZZ	VV	DD	6.6	6.6	11.4	11.2	0.2	0.2	2.45	2.5
605 ZZ	—	DD	6.6	6.9	12.4	12.2	0.2	0.2	3.54	3.48
625 ZZ1	VV	DD	7.0	7.5	14.0	13.8	0.3	0.3	4.95	4.86
635 ZZ1	VV	DD	7.0	8.5	17.0	16.5	0.3	0.3	8.56	8.34
MR 106 ZZ1	—	—	7.2	7.0	8.8	9.3	0.15	0.1	0.56	0.68
MR 126 ZZ	—	DD	7.6	7.2	10.4	10.9	0.2	0.15	1.27	1.74
686 AZZ	VV	DD	7.2	7.4	11.8	11.7	0.15	0.15	1.91	2.69
696 ZZ1	VV	DD	7.6	7.9	13.4	13.3	0.2	0.2	3.88	3.72
606 ZZ	VV	DD	8.0	8.2	15.0	14.8	0.3	0.3	5.97	6.08
626 ZZ1	VV	DD	8.0	8.5	17.0	16.5	0.3	0.3	8.15	7.94
636 ZZ	VV	DD	8.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	14	14
MR 117 ZZ	—	—	8.2	8.0	9.8	10.5	0.15	0.1	0.62	0.72
MR 137 ZZ	—	—	8.6	9.0	11.4	11.6	0.2	0.15	1.58	2.02
687 ZZ1	VV	DD	8.2	8.5	12.8	12.7	0.15	0.15	2.13	2.97
697 ZZ1	VV	DD	9.0	10.2	15.0	14.8	0.3	0.3	5.26	5.12
607 ZZ1	VV	DD	9.0	9.1	17.0	16.5	0.3	0.3	7.67	7.51
627 ZZ	VV	DD	9.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	12.7	12.9
637 ZZ1	VV	DD	9.0	12.8	24.0	22.8	0.3	0.3	24	25
MR 128 ZZ1	—	—	9.2	9.0	10.8	11.3	0.15	0.1	0.71	0.97
MR 148 ZZ	VV	DD	9.6	9.2	12.4	12.8	0.2	0.15	1.86	2.16
688 AZZ1	VV	DD	9.6	10.2	14.4	14.2	0.2	0.2	3.12	4.02
698 ZZ	VV	DD	10.0	10.0	17.0	16.5	0.3	0.3	7.23	7.18
608 ZZ	VV	DD	10.0	10.5	20.0	19.0	0.3	0.3	12.1	12.2
628 ZZ	VV	DD	10.0	12.0	22.0	20.5	0.3	0.3	17.2	17.4
638 ZZ1	VV	DD	10.0	12.8	26.0	22.8	0.3	0.3	28.3	28.6
689 ZZ1	VV	DD	10.6	11.5	15.4	15.2	0.2	0.2	3.53	4.43
699 ZZ1	VV	DD	11.0	12.0	18.0	17.2	0.3	0.3	8.45	8.33
609 ZZ	VV	DD	11.0	12.0	22.8	20.5	0.3	0.3	14.5	14.7
629 ZZ	VV	DD	11.0	12.8	24.0	22.8	0.3	0.3	19.5	19.3
639 ZZ	VV	—	13.0	16.1	26.0	25.6	0.6	0.6	36.5	36

POLEAS POLY-V

SECCION "J"

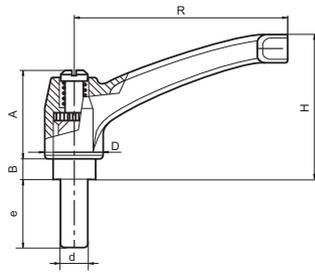
De	Nº canales	Taper	Fig.	L mm.	Z mm.	M mm.	U mm.	d mm.
20	4	-	1	22,5	-	-	-	5
	8	-	1	32	-	-	-	5
	12	-	1	41,5	-	-	-	5
	16	-	1	51	-	-	-	5
	20	-	1	61	-	-	-	5
25	4	-	1	22,5	-	-	-	5
	8	-	1	32	-	-	-	5
	12	-	1	41,5	-	-	-	5
	16	-	1	51	-	-	-	5
	20	-	1	61	-	-	-	5
30	4	-	1	22,5	-	-	-	9,5
	8	-	1	32	-	-	-	9,5
	12	-	1	41,5	-	-	-	9,5
	16	-	1	51	-	-	-	9,5
	20	-	1	61	-	-	-	9,5
35	4	-	1	22,5	-	-	-	9,5
	8	-	1	32	-	-	-	9,5
	12	-	1	41,5	-	-	-	9,5
	16	-	1	51	-	-	-	9,5
	20	-	1	61	-	-	-	9,5
40	4	-	1	22,5	-	-	-	12
	8	-	1	32	-	-	-	12
	12	-	1	41,5	-	-	-	12
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
45	4	-	1	22,5	-	-	-	12
	8	-	1	32	-	-	-	12
	12	-	1	41,5	-	-	-	12
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
50	4	-	1	22,5	-	-	-	12
	8	-	1	32	-	-	-	12
	12	-	1	41,5	-	-	-	12
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
56	4	1108	7	23	9,5	50	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	-	1	41,5	-	-	-	12
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
60	4	1108	7	23	9,5	50	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	1108	2	23	9,5	-	45	-
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
63	4	1108	7	23	9,5	50	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	1108	2	23	9,5	-	45	-
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
67	4	1108	7	23	9,5	50	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	1108	2	23	9,5	-	51	-
	16	-	1	51	-	-	-	12
	20	-	1	61	-	-	-	12
71	4	1108	7	23	9,5	60	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	1108	2	23	9,5	-	55	-
	16	1215	3	42	-	-	55	-
	20	1215	2	42	10	-	55	-
75	4	1108	7	23	9,5	60	-	-
	8	1108	3	23	-	-	-	-
	12	1610	2	26	9,5	-	59	-
	16	1610	2	26	16	-	59	-
	20	1610	2	42	10	-	59	-
80	4	1310	7	26	12,5	70	-	-
	8	1310	7	26	3	70	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	64	-
	16	1610	2	26	16	-	64	-
	20	1615	2	42	10	-	64	-
85	4	1310	7	26	12,5	70	-	-
	8	1310	7	26	3	70	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	69	-
	16	1610	2	26	16	-	69	-
	20	1615	2	42	10	-	69	-
90	4	1610	7	26	12,5	82	-	-
	8	1610	7	26	3	82	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	74	-
	16	1610	2	26	16	-	74	-
	20	1615	2	42	10	-	74	-
95	4	1610	7	26	12,5	82	-	-
	8	1610	7	26	3	82	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	79	-
	16	1610	2	26	16	-	79	-
	20	1615	2	42	10	-	79	-
100	4	1610	7	26	12,5	82	-	-
	8	1610	7	26	3	82	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	82	-
	16	1610	2	26	16	-	82	-
	20	1615	2	42	10	-	82	-
106	4	1610	7	26	12,5	88	-	-
	8	1610	7	26	3	88	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	88	-
	16	1610	2	26	16	-	88	-
	20	1615	2	42	10	-	88	-
112	4	1610	7	26	12,5	90	-	-
	8	1610	7	26	3	90	-	-
	12	1610	2	26	6,5	-	94	-
	16	1610	2	26	16	-	94	-
	20	1615	2	42	10	-	94	-
118	4	1610	7	26	12,5	90	-	-
	8	1610	7	26	3	90	-	-
	12	2012	2	32	0,5	-	98	-
	16	2012	2	32	10	-	98	-
	20	2012	2	32	20	-	98	-
125	4	1610	8	26	12,5	90	109	-
	8	1610	8	26	3	90	109	-
	12	2012	2	32	0,5	-	105	-
	16	2012	2	32	10	-	105	-
	20	2517	2	45	7	-	105	-
132	4	1610	8	26	12,5	90	116	-
	8	1610	8	26	3	90	116	-
	12	2012	2	32	0,5	-	112	-
	16	2012	2	32	10	-	112	-
	20	2517	2	45	7	-	112	-
140	4	1610	8	26	12,5	90	124	-
	8	1610	8	26	3	90	124	-
	12	2517	7	45	12,5	120	-	-
	16	2517	7	45	3	120	-	-
	20	2517	2	45	7	-	124	-
160	4	2012	8	32	18,5	110	124	-
	8	2012	8	32	9	110	124	-
	12	2517	8	45	12,5	120	140	-
	16	2517	8	45	3	120	140	-
	20	2517	2	45	7	-	140	-
180	4	2012	6	32	9,25	110	164	-
	8	2012	6	32	4,5	110	164	-
	12	2517	6	45	6,25	120	160	-
	16	2517	6	45	1,5	120	160	-
	20	2517	5	45	3,5	120	160	-
200	4	2012	6	32	9,25	110	185	-
	8	2012	6	32	4,5	110	185	-
	12	2517	6	45	6,25	120	180	-
	16	2517	6	45	1,5	120	180	-
	20	2517	5	45	3,5	120	180	-
224	4	2012	6	32	9,25	110	208	-
	8	2012	6	32	4,5	110	208	-
	12	2517	6	45	6,25	120	204	-
	16	2517	6	45	1,5	120	204	-
	20	2517	5	45	3,5	120	204	-
250	4	2012	9	32	9,25	110	234	-
	8	2012	9	32	4,5	110	234	-
	12	2517	6	45	6,25	120	230	-
	16	2517	6	45	1,5	120	230	-
	20	2517	5	45	3,5	120	230	-
280	4	2012	9	32	9,25	110	264	-
	8	2012	9	32	4,5	110	264	-
	12	2517	9	45	6,25	120	260	-
	16	2517	9	45	1,5	120	260	-
	20	2517	10	45	3,5	120	260	-
315	4	2012	9	32	9,25	110	299	-
	8	2012	9	32	4,5	110	299	-
	12	2517	9	45	6,25	120	295	-
	16	2517	9	45	1,5	120	295	-
	20	2517	10	45	3,5	120	295	-
355	4	2517	9	45	15,7	120	339	-
	8	2517	9	45	11	120	339	-
	12	2517	9	45	6,25	120	335	-
	16	3020	9	52	5	146	335	-
	20	3020	10	52	-	146	335	-
400	4	2517	9	45	15,7	120	380	-
	8	2517	9	45	11	120	380	-
	12	2517	9	45	6,25	120	380	-
	16	3020	9	52	5	146	380	-
	20	3020	10	52	-	146	380	-



Nº canales	W ^{est.} mm.	S mm.
4	13,5	3,24
8	23	3,31
12	32,5	3,38
16	42	3,45
20	52	3,77



4750T EMPUÑADURA GRADUABLE 4750 CON ESPIGA ROSCADA



Espiga roscada.

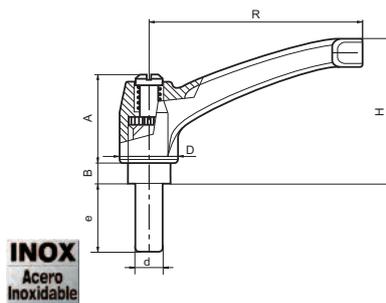
Za: Empuñadura de aleación ligera, lacada en negro brillante RAL 9011.

Partes internas en acero bruñido UNI 5105.

Para otras roscas y colores (naranja RAL 2004, gris RAL 7031), consúltenos.

Código	R	H	A	B	D	d	e	Color
475004505	43	30	25	5	14	M5	16	Negro
475004508	43	30	25	5	14	M5	30	Negro
475004509	43	30	25	5	14	M6	16	Negro
475004511	43	30	25	5	14	M6	25	Negro
475004513	43	30	25	5	14	M6	40	Negro
475006512	65	45	27	7	19	M6	20	Negro
475006514	65	45	27	7	19	M6	30	Negro
475006502	65	45	27	7	19	M8	16	Negro
475006501	65	45	27	7	19	M8	30	Negro
475006508	65	45	27	7	19	M8	45	Negro
475008501	80	57	34	8	22	M8	20	Negro
475008505	80	57	34	8	22	M8	40	Negro
475008507	80	57	34	8	22	M10	20	Negro
475008511	80	57	34	8	22	M10	40	Negro
475009517	94	65	39,5	10,5	26	M12	20	Negro
475009503	94	65	39,5	10,5	26	M12	30	Negro
475009507	94	65	39,5	10,5	26	M12	50	Negro
475009515	94	65	39,5	10,5	26	M16	30	Negro
475009501	94	65	39,5	10,5	26	M16	50	Negro
475010501	108	75	44	12	30	M16	40	Negro
475010502	108	75	44	12	30	M16	60	Negro

4750T EMPUÑADURA GRADUABLE 4750 CON ESPIGA ROSCADA EN INOX



Espiga roscada de acero inoxidable.

Za: Empuñadura de aleación ligera, lacada en negro brillante RAL 9011.

Partes internas de acero inoxidable AISI 303.

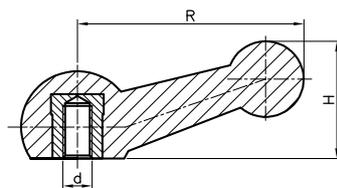
(tornillo de fijación de AISI 304, muelle de AISI 302).

Para otras roscas y colores (naranja RAL 2004, gris RAL 7031), consúltenos.

* Consulte cantidad mínima.

Código	R	H	A	B	D	d	e	Color
475004521	43	30	25	5	14	M5	16	Negro
475004523	43	30	25	5	14	M5	30	Negro
475004524	43	30	25	5	14	M6	16	Negro
475004526	43	30	25	5	14	M6	30	Negro
475006524	65	45	27	7	19	M8	16	Negro
475006526	65	45	27	7	19	M8	30	Negro
475008529	80	57	34	8	22	M10	20	Negro
475008533	80	57	34	8	22	M10	40	Negro
475008528	80	57	34	8	22	M12	20	Negro
475008530	80	57	34	8	22	M12	50	Negro
475009521	94	65	39,5	10,5	26	M12	30	Negro
*475010522	108	75	44	12	30	M16	20	Negro
*475010523	108	75	44	12	30	M16	50	Negro

1130 MANIVELA BIBOLA CON CASQUILLO ROSCADO



Casquillo roscado de hierro tratado.

PA: Poliamida reforzada.

Código	R	H	d	Color
113008302	77	44	M10	Negro



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANOS

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

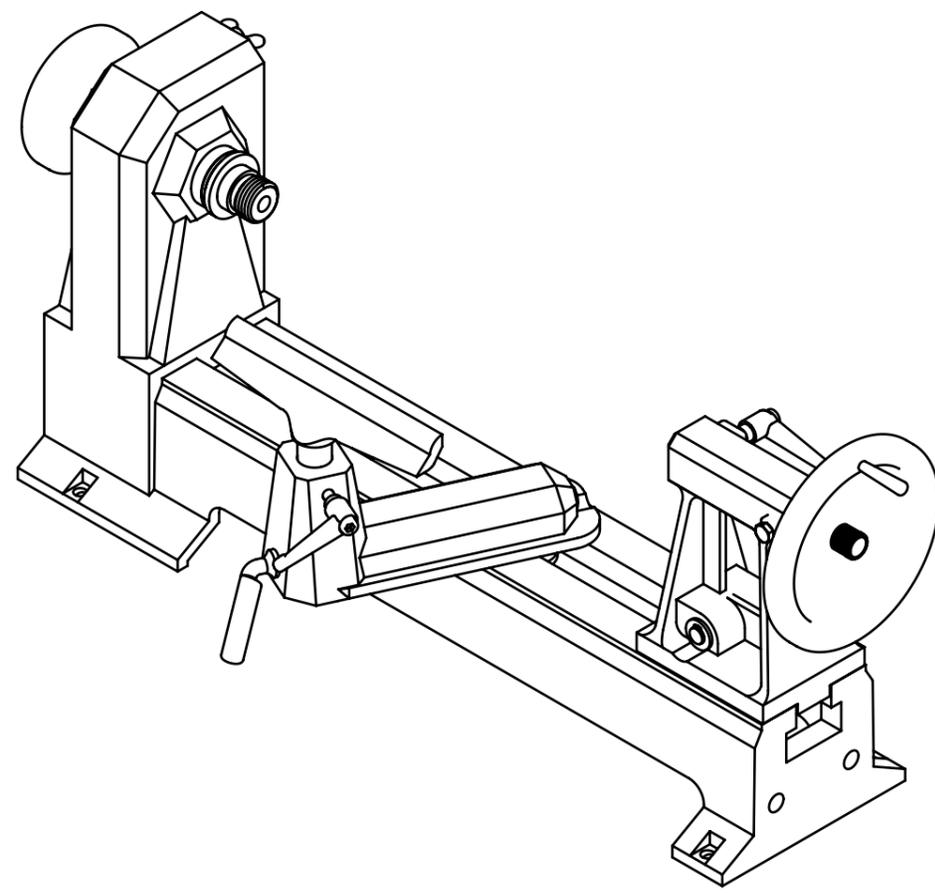
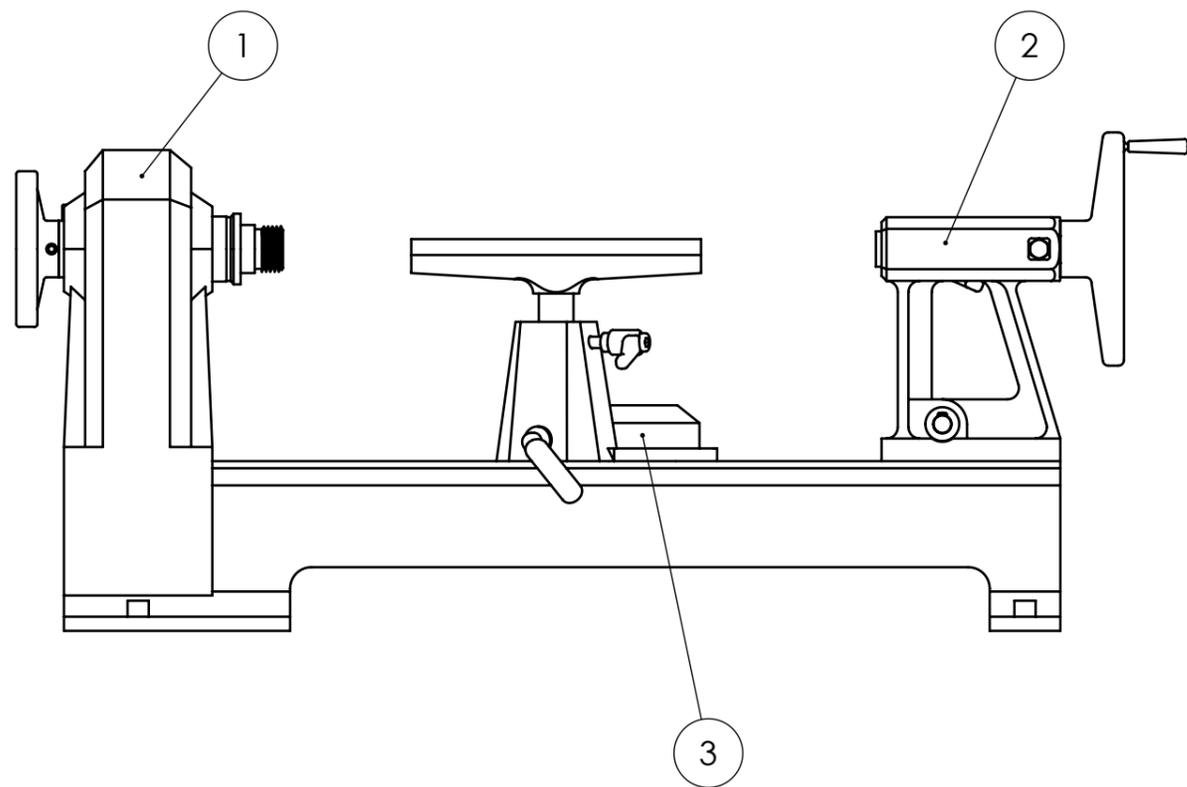
La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

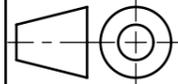
ÍNDICE DE PLANOS

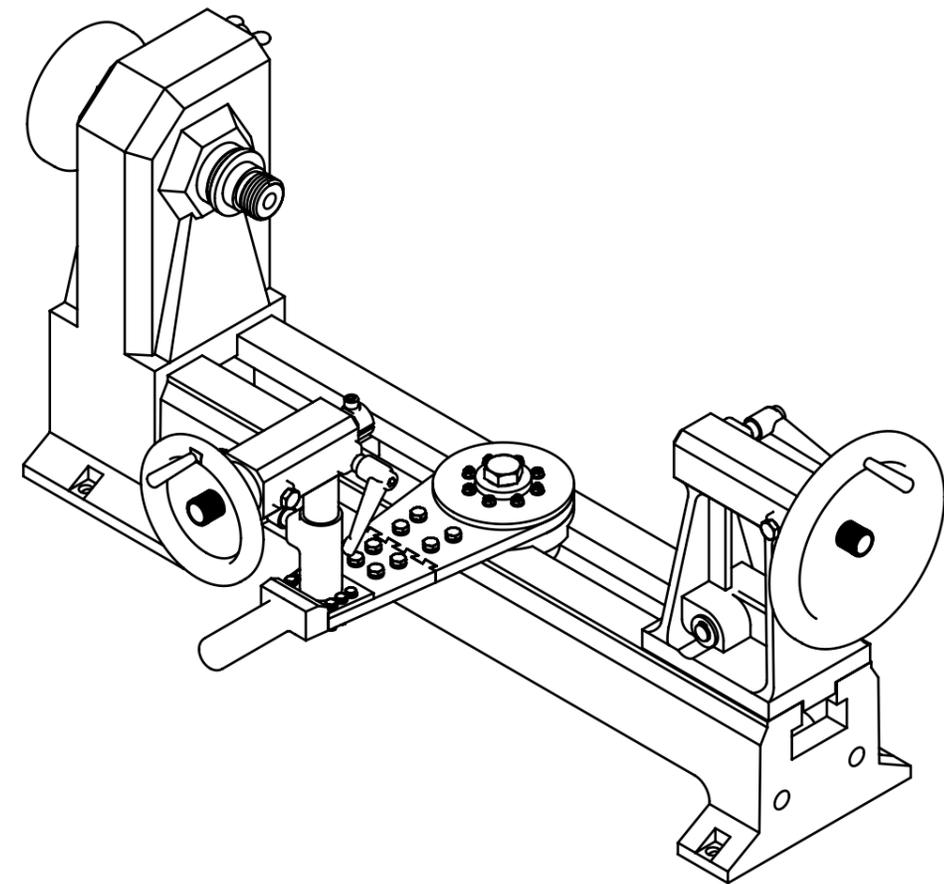
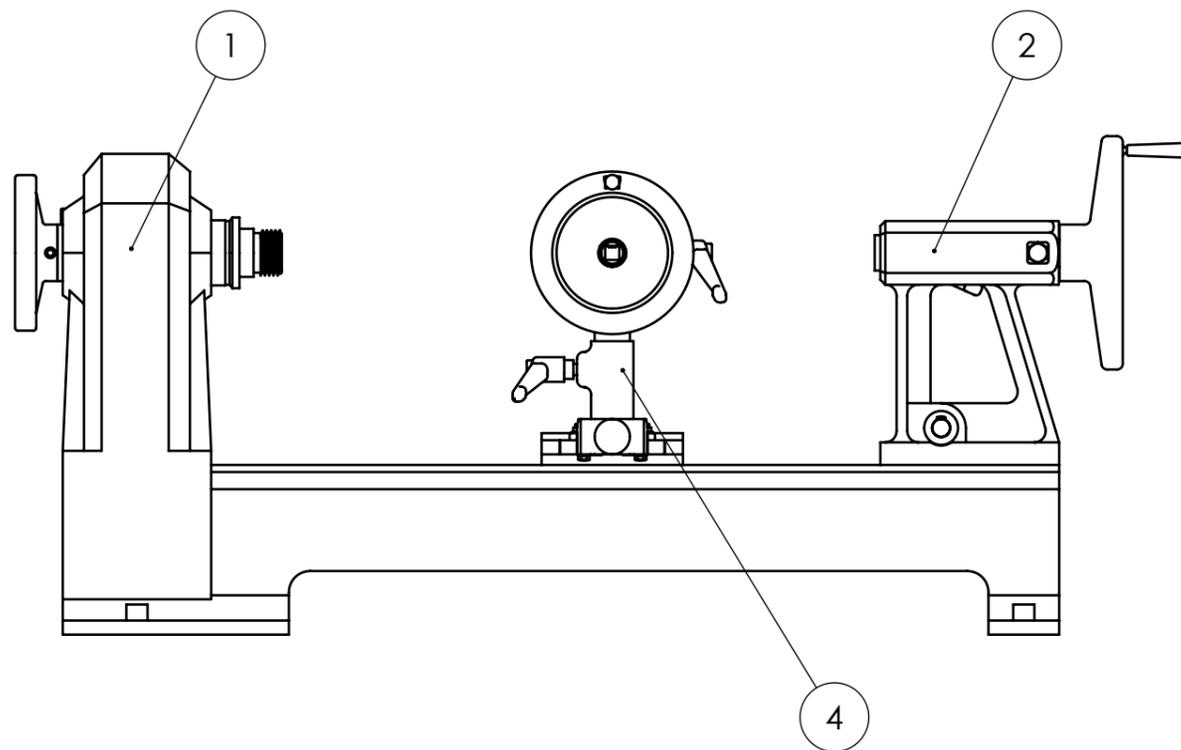
1.00 CONFIGURACIÓN ORIGINAL	167
1.01 CONFIGURACIÓN CON COMPÁS.....	168
1.02 CONFIGURACIÓN CON LUNETA	169
1.01.00 BANCADA	170
1.01.S1 EXPLOSIONADO BANCADA	171
1.01.01 BANCADA	172
1.01.02 TORNILLO DEL SEGURO	173
1.01.04 VÁSTAGO DEL SEGURO	174
1.01.05 EXTREMO DEL SEGURO	175
1.01.06 ARANDELA ÁRBOL.....	176
1.01.07 POLEA PEQUEÑA	177
1.01.08 POLEA MEDIANA	178
1.01.09 POLEA GRANDE	179
1.01.10 ÁRBOL DE POLEAS	180
1.01.11 DISCO DE INERCIA	181
1.01.13 TAPA DE ACCESO	182
1.02.00 CONTRAPUNTO	183
1.02.S1 EXPLOSIONADO CONTRAPUNTO.....	184
1.02.01 CUERPO DEL CONTRAPUNTO	185
1.02.02 AGARRE A GUÍAS.....	186
1.02.03 EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS.....	187

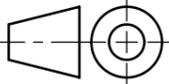
1.02.06 DISCO DE AVANCE	188
1.02.07 MANIVELA DE DISCO DE AVANCE.....	189
1.02.09 TORNILLO DE AVANCE.....	190
1.03.00 APOYA-HERRAMIENTAS.....	191
1.03.S1 EXPLOSIONADO APOYA-HERRAMIENTAS.....	192
1.03.01 CUERPO DEL APOYA-HERRAMIENTAS	193
1.03.02 AGARRE A GUÍAS.....	194
1.03.03 EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS	195
1.03.06 APOYO PARA HERRAMIENTAS.....	196
1.04.00 COMPÁS.....	197
1.04.S1 EXPLOSIONADO COMPÁS.....	198
1.04.01 PLETINA DE UNIÓN.....	199
1.04.02 CUERPO PRIMERO DEL COMPÁS	200
1.04.03 CUERPO SEGUNDO DEL COMPÁS	201
1.04.06 SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS	202
1.04.07 SEGURO AL SOPORTE SUPERIOR	203
1.04.14 SOPORTE INFERIOR A GUÍAS	204
1.04.17 SOPORTE CUERPO PORTACUCHILLAS.....	205
1.04.19 SUJECIÓN CUERPO DEL COMPÁS	206
1.04.20 CUERPO DEL PORTACUCHILLAS.....	207
1.04.22 DISCO DE AVANCE	208
1.04.24 BASE MANIVELA DISCO DE AVANCE.....	209

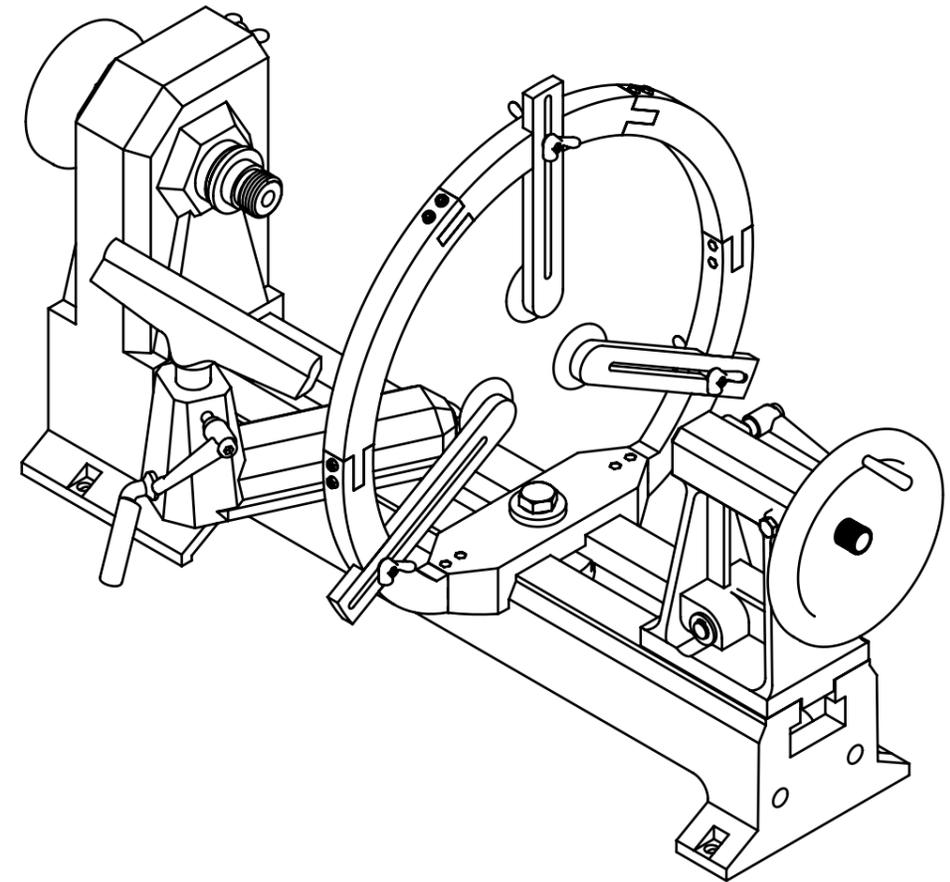
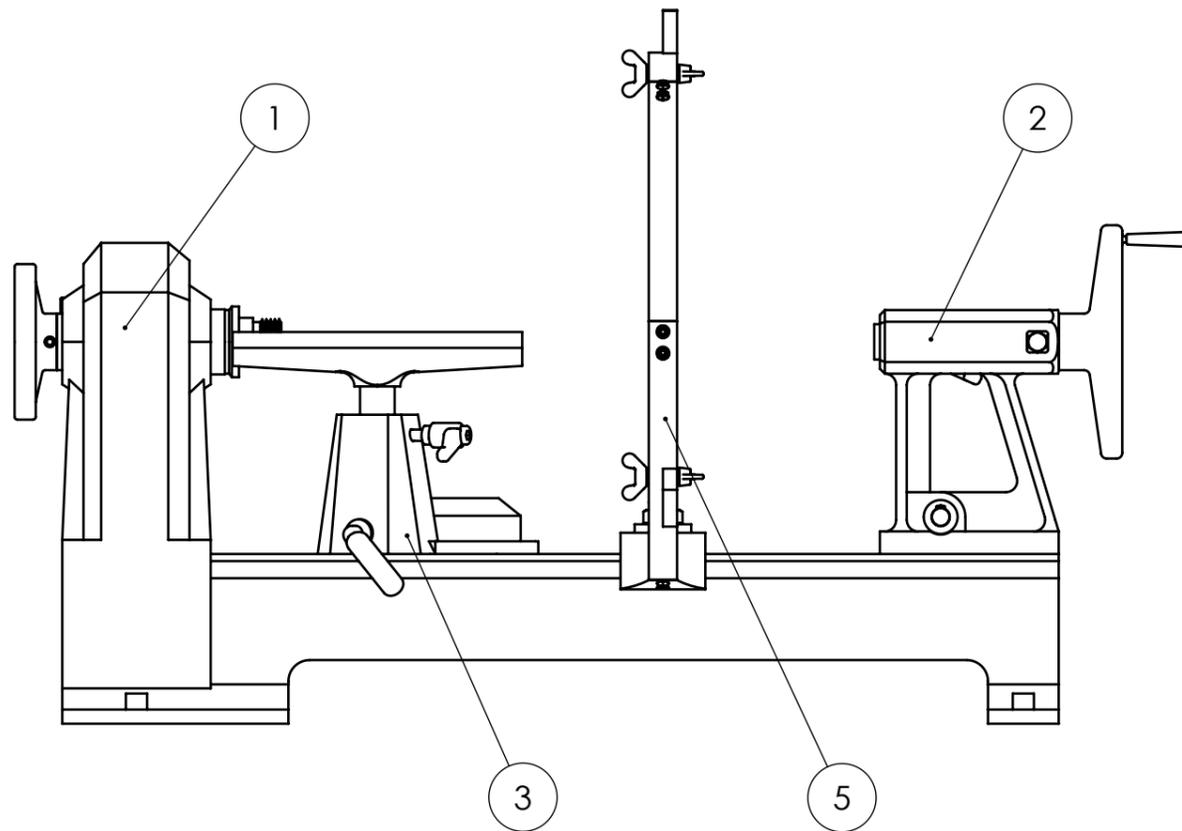
1.04.25 MANIVELA DE DISCO DE AVANCE	210
1.04.26 TORNILLO DE AVANCE.....	211
1.05.00 LUNETAS.....	212
1.05.S1 EXPLOSIONADO LUNETAS	213
1.05.01 SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS	214
1.05.04 SOPORTE INFERIOR A GUÍAS	215
1.05.07 ARCO IZQUIERDO	216
1.05.11 ARCO DERECHO.....	217
1.05.12 ARCO UNIÓN SUPERIOR	218
1.05.14 ARCO SUPERIOR	219
1.05.15 SOPORTE DE AGARRE	220
1.05.17 RUEDA.....	221

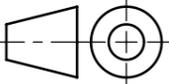


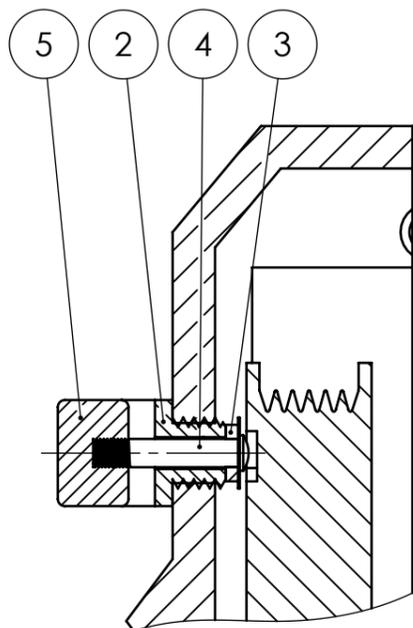
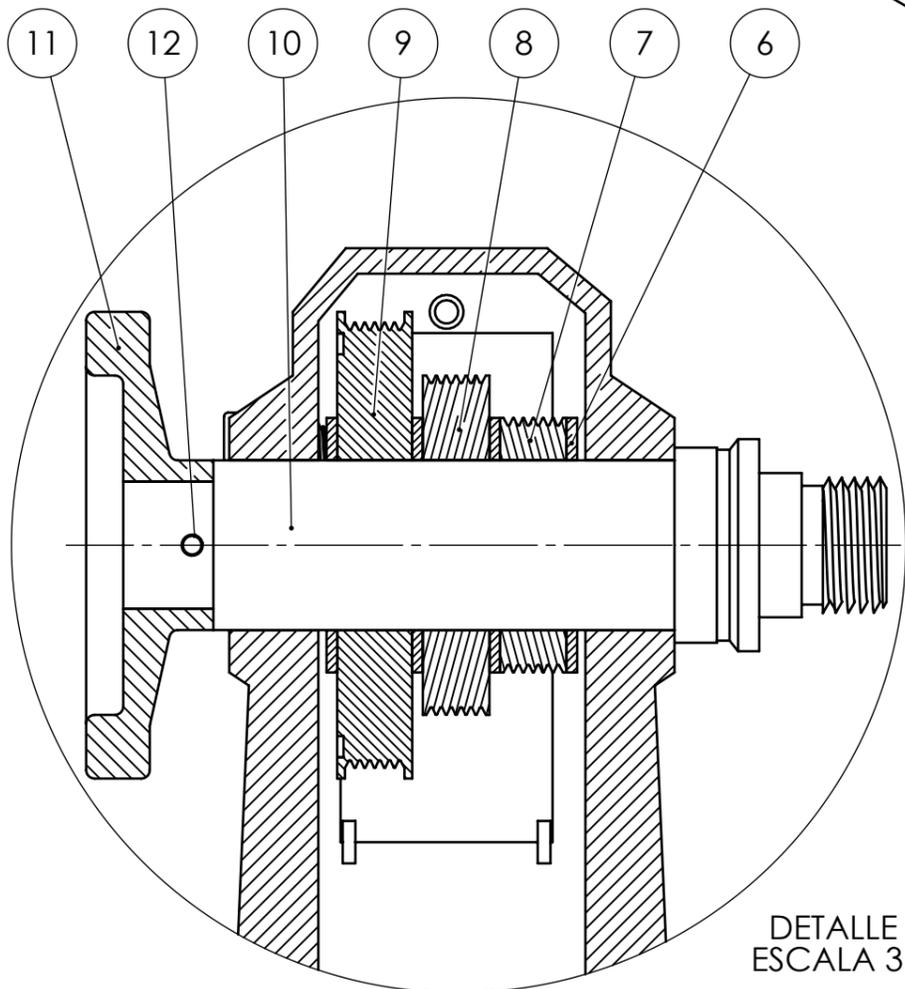
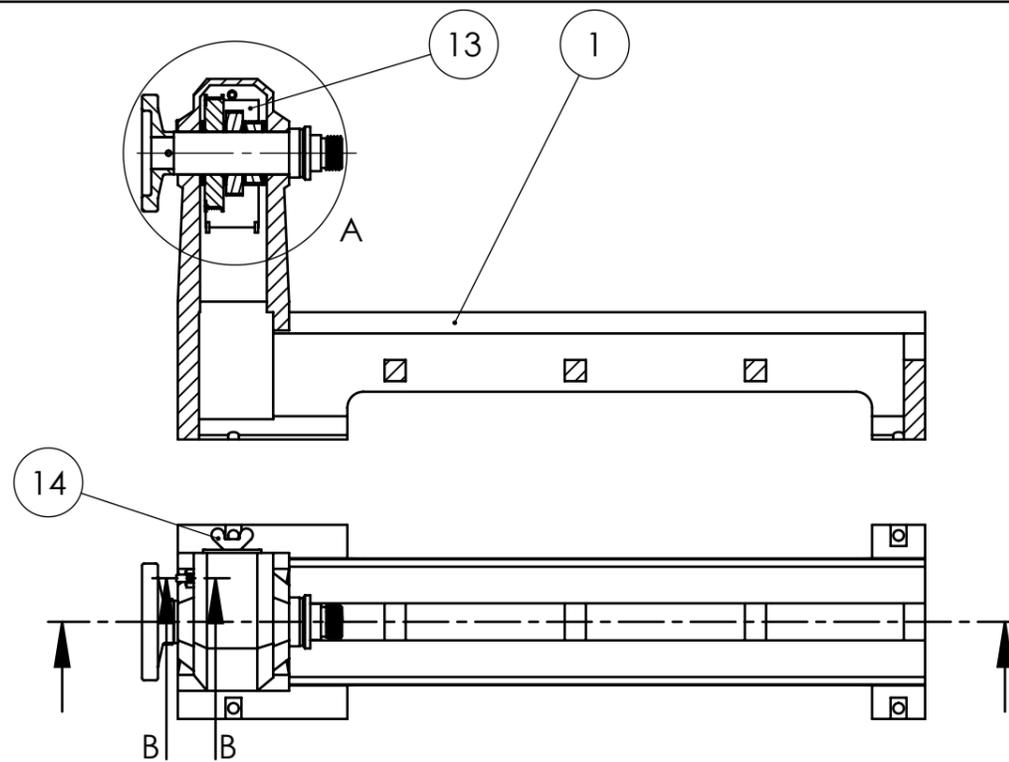
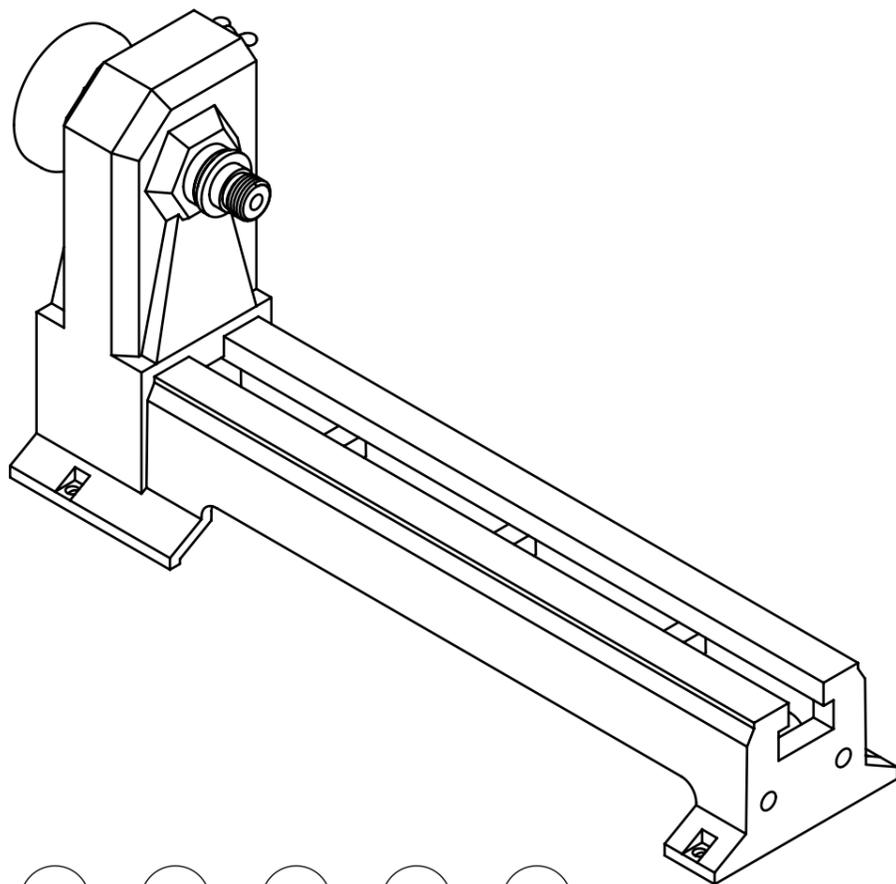
3	1	Apoya-herramientas				
2	1	Contrapunto				
1	1	Bancada				
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA: 1:5 	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		CONFIGURACIÓN ORIGINAL			Conjunto Nº: 1.00 Plano Nº: 1.00	



4	1	Compás		
2	1	Contrapunto		
1	1	Bancada		
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:5 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:				OCNFIGURACIÓN CON COMPÁS
				Conjunto Nº: 1.00 Plano Nº: 1.01



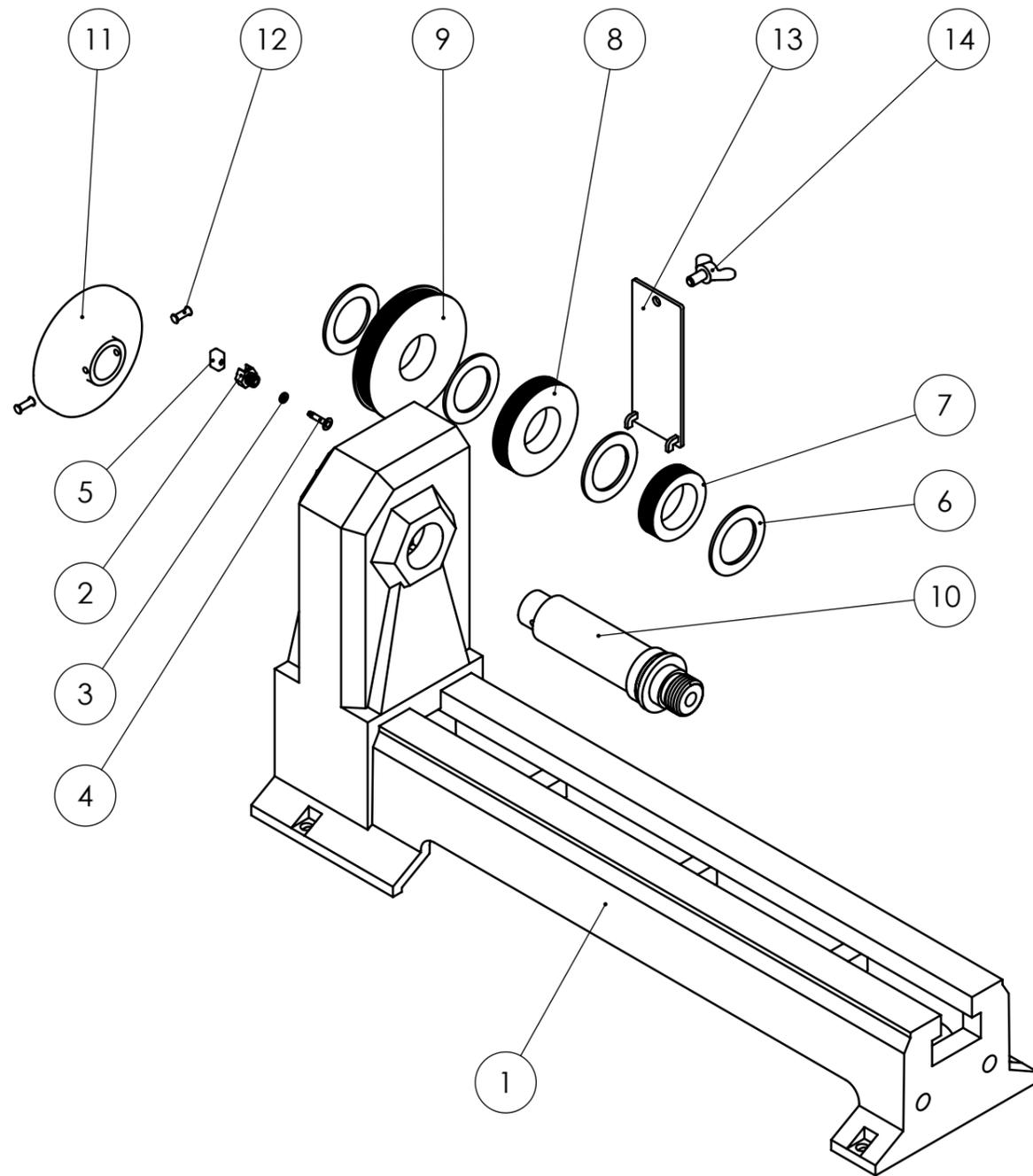
5	1	Luneta		
3	1	Apoya-herramientas		
2	1	Contrapunto		
1	1	Bancada		
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:5 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:		CONFIGURACIÓN CON LUNETA		Conjunto Nº: 1.00
				Plano Nº: 1.02



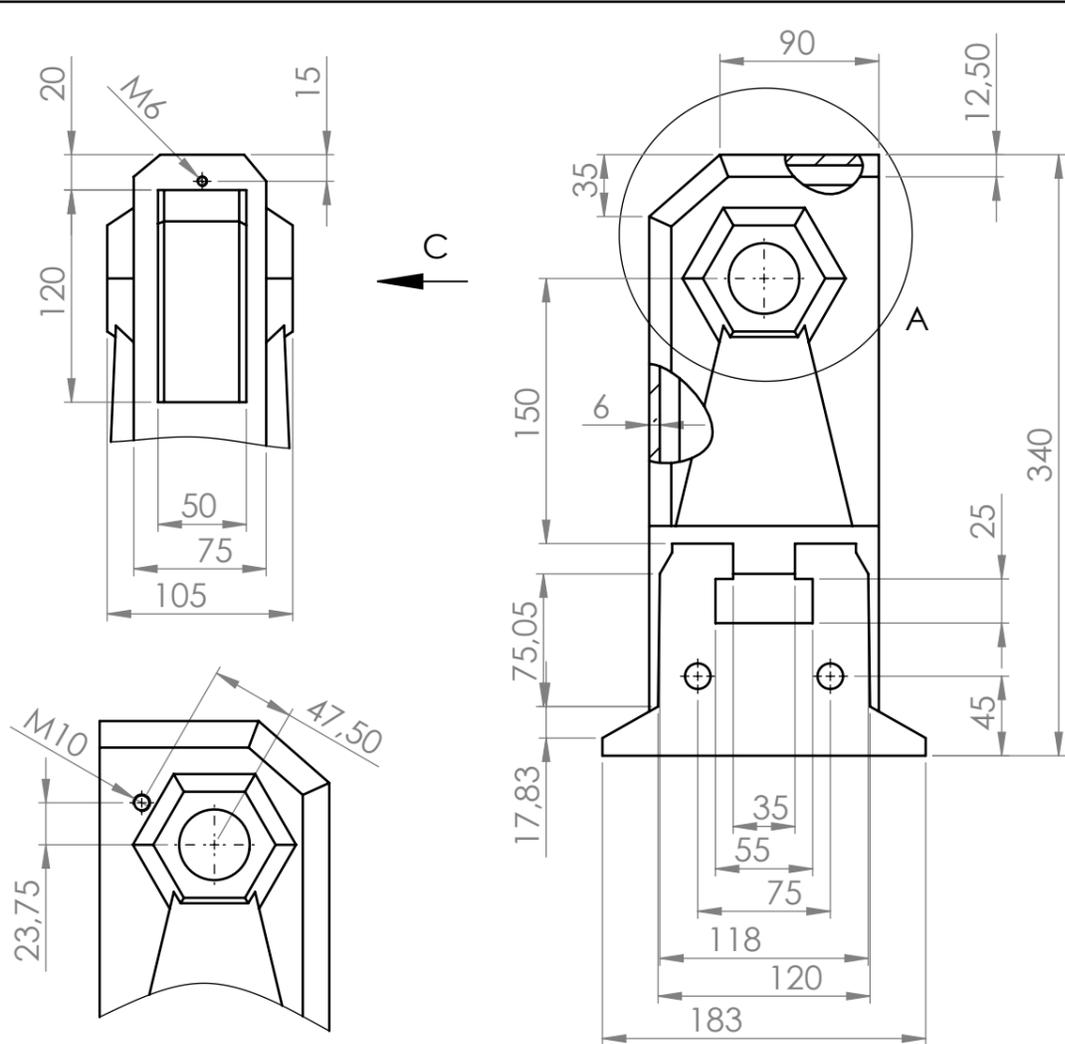
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:1

DETALLE A
ESCALA 3:5

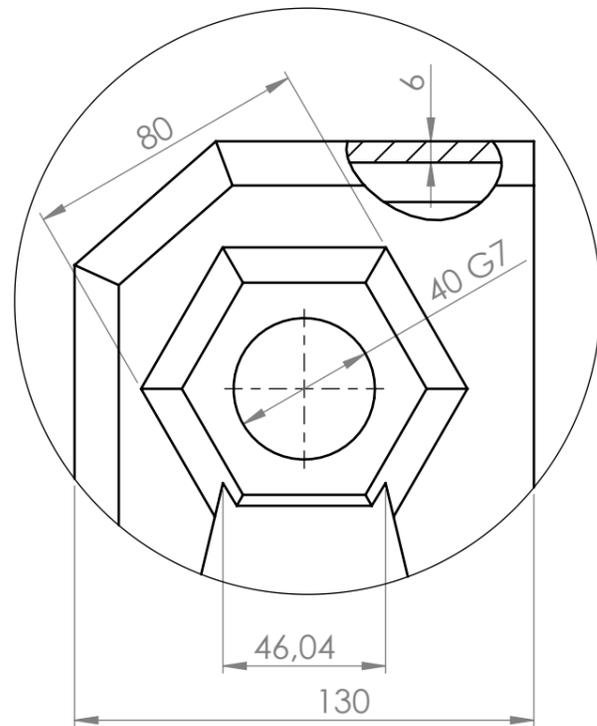
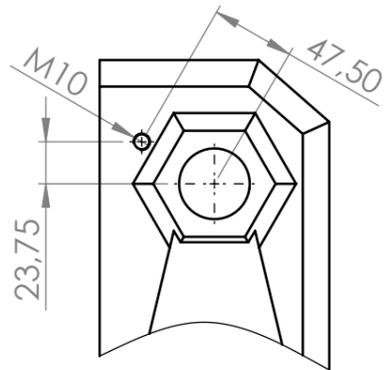
14	1	Tornillo mariposa M8x16	DIN 316		
13	1	Tapa de acceso		Acero aleado	
12	2	Remache hueco	DIN 7340		
11	1	Disco de inercia		Acero aleado	
10	1	Árbol de poleas		Acero aleado	
9	1	Polea grande		Fundición GG25 DIN 1691	
8	1	Polea mediana		Fundición GG25 DIN 1691	
7	1	Polea pequeña		Fundición GG25 DIN 1691	
6	4	Arandela de árbol		Acero aleado	
5	1	Extremo del seguro		Acero aleado	
4	1	Vástago del seguro		Acero aleado	
3	1	Arandela elástica abombada Ø4	DIN 137		
2	1	Tornillo del seguro		Acero aleado	
1	1	Bancada		Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	3:20	
Conjunto:					TORNO
Título:					BANCADA
					E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
					Conjunto Nº: 1.00.00
					Plano Nº: 1.01.00



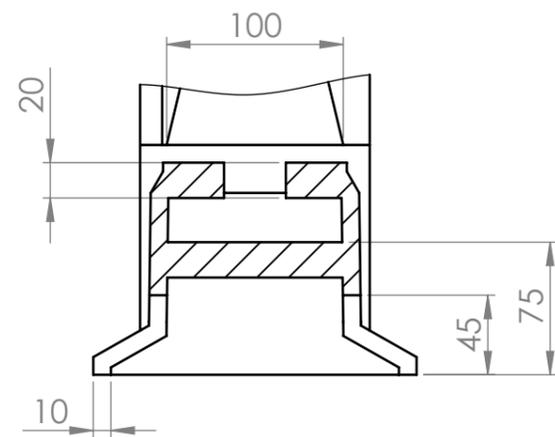
14	1	Tornillo mariposa M8x16	DIN 316	
13	1	Tapa de acceso		Acero aleado
12	2	Remache hueco	DIN 7340	
11	1	Disco de inercia		Acero aleado
10	1	Árbol de poleas		Acero aleado
9	1	Polea grande		Fundición GG25 DIN 1691
8	1	Polea mediana		Fundición GG25 DIN 1691
7	1	Polea pequeña		Fundición GG25 DIN 1691
6	4	Arandela de árbol		Acero aleado
5	1	Extremo del seguro		Acero aleado
4	1	Vástago del seguro		Acero aleado
3	1	Arandela elástica abombada Ø4	DIN 137	
2	1	Tornillo del seguro		Acero aleado
1	1	Bancada		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	ESCALA: 1:5 
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:		EXPLOSIONADO BANCADA		Conjunto Nº: 1.00.00 Plano Nº: 1.01.S1



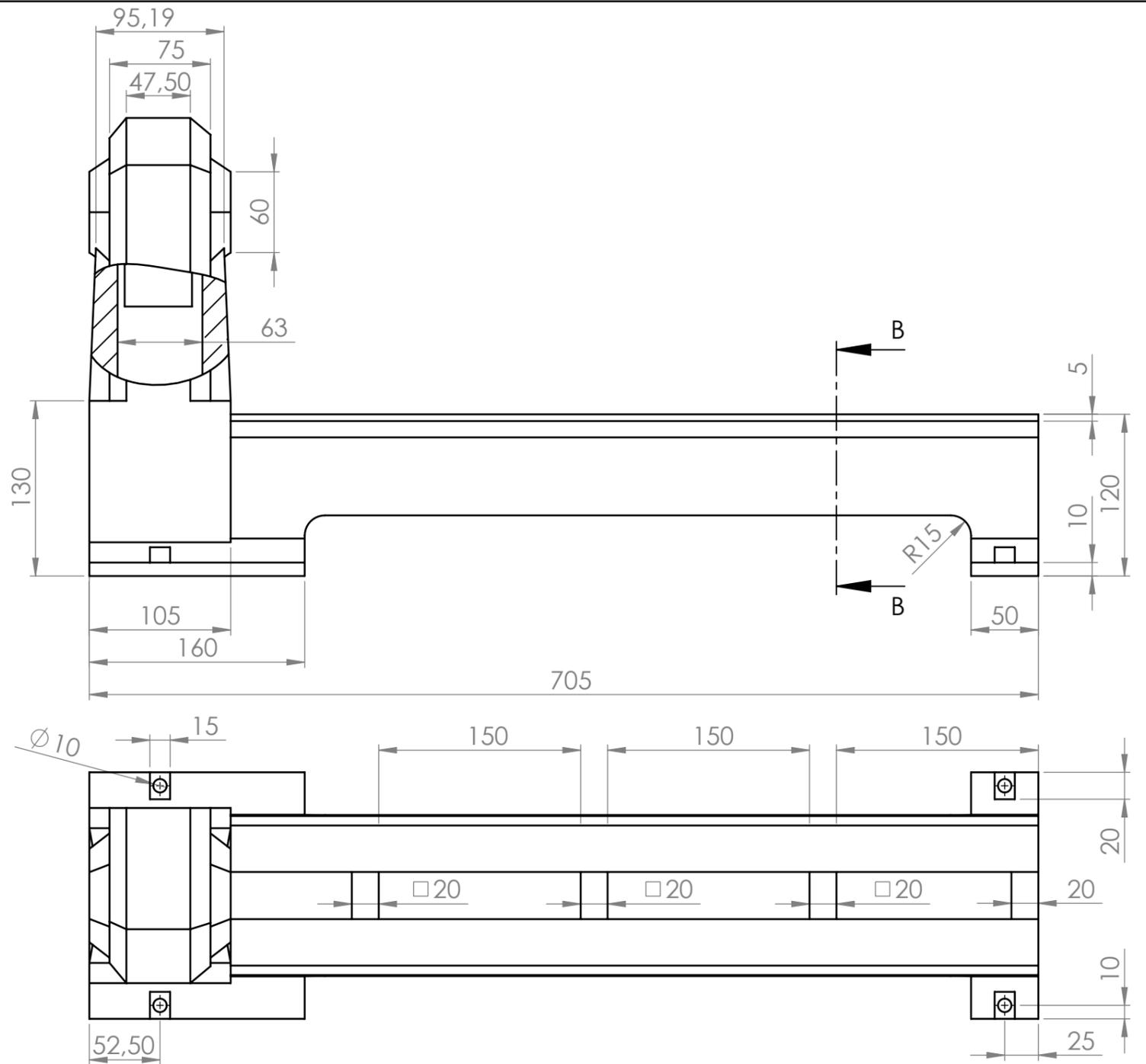
VISTA C
ESCALA 1 : 4



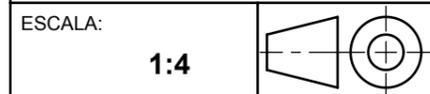
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

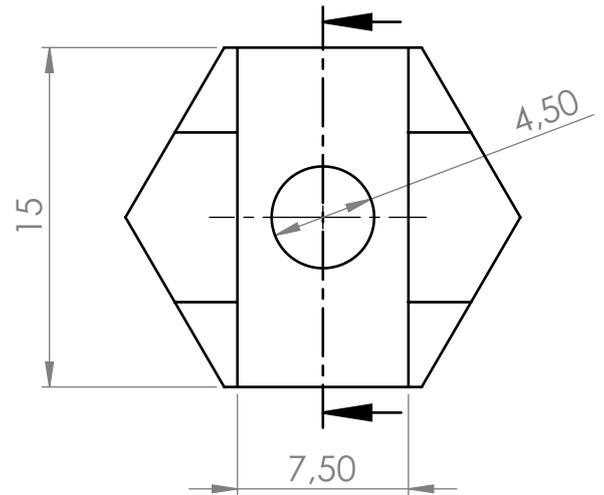
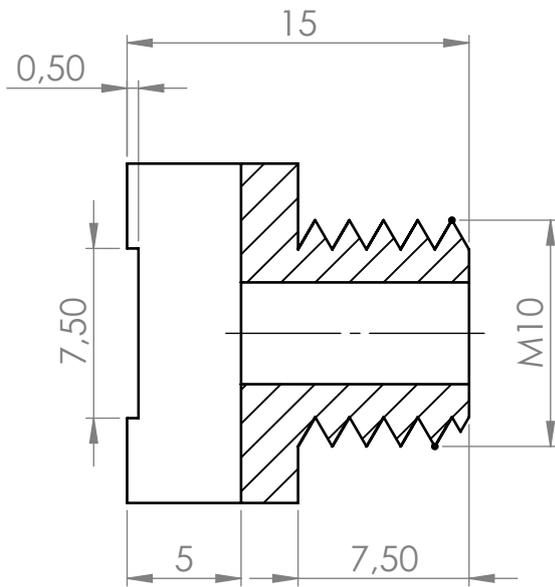


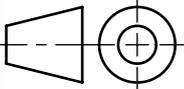
SECCIÓN B-B

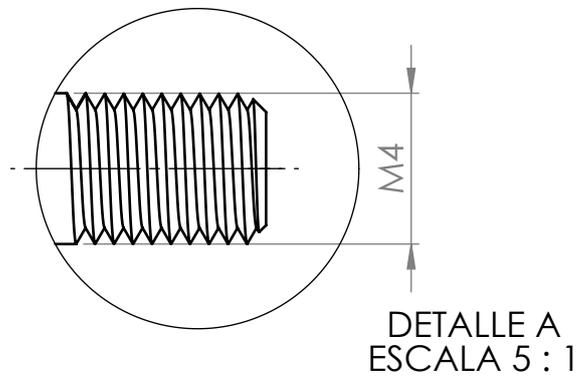
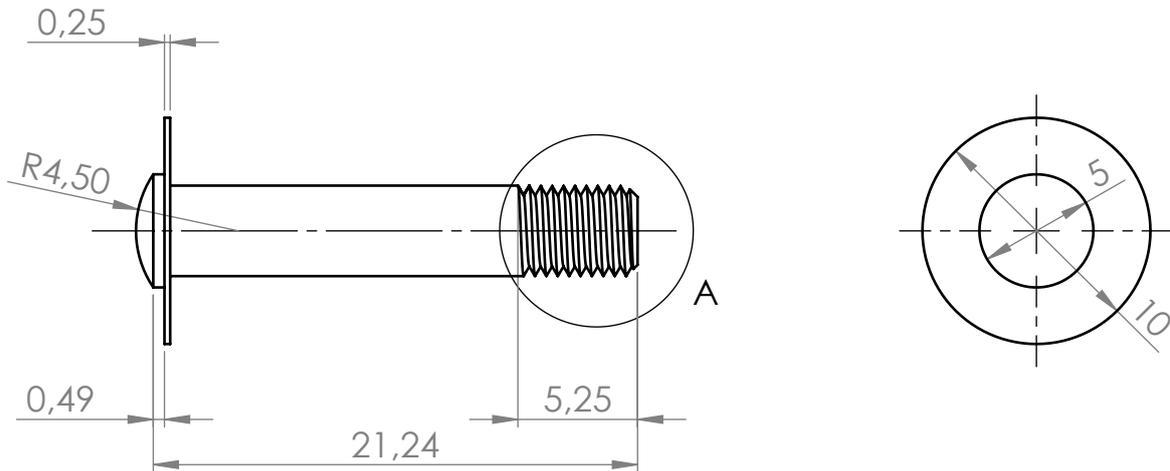


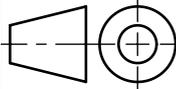
1	1	Bancada		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma
		Fecha	Autor	Ull
		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	Universidad de La Laguna
		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T.
Subconjunto:		BANCADA		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Título:		BANCADA		GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
				Conjunto Nº: 1.00.00
				Subconjunto Nº: 1.01.00
				Plano Nº: 1.01.01

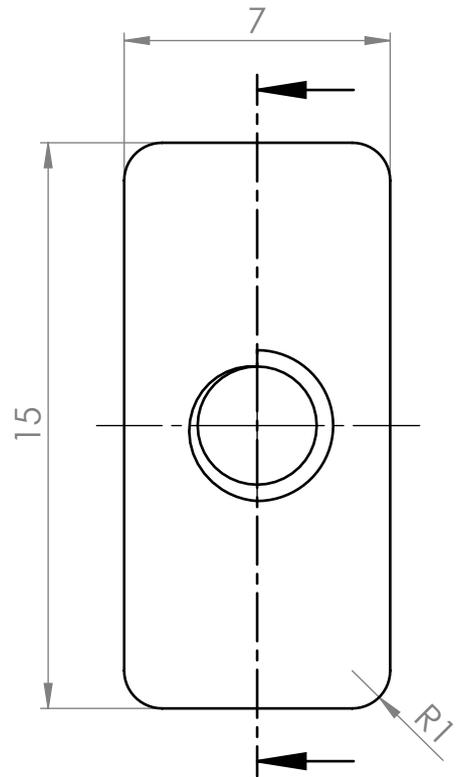
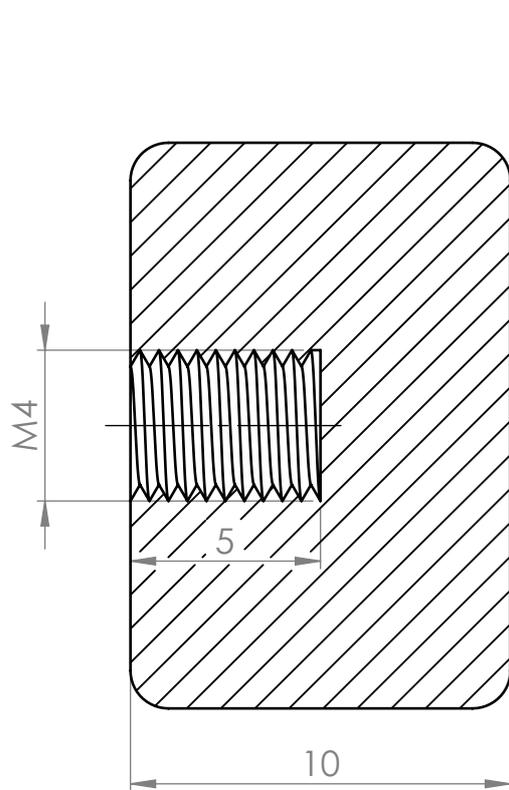


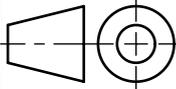


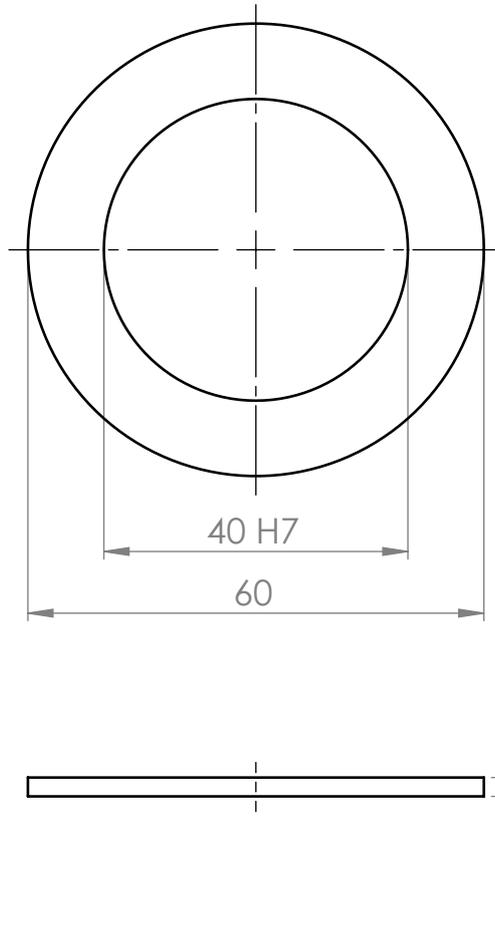
2	1	Tornillo del seguro			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
	Fecha	Autor		 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 3:1 	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:				TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Subconjunto:				BANCADA		
Título:				TORNILLO DEL SEGURO		
				Conjunto Nº:	1.00.00	
				Subconjunto Nº:	1.01.00	
				Plano Nº:	1.01.02	

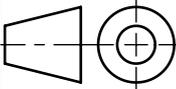


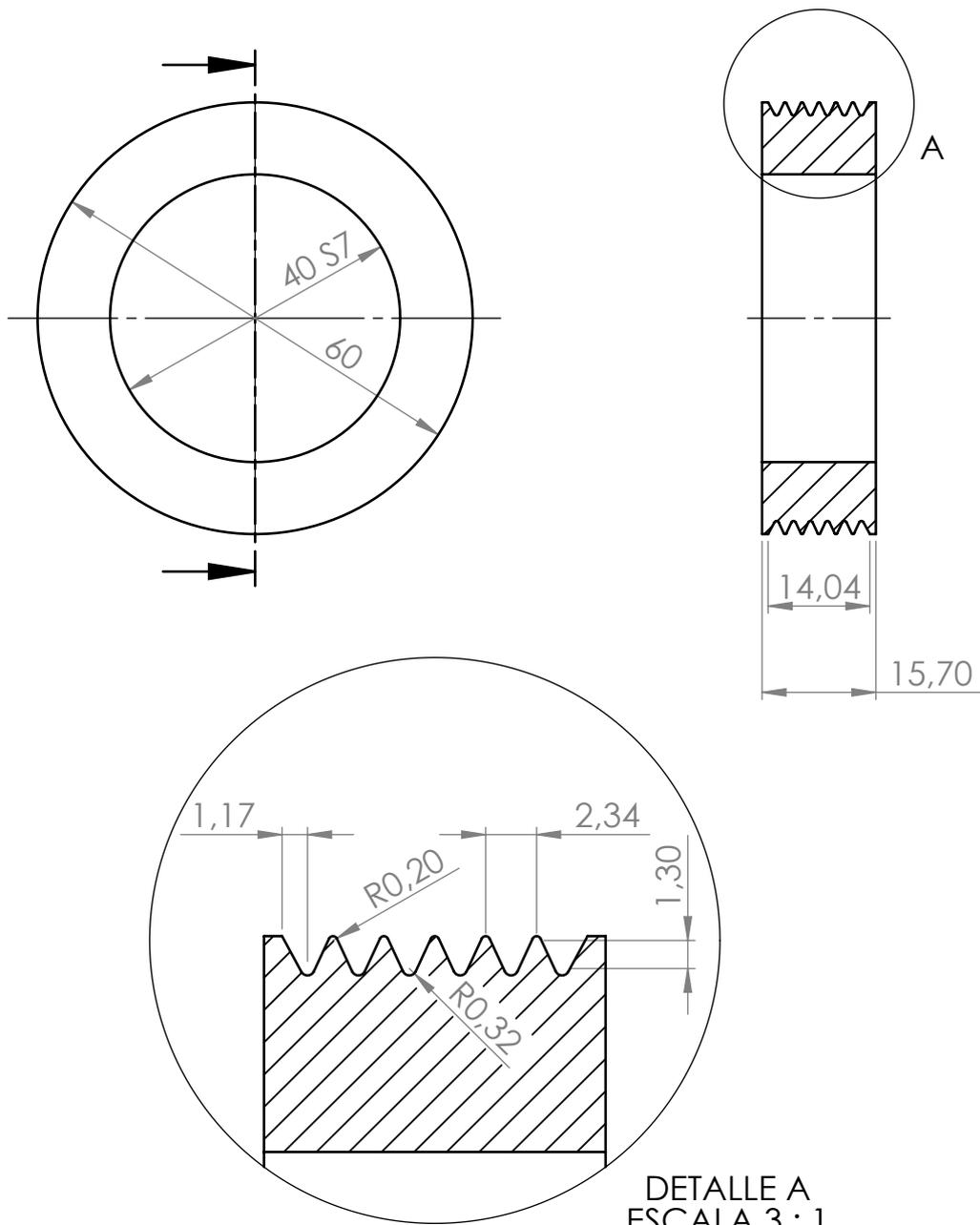
4	1	Vástago del seguro			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 3:1 	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		VÁSTAGO DEL SEGURO			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.01.00
					Plano Nº:	1.01.04



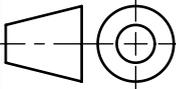
5	1	Extremo del seguro			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 5:1 	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		EXTREMO DEL SEGURO			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.01.00 Plano Nº: 1.01.05	

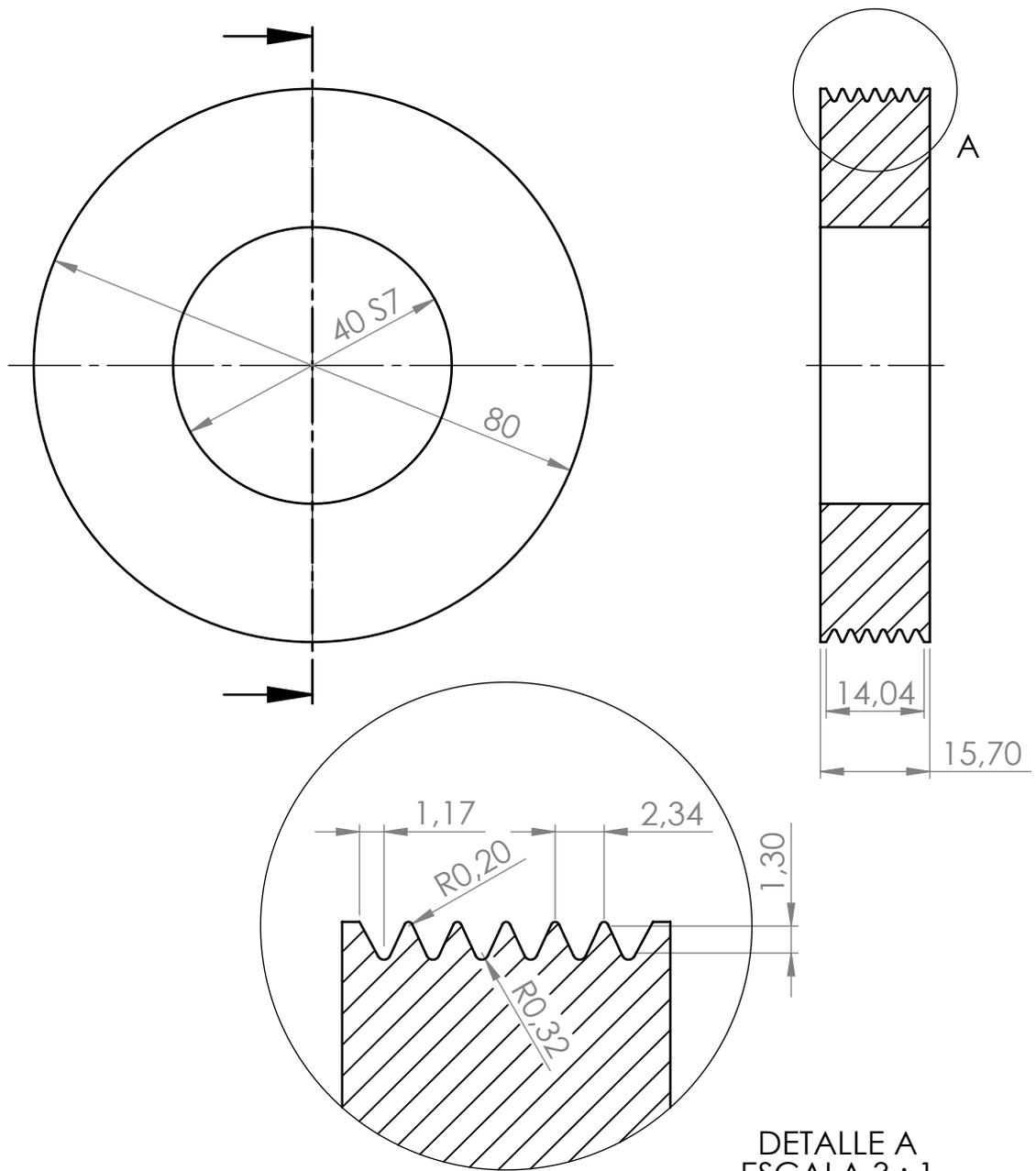


6	4	Arandela árbol			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
Subconjunto: BANCADA						Conjunto Nº: 1.00.00
Título: ARANDELA ÁRBOL						Subconjunto Nº: 1.01.00
				Plano Nº: 1.01.06		

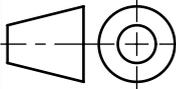


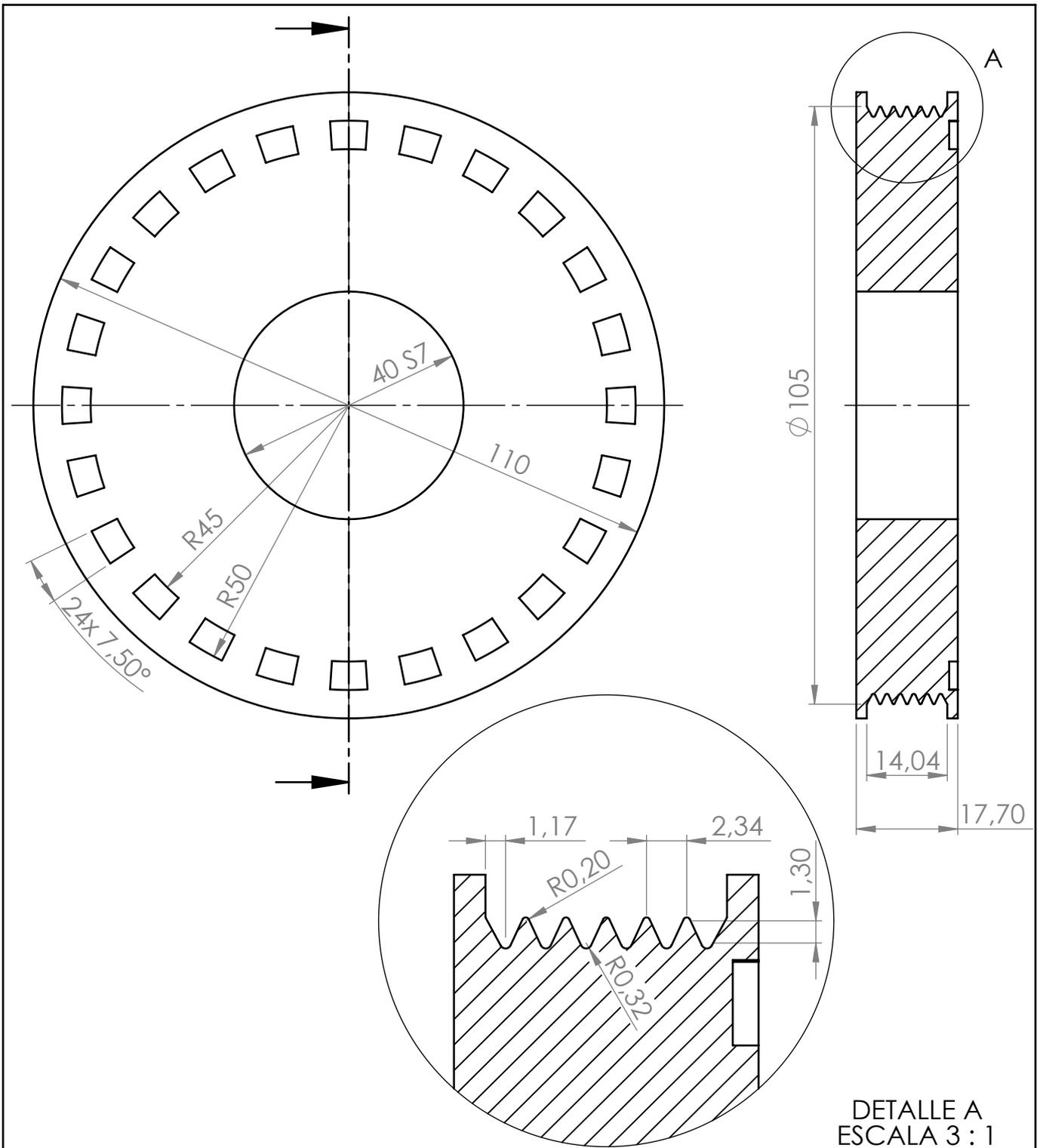
DETALLE A
ESCALA 3 : 1

7	1	Polea pequeña			Fundición GG25 DIN 1691	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:1	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		POLEA PEQUEÑA			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.01.00
					Plano Nº:	1.01.07

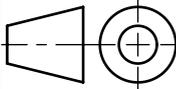


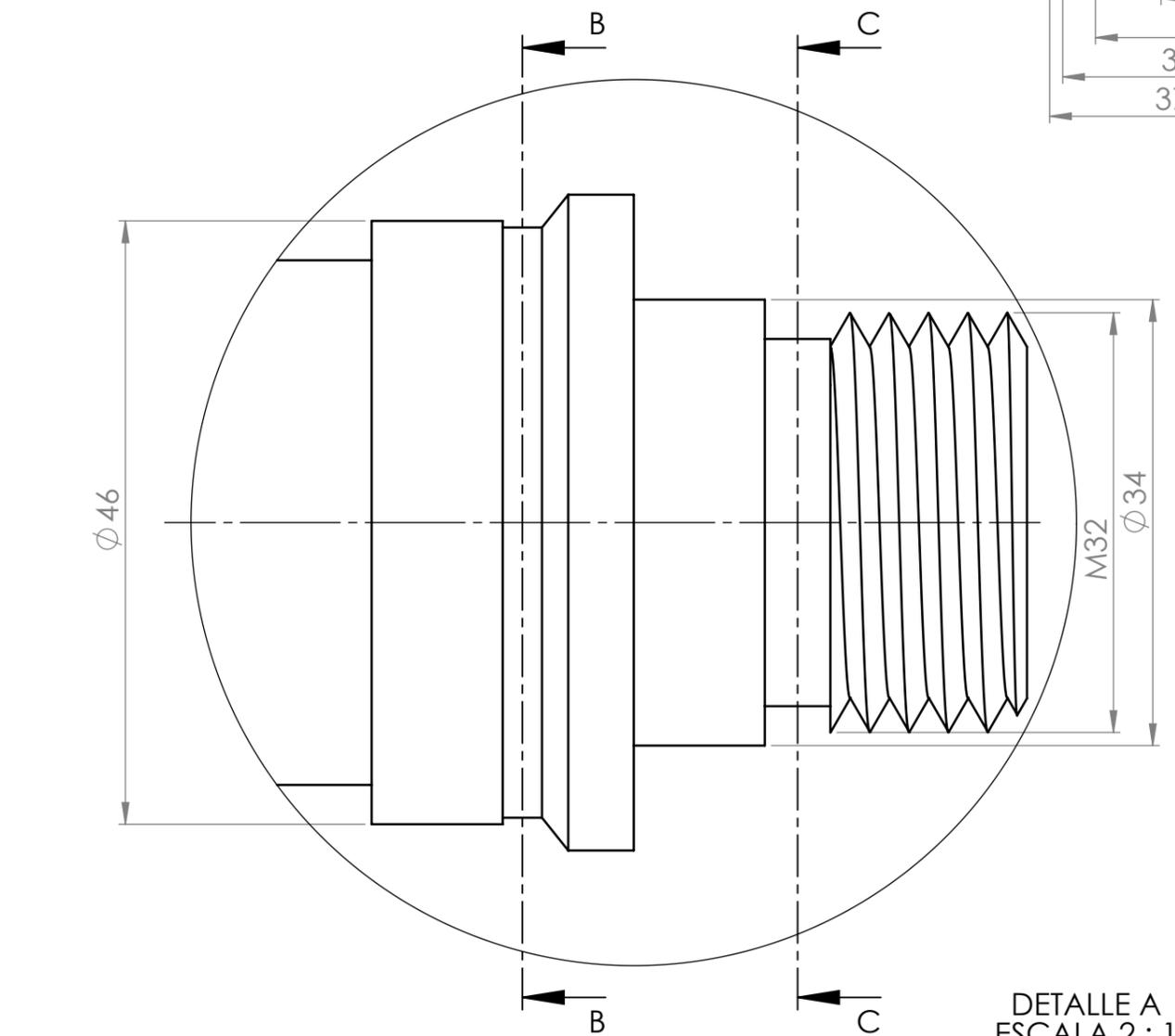
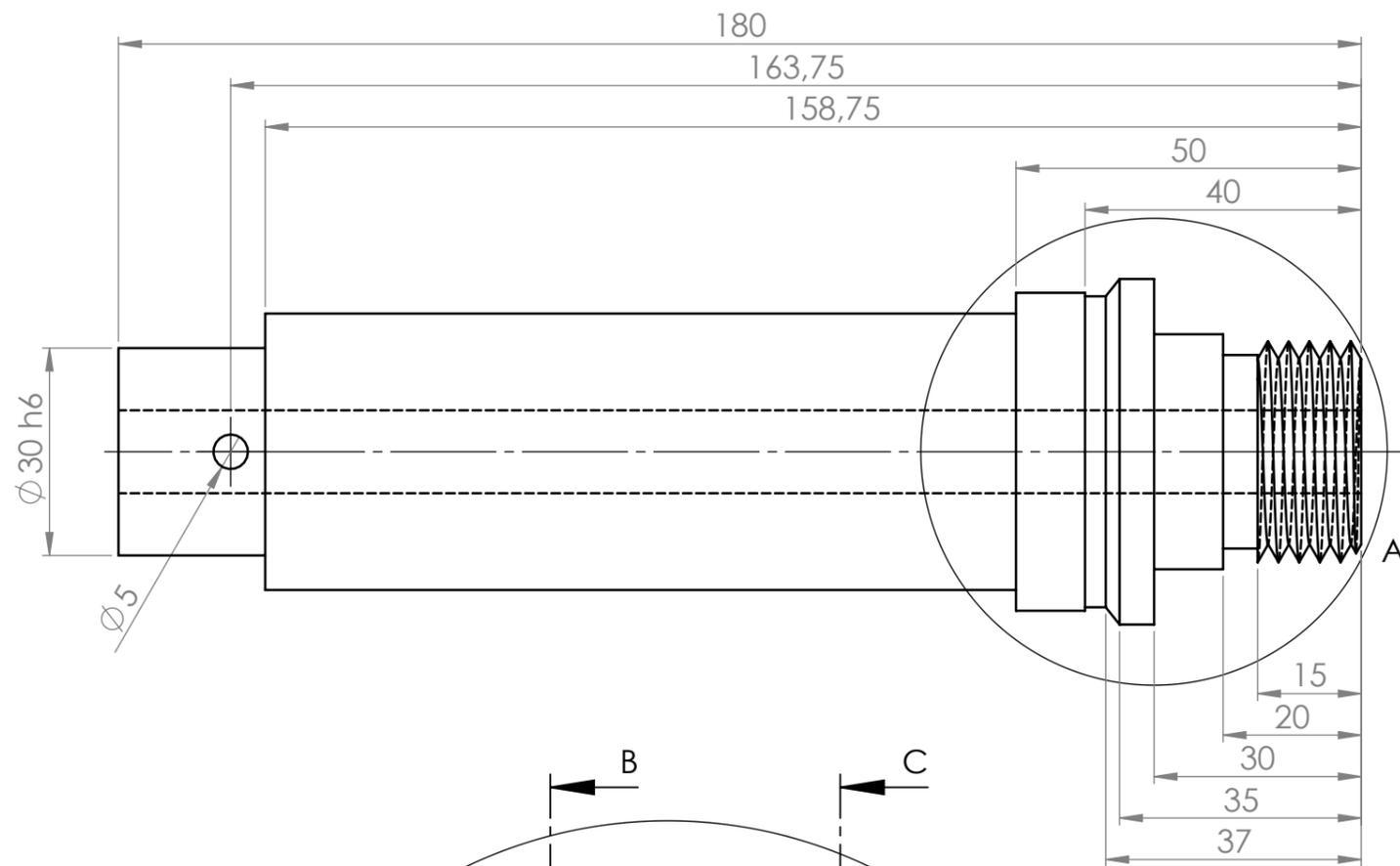
DETALLE A
ESCALA 3 : 1

8	1	Polea mediana			Fundición GG25 DIN 1691	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:1	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		POLEA MEDIANA			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.01.00
					Plano Nº:	1.01.08

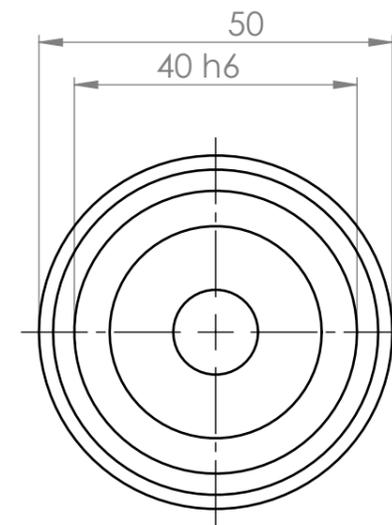


DETALLE A
ESCALA 3 : 1

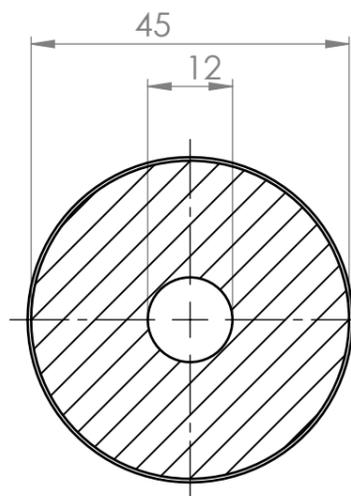
9	1	Polea grande			Fundición GG25 DIN 1691	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		POLEA GRANDE			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.01.00 Plano Nº: 1.01.09	



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



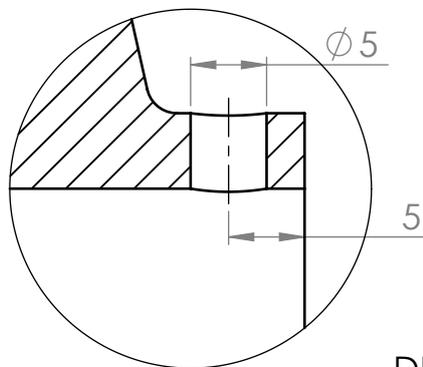
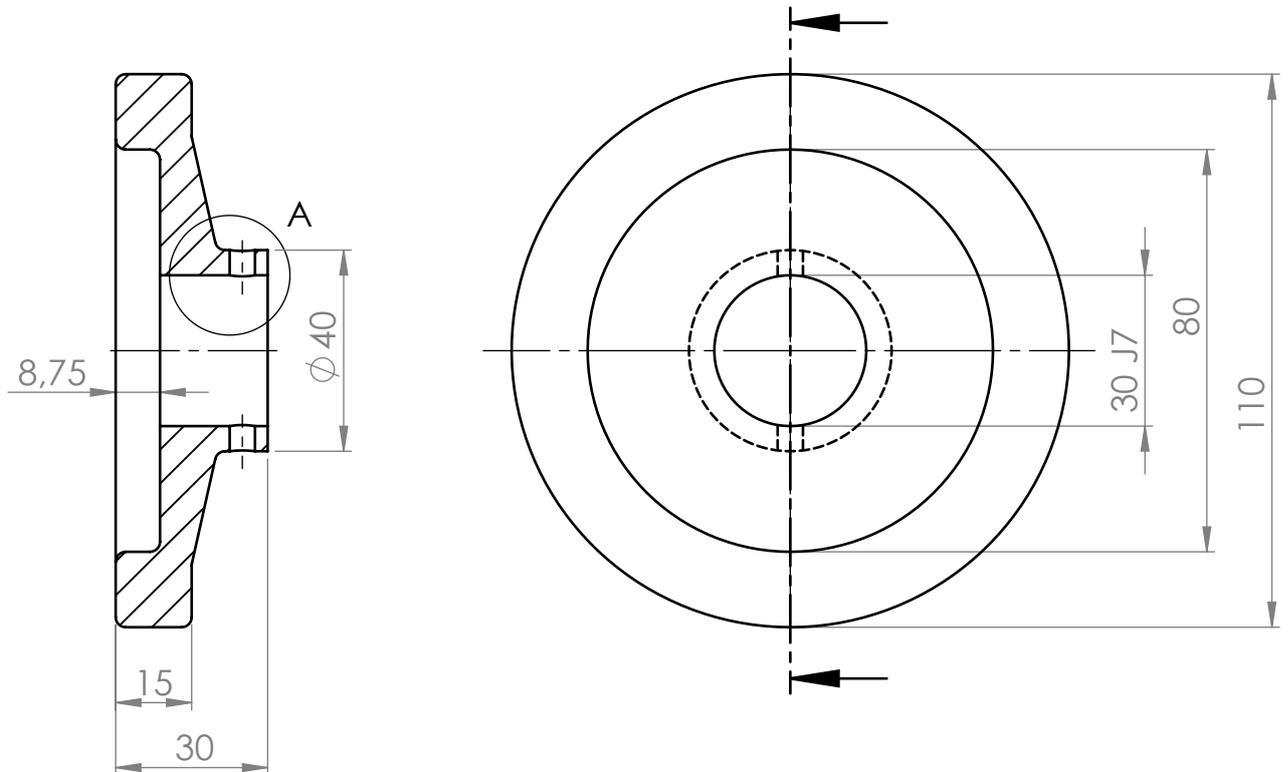
SECCIÓN B-B



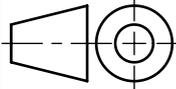
SECCIÓN C-C

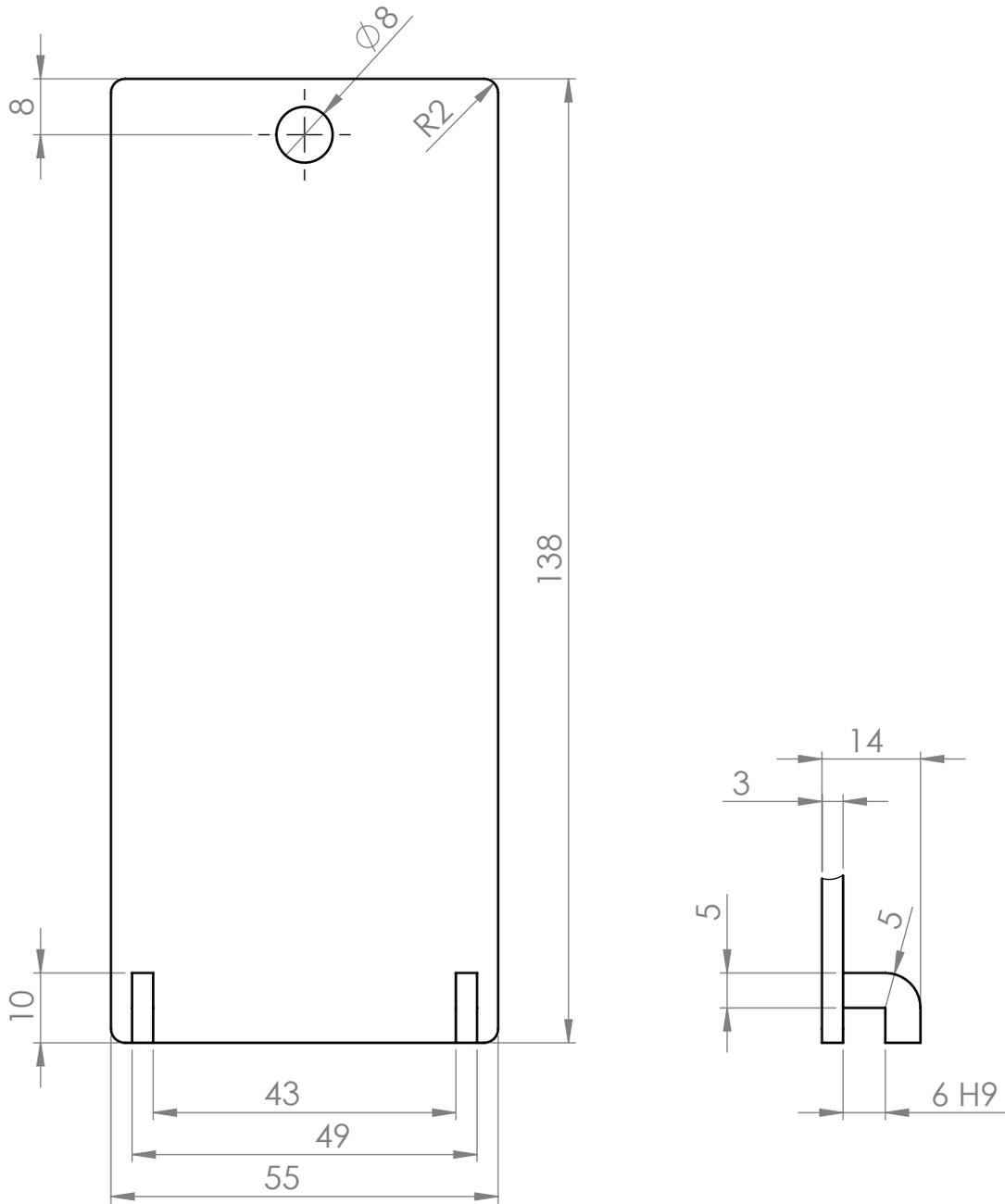
10	1	Árbol de poleas		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma
		Fecha	Autor	Ull Universidad de La Laguna
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA: 1:1
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T.
Subconjunto:		BANCADA		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:		ÁRBOL DE POLEAS		Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.01.00
				Plano Nº: 1.01.10

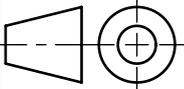
REDONDEO DE 2mm

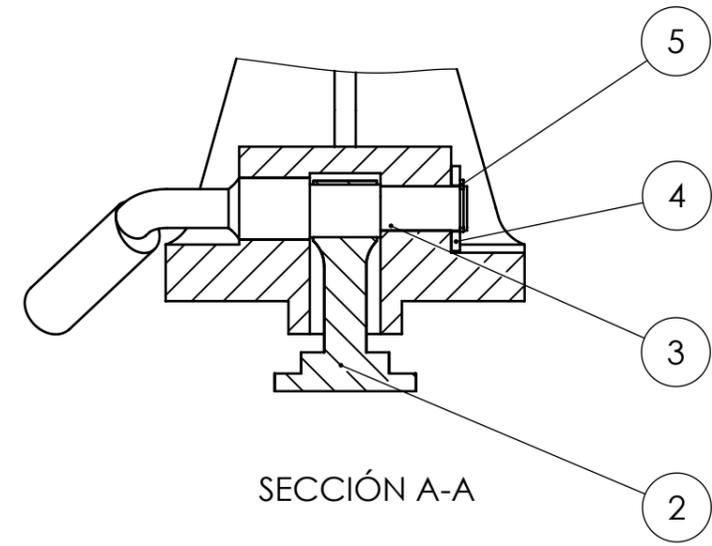
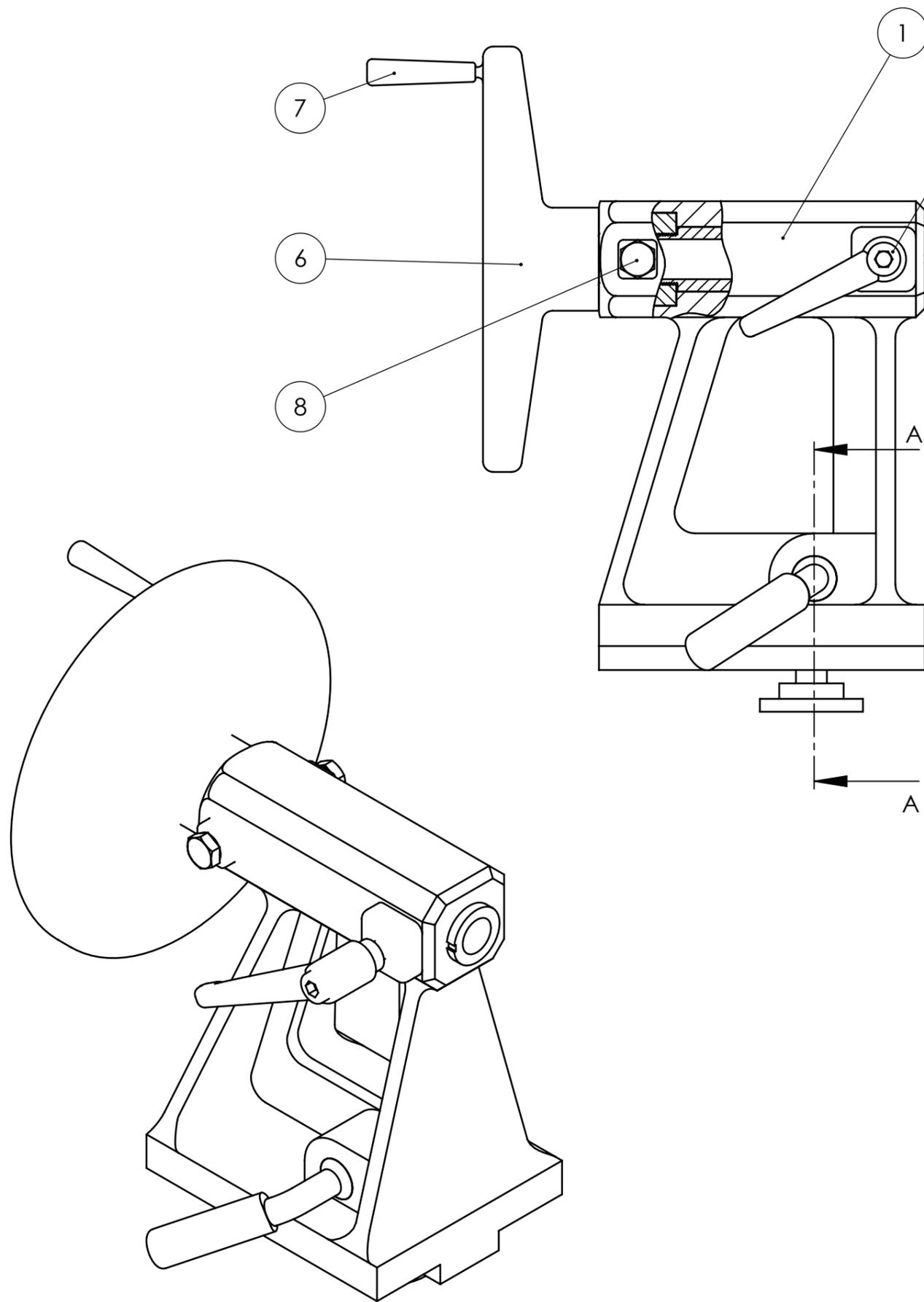


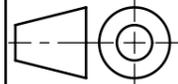
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

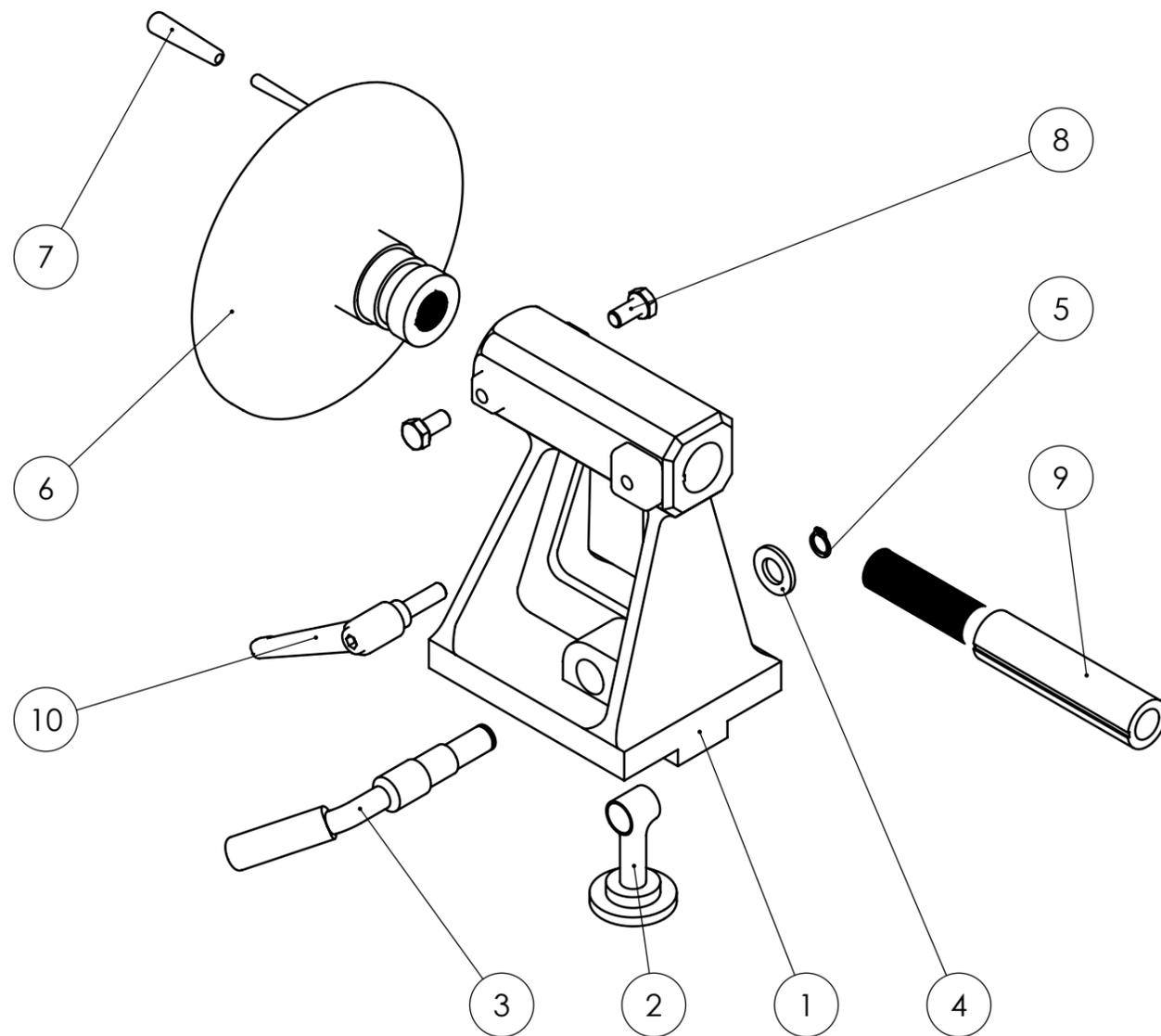
11	1	Disco de Inercia			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor		Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		2:3	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		BANCADA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		DISCO DE INERCIA			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.01.00 Plano Nº: 1.01.11	



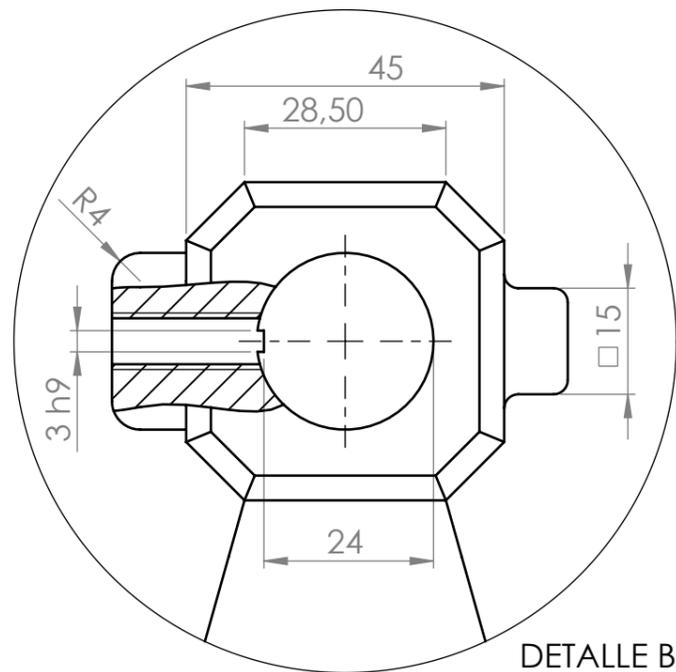
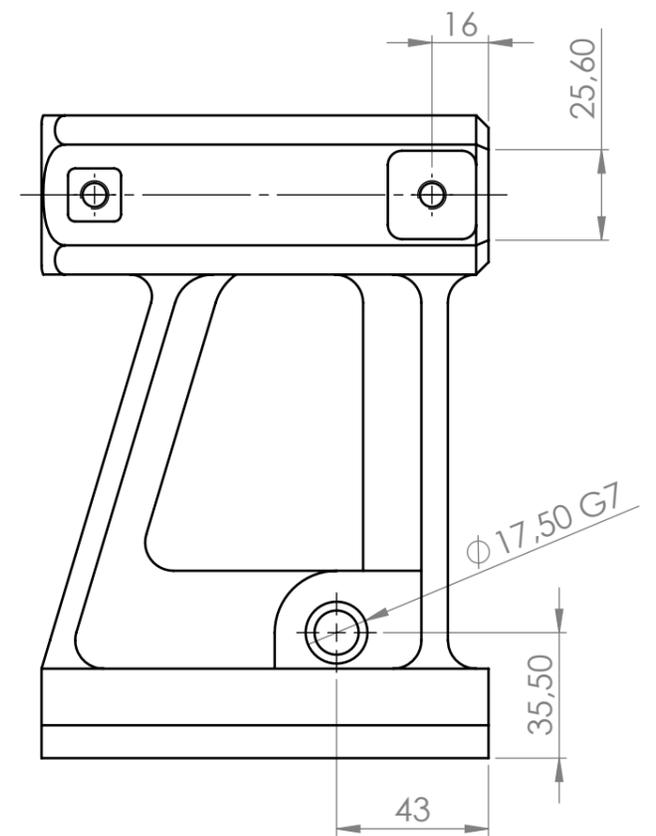
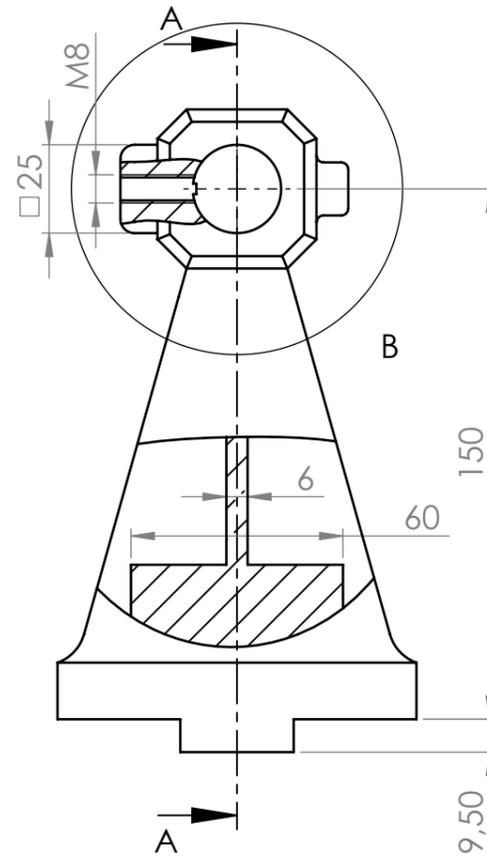
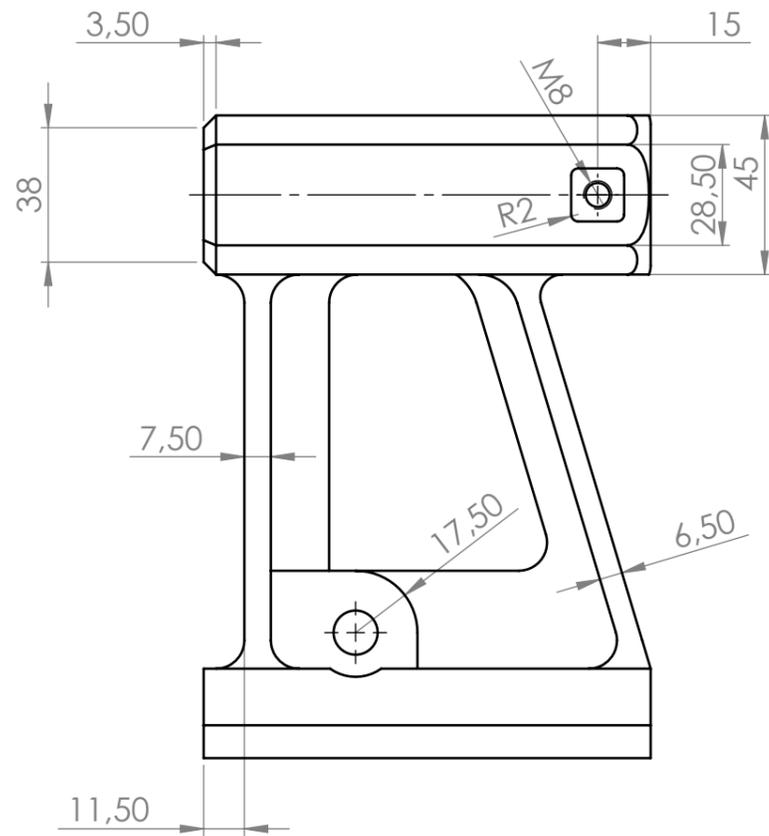
13	1	Tapa de acceso			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:	TORNO				E.S.I.T.
Subconjunto:	BANCADA				<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>
Título:	TAPA DE ACCESO				Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.01.00 Plano Nº: 1.01.13



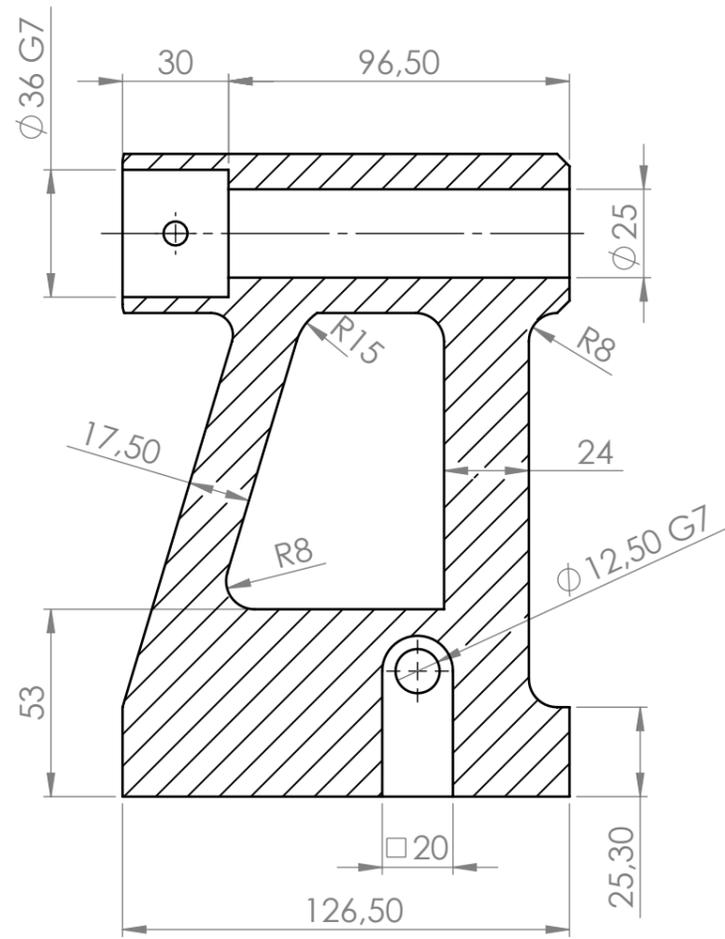
10	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
9	1	Tornillo de avance		Acero aleado
8	2	Tornillo hexagonal M8x16	DIN 933	
7	1	Manivela de disco de avance		PET
6	1	Disco de avance		Acero aleado
5	1	Arandela de retención Ø10	DIN 471	
4	1	Arandela plana Ø12	DIN 125	
3	1	Empuñadura de agarre a guías		Acero aleado
2	1	Agarre a guías		Acero aleado
1	1	Cuerpo del contrapunto		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:2 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:				E.S.I.T.
TORNO				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CONTRAPUNTO				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
				Conjunto Nº: 1.00.00
				Plano Nº: 1.02.00



10	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
9	1	Tornillo de avance		Acero aleado
8	2	Tornillo hexagonal M8x16	DIN 933	
7	1	Manivela de disco de avance		PET
6	1	Disco de avance		Acero aleado
5	1	Arandela de retención Ø10	DIN 471	
4	1	Arandela plana Ø12	DIN 125	
3	1	Empuñadura de agarre a guías		Acero aleado
2	1	Agarre a guías		Acero aleado
1	1	Cuerpo del contrapunto		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:3 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título: EXPLOSIONADO CONTRAPUNTO				Conjunto Nº: 1.00.00
				Plano Nº: 1.02.S1

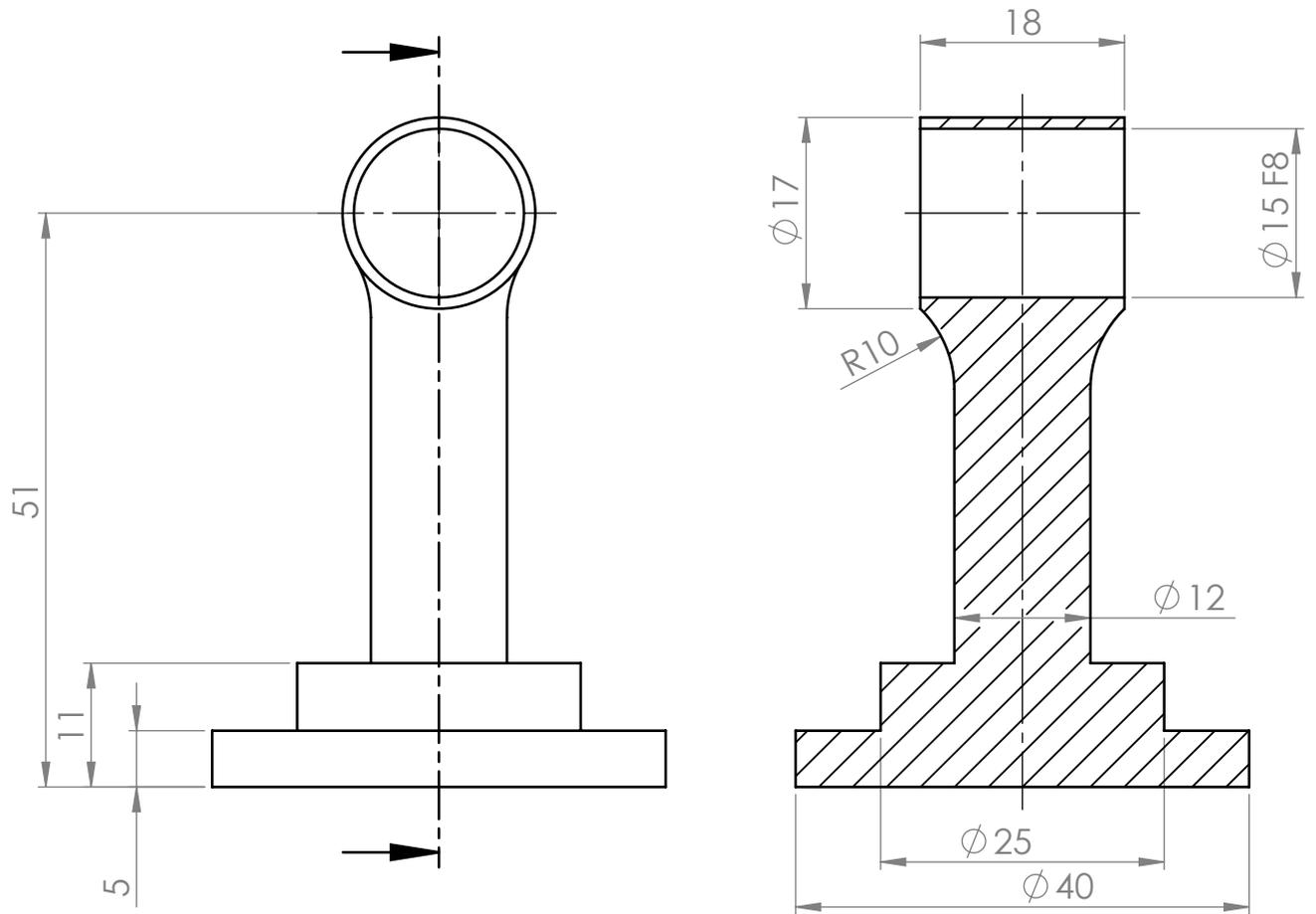


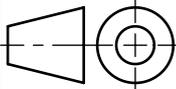
DETALLE B

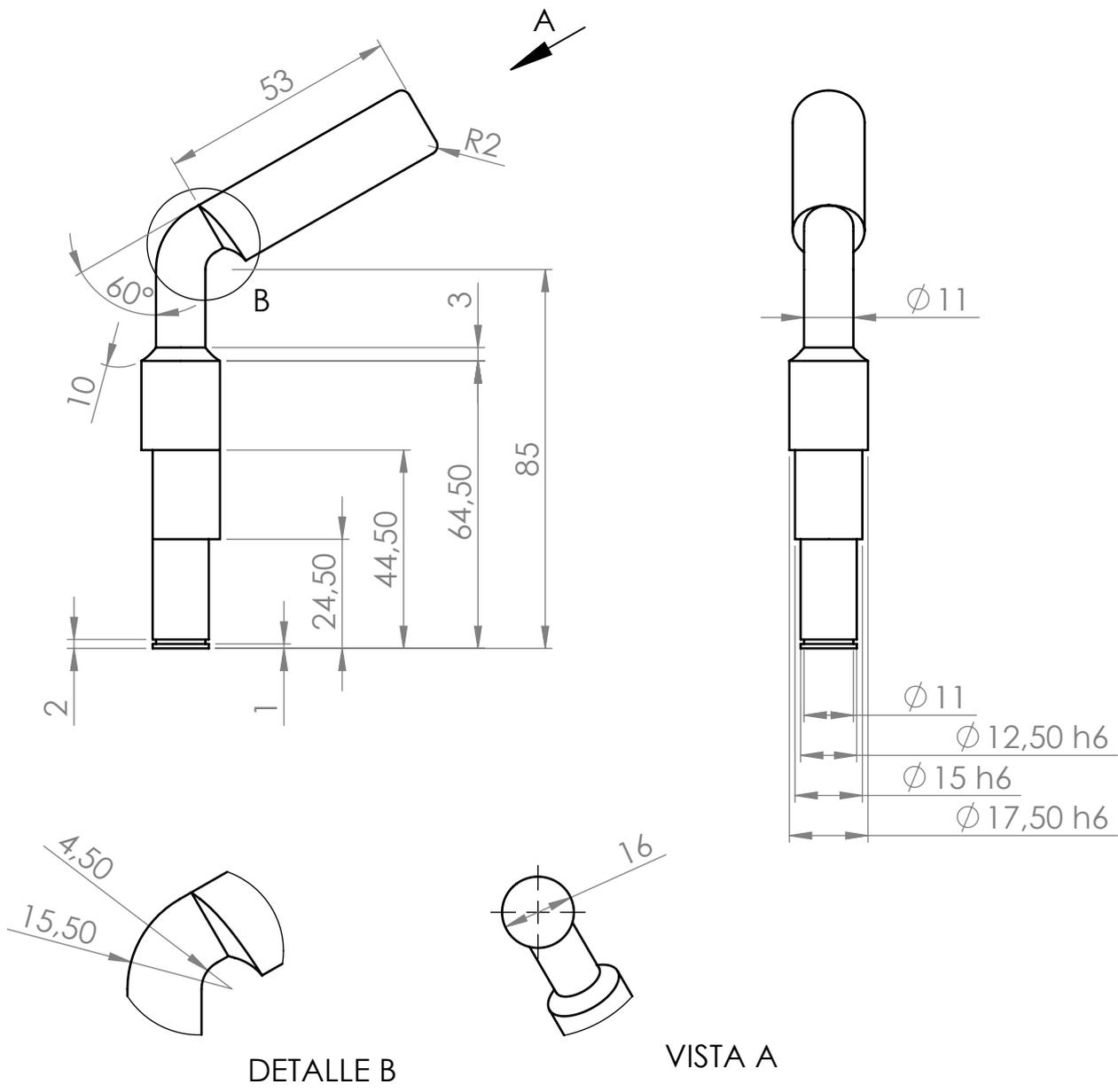


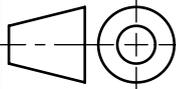
CORTE A-A

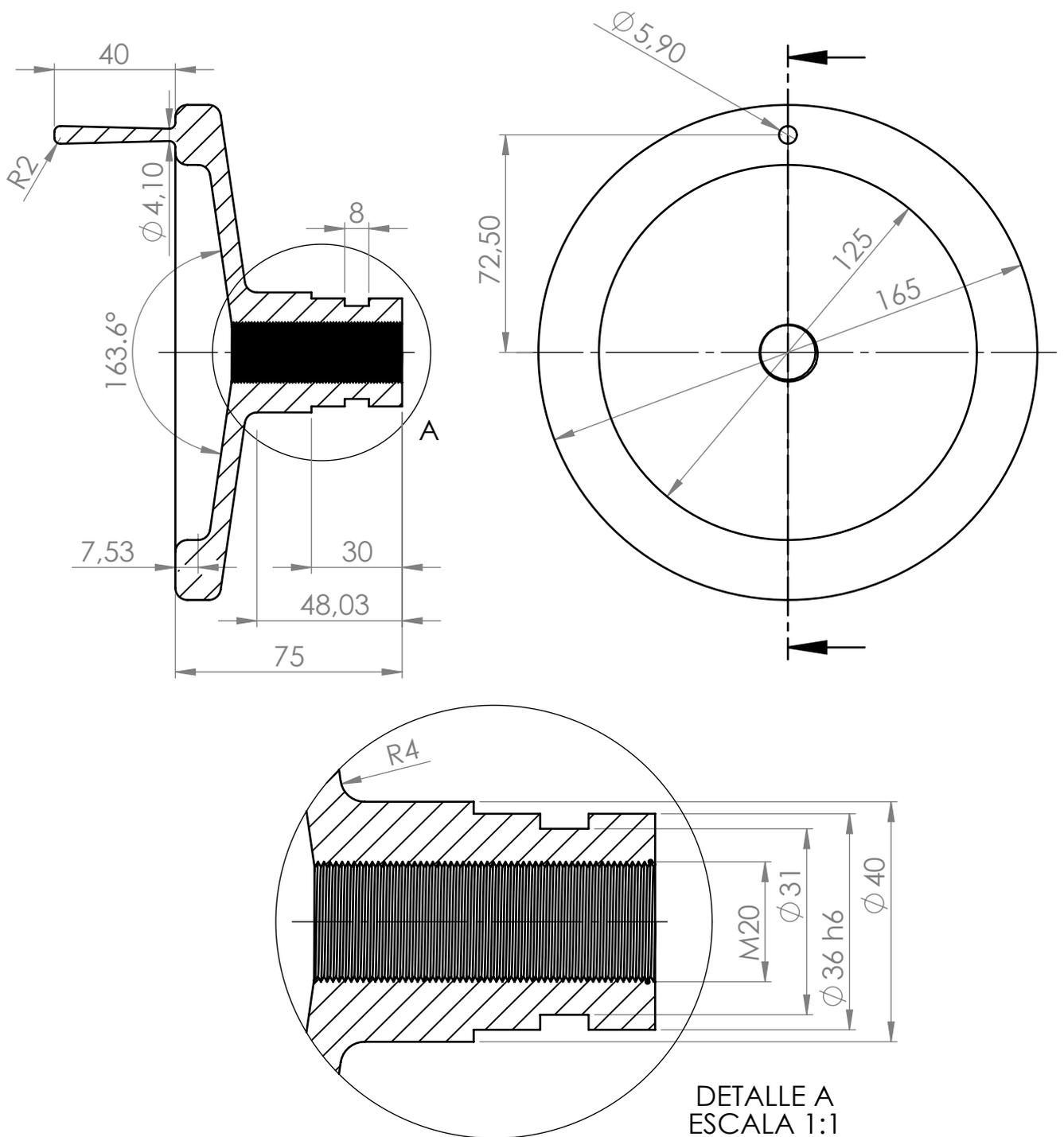
1	1	Cuerpo del contrapunto		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma
		Fecha	Autor	Material y medidas
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA: 1:2
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Subconjunto:		CONTRAPUNTO		
Título:				Conjunto Nº: 1.00.00
CUERPO DEL CONTRAPUNTO				Subconjunto Nº: 1.02.00
				Plano Nº: 1.02.01



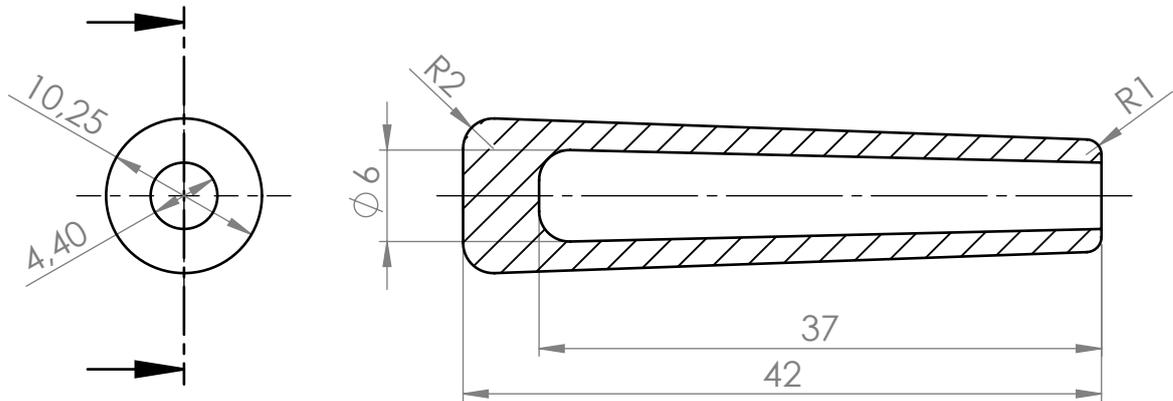
2	1	Agarre a guías			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 3:2 
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:	BANCADA			E.S.I.T.	
Subconjunto:	CONTRAPUNTO			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:	AGARRE A GUÍAS			Conjunto Nº:	1.00.00
				Subconjunto Nº:	1.02.00
				Plano Nº:	1.02.02

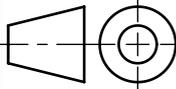


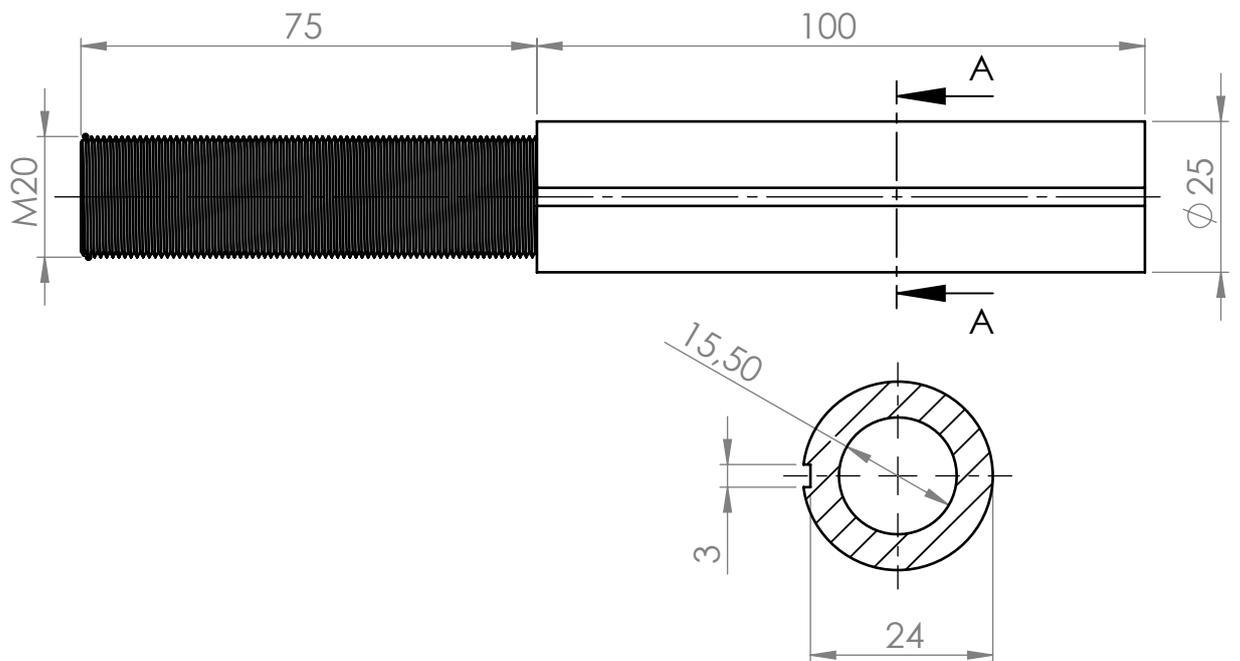
3	1	Empuñadura de agarre a guías			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:3 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Subconjunto: CONTRAPUNTO					
Título: EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS					
				Conjunto Nº:	1.00.00
				Subconjunto Nº:	1.02.00
				Plano Nº:	1.02.03



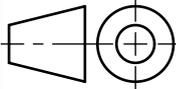
6	1	Disco de avance			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
	Fecha	Autor		 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA:	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			1:2	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		CONTRAPUNTO			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		DISCO DE AVANCE			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.02.00 Plano Nº: 1.02.06	

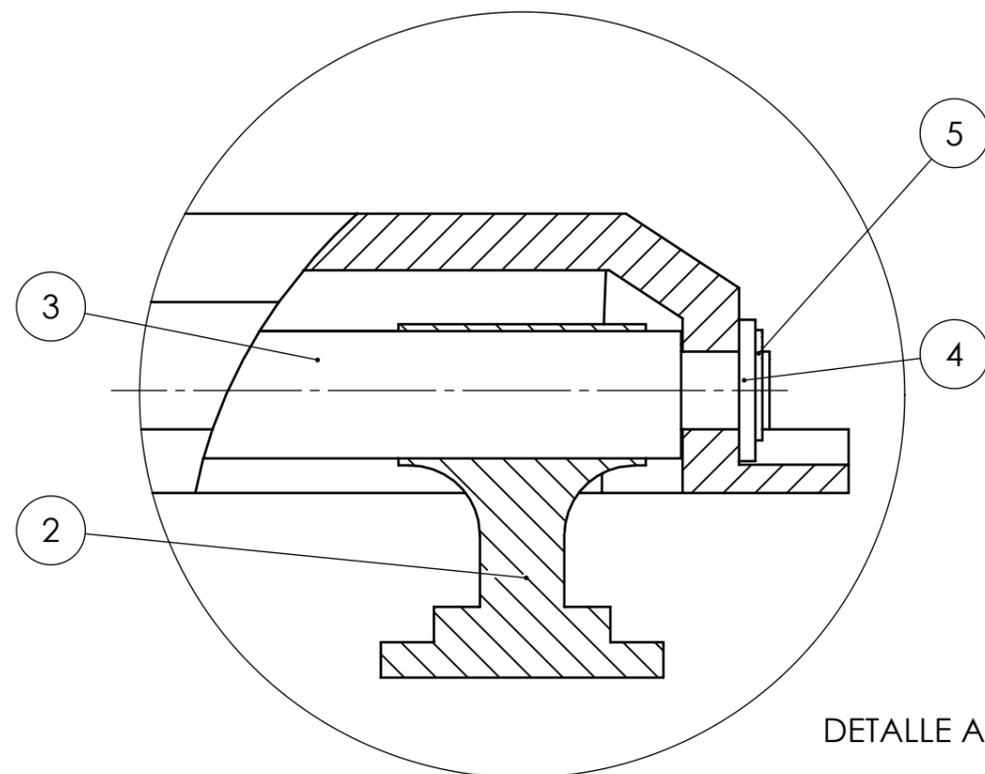
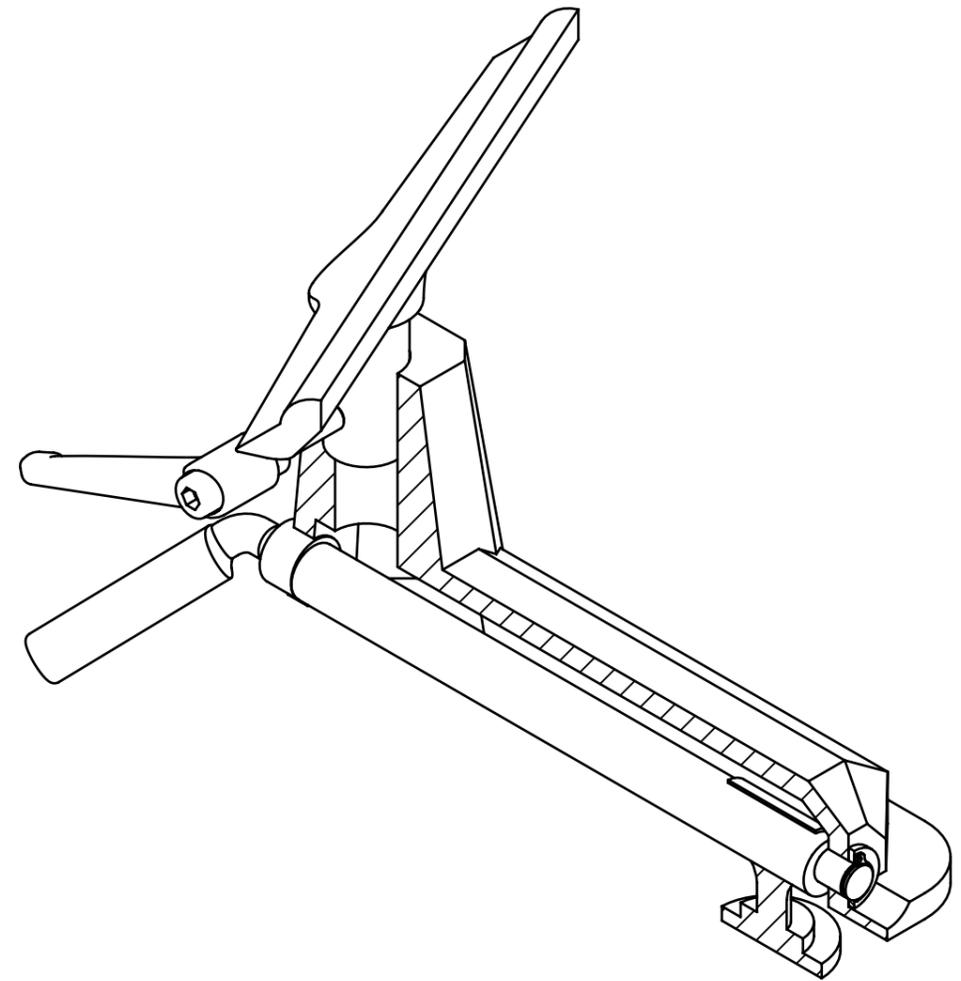
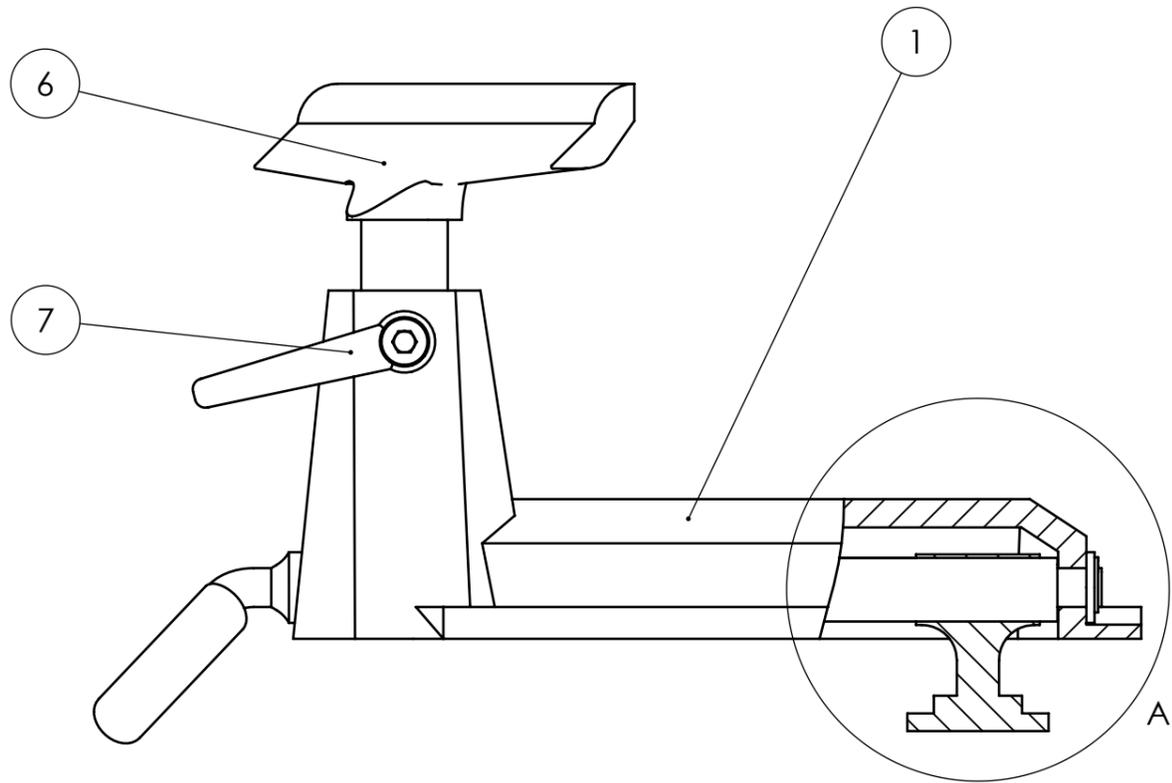


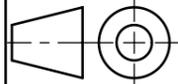
7	1	Manivela de disco de avance			PET
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:1 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.02.00 Plano Nº: 1.02.07	
Subconjunto: CONTRAPUNTO					
Título: MANIVELA DE DISCO DE AVANCE					

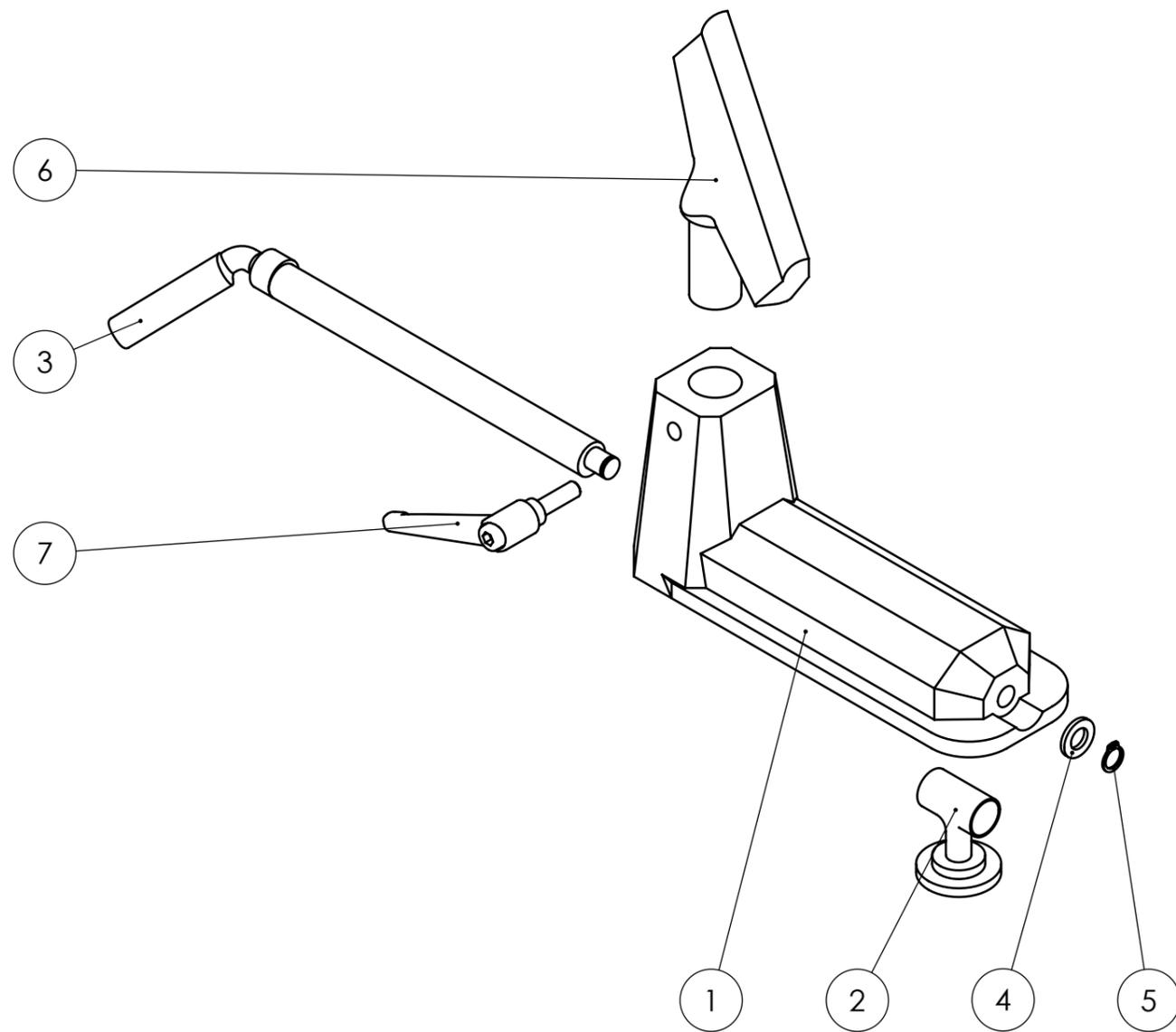


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

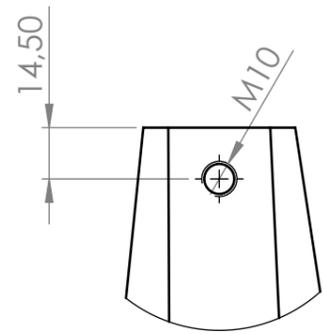
9	1	Tornillo de avance			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 4:5 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Subconjunto: CONTRAPUNTO				Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.02.00	
Título: TORNILLO DE AVANCE				Plano Nº: 1.02.09	



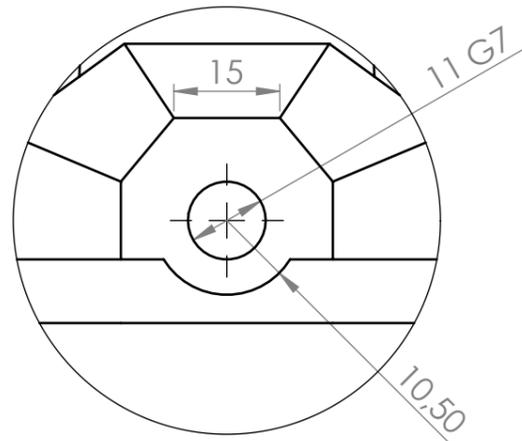
7	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
6	1	Apoyo para herramientas		Acero aleado
5	1	Arandela de retención Ø11	DIN 471	
4	1	Arandela plana Ø11	DIN 125	
3	1	Empuñadura de agarre a guías		Acero aleado
2	1	Agarre a guías		Acero aleado
1	1	Cuerpo del apoya-herramientas		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	ULL Universidad de La Laguna Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m ESCALA: 1:2 
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:				E.S.I.T.
TORNO				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:				Conjunto Nº: 1.00.00
APOYA-HERRAMIENTAS				Plano Nº: 1.03.00



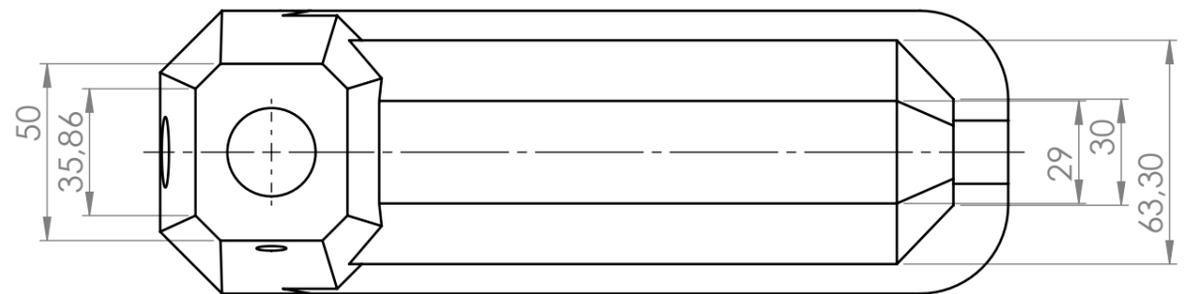
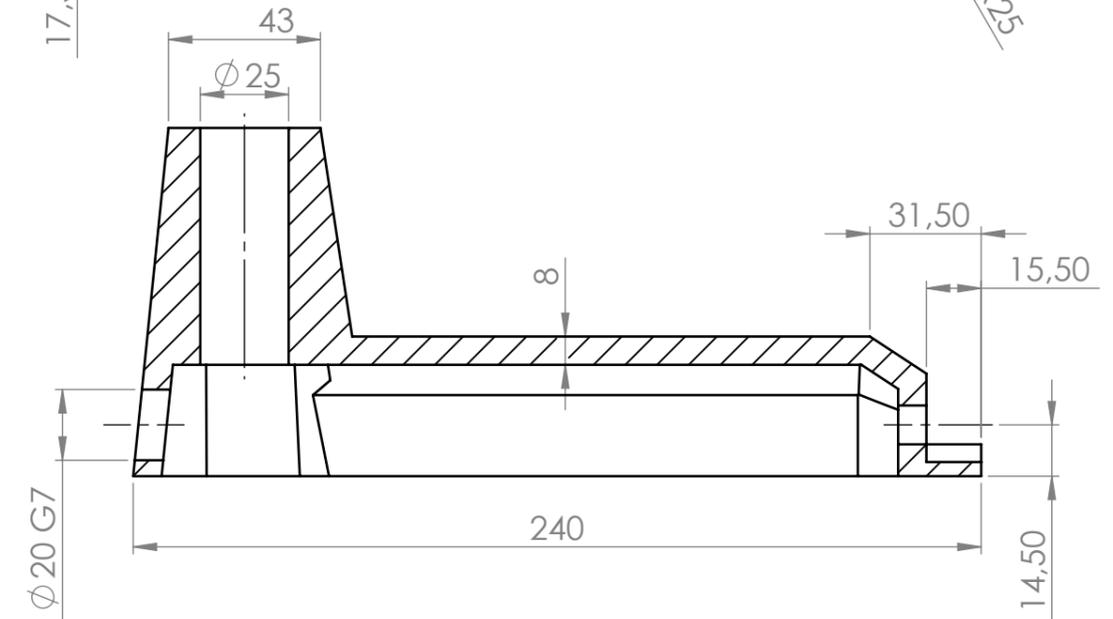
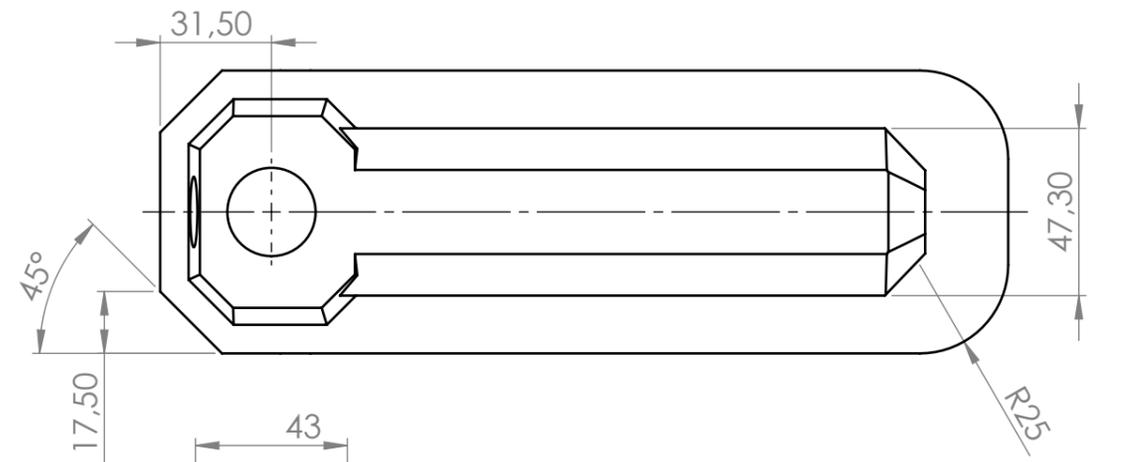
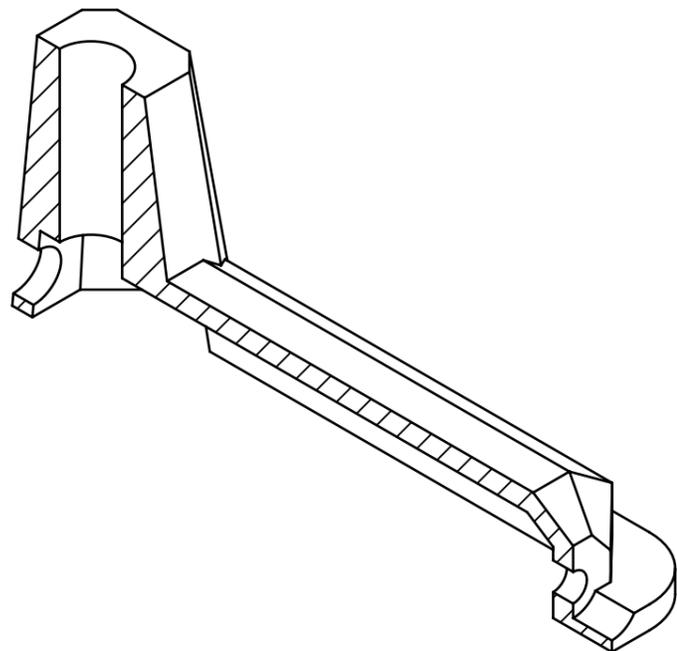
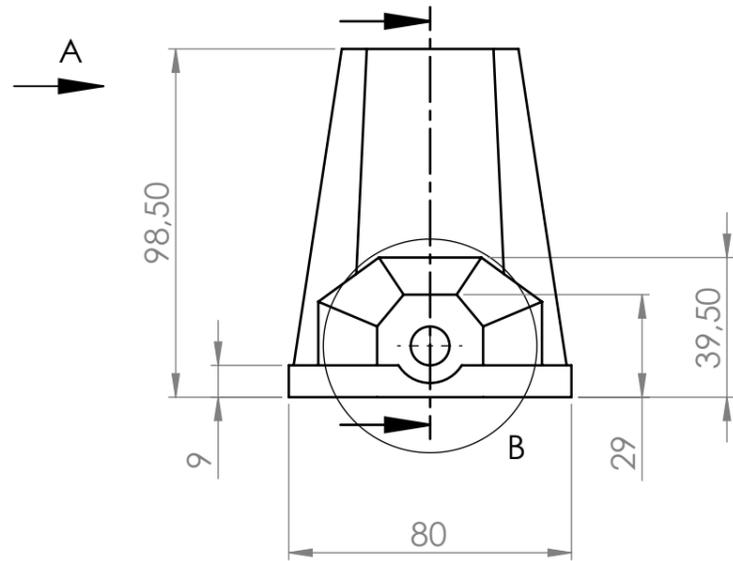
7	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
6	1	Apoyo para herramientas		Acero aleado
5	1	Arandela de retención Ø11	DIN 471	
4	1	Arandela plana Ø11	DIN 125	
3	1	Empuñadura de agarre a guías		Acero aleado
2	1	Agarre a guías		Acero aleado
1	1	Cuerpo del apoya-herramientas		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:3 
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título: EXPLOSIONADO APOYA-HERRAMIENTAS				Conjunto Nº: 1.00.00
				Plano Nº: 1.03.S1



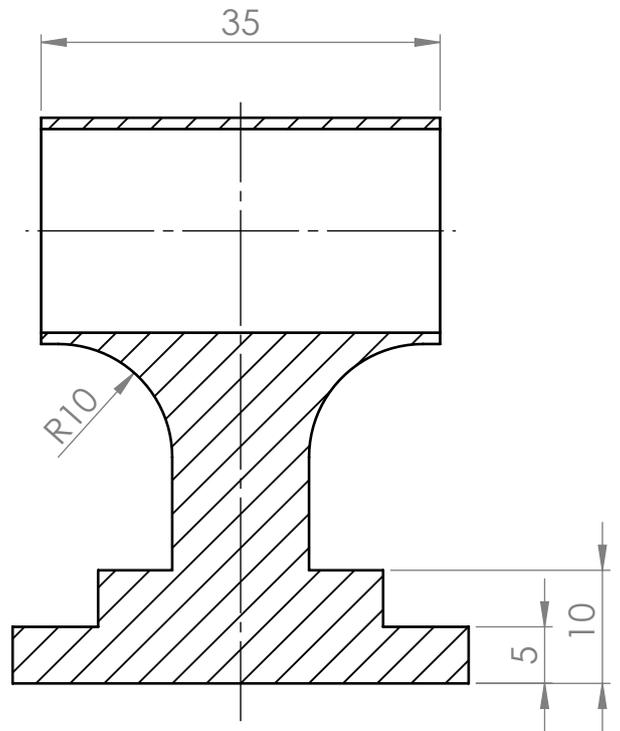
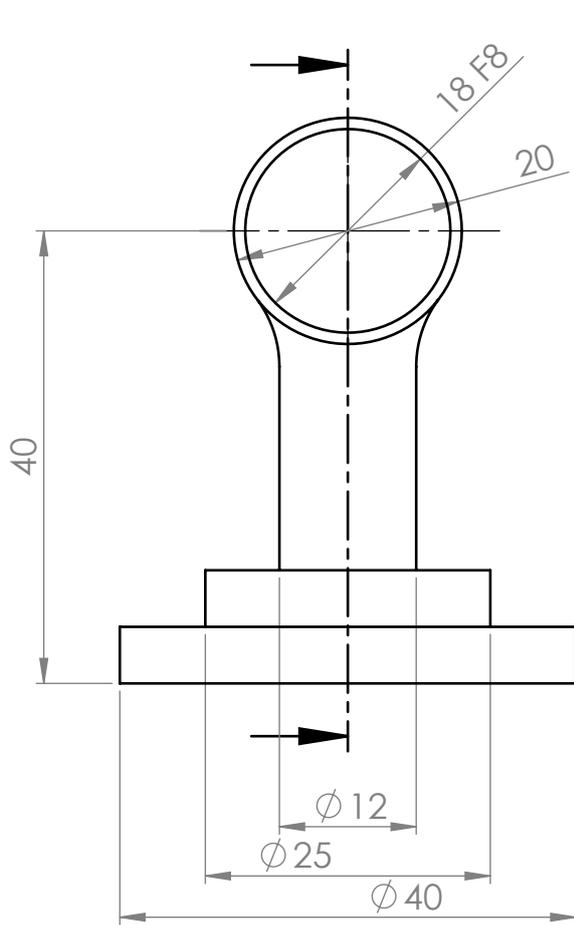
VISTA A

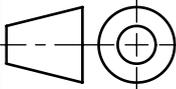


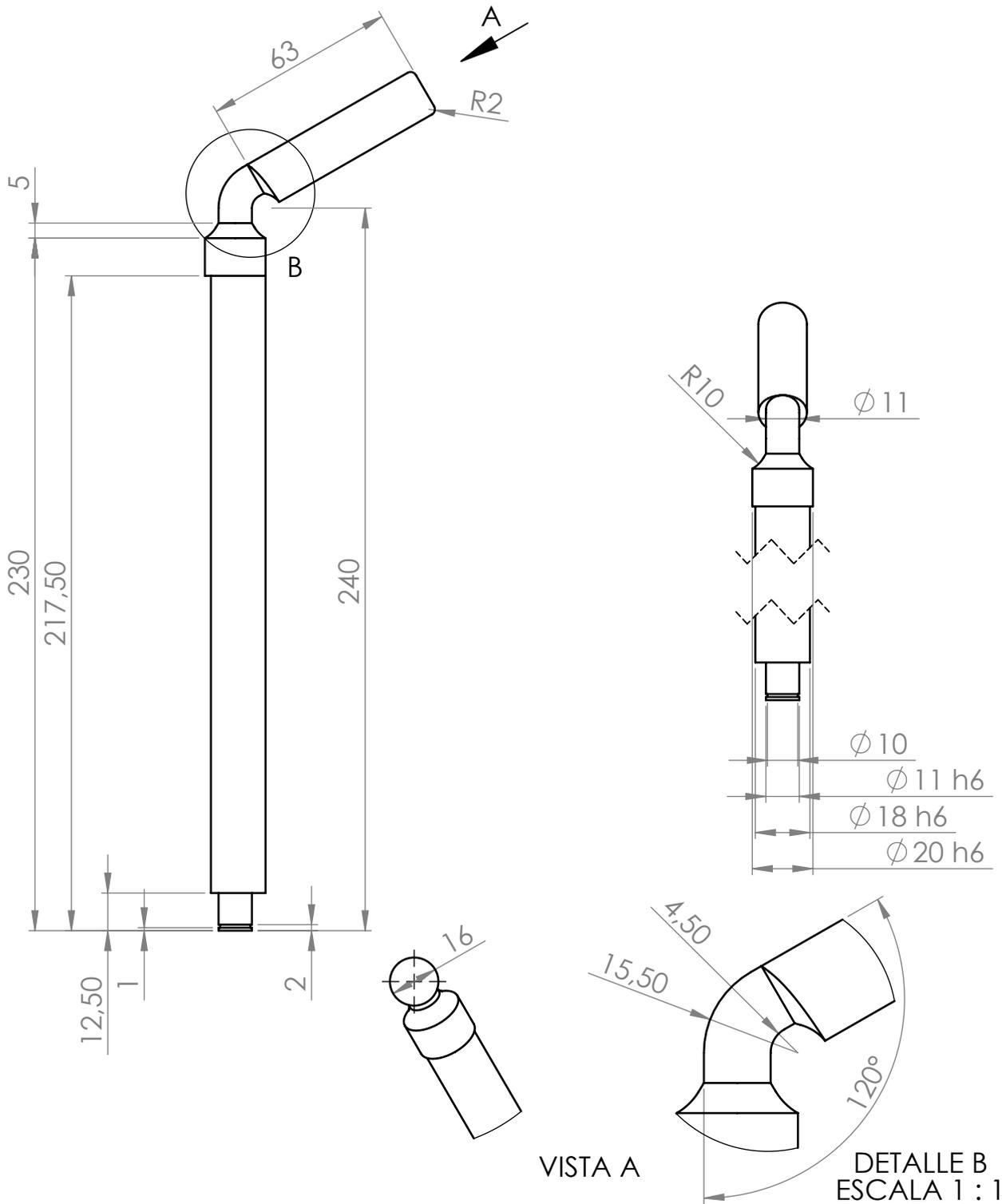
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

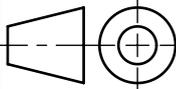


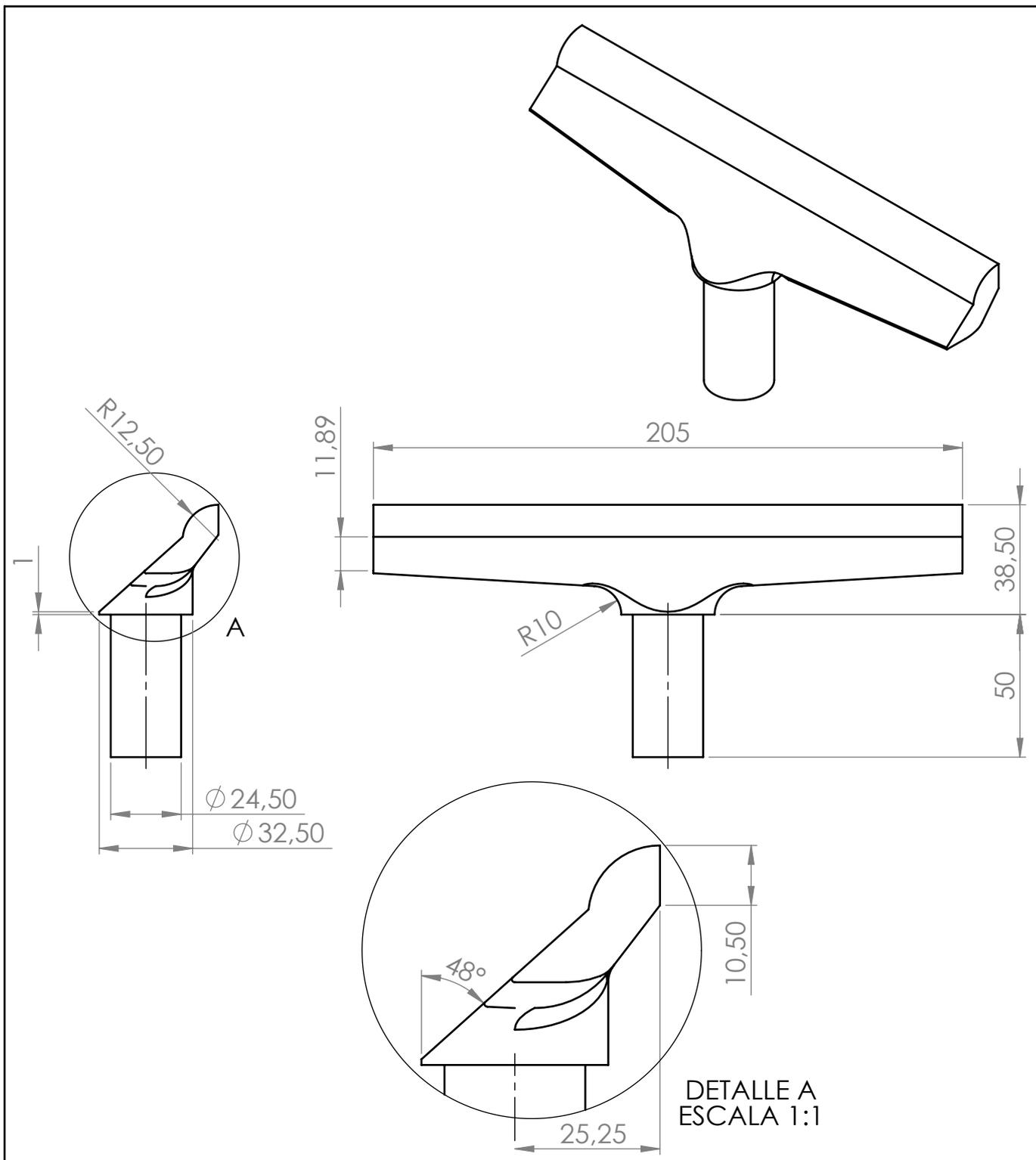
1	1	Cuerpo del apoya-herramientas			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:2 
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.
Subconjunto:		APOYA-HERRAMIENTAS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:		CUERPO DEL APOYA-HERRAMIENTAS			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.03.00
					Plano Nº: 1.03.01

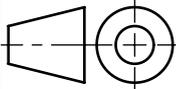


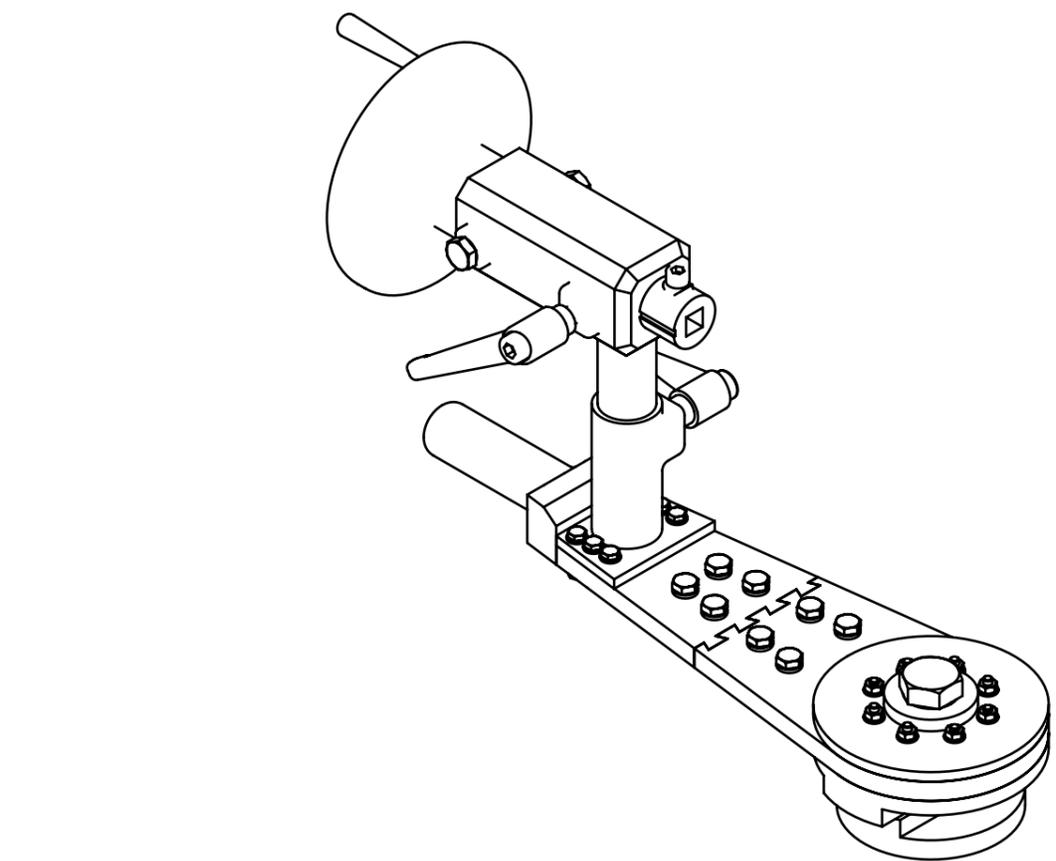
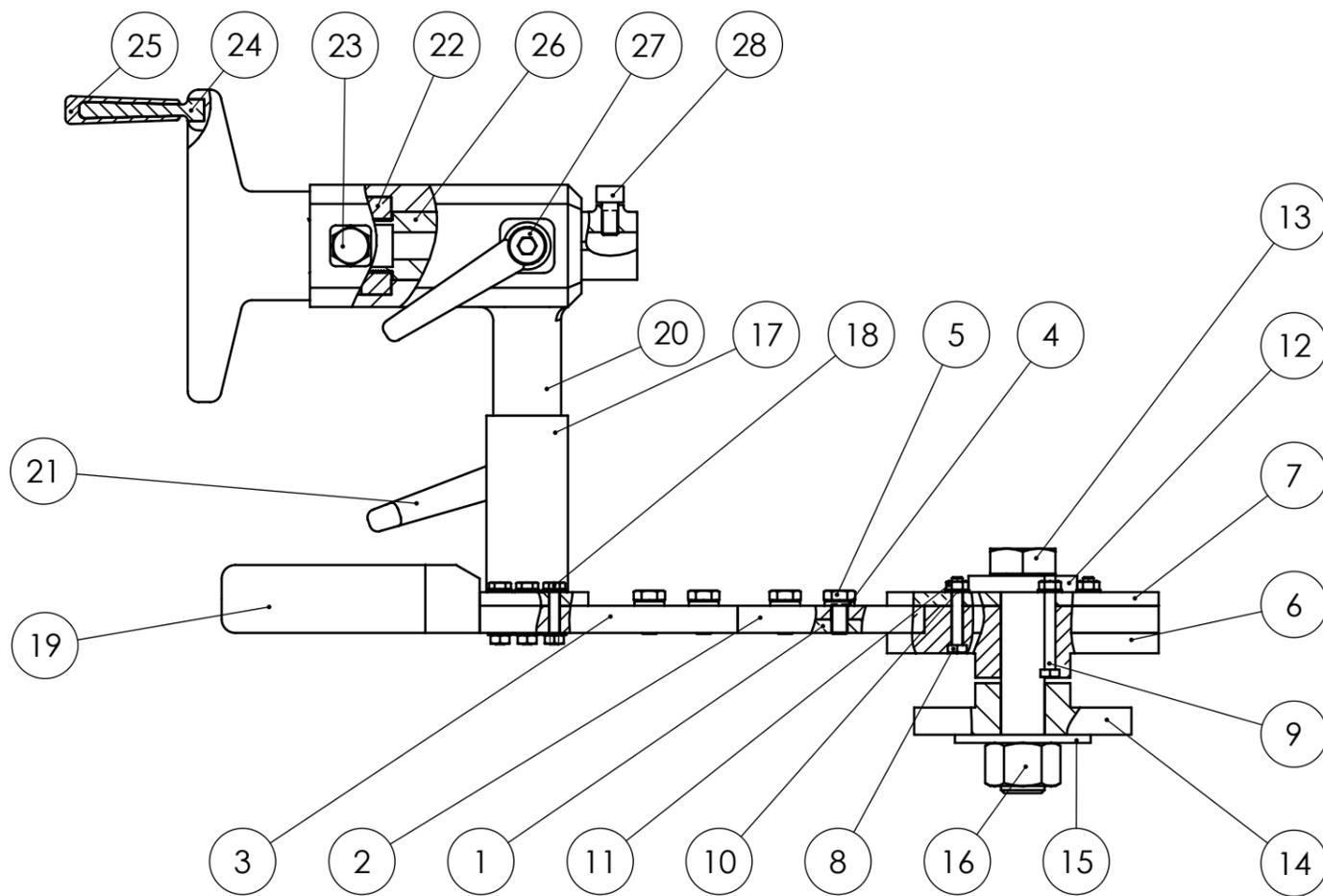
2	1	Agarre a guías			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
	Fecha	Autor		 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 3:2 	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		APOYA-HERRAMIENTAS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		AGARRE A GUÍAS			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.03.00 Plano Nº: 1.03.02	



3	1	Empuñadura de agarre a guías			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
	Fecha	Autor		 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:2 
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto: TORNO				E.S.I.T.	
Subconjunto: APOYA-HERRAMIENTAS				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título: EMPUÑADURA DE AGARRE A GUÍAS				Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.03.00 Plano Nº: 1.03.03	

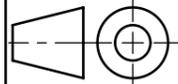


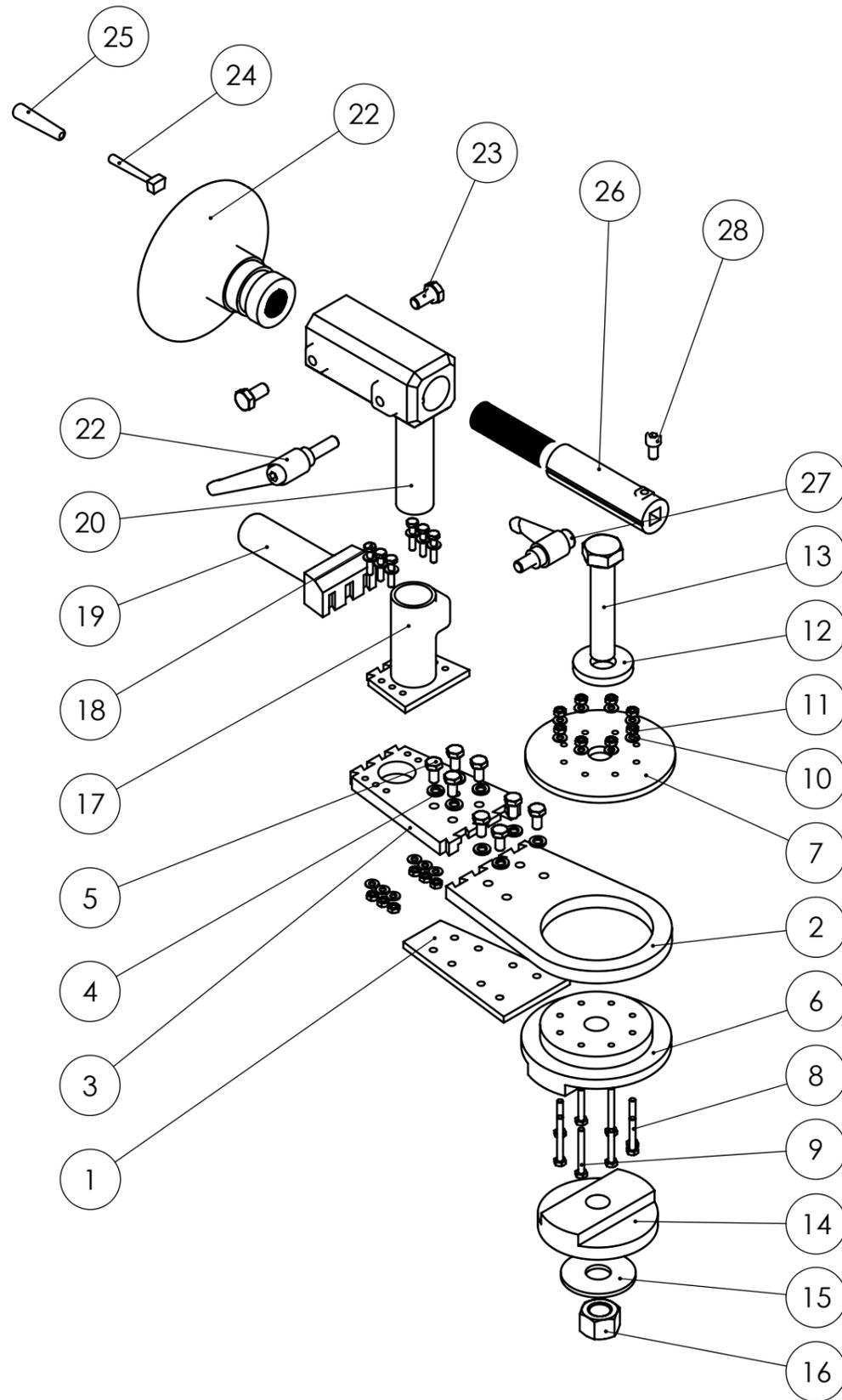
6	1	Apoyo para herramientas			Acero aleado	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:2	
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
Subconjunto: APOYA-HERRAMIENTAS						
Título: APOYO PARA HERRAMIENTAS						Conjunto Nº:
				Subconjunto Nº:	1.03.00	
				Plano Nº:	1.03.06	

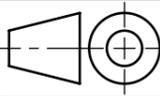


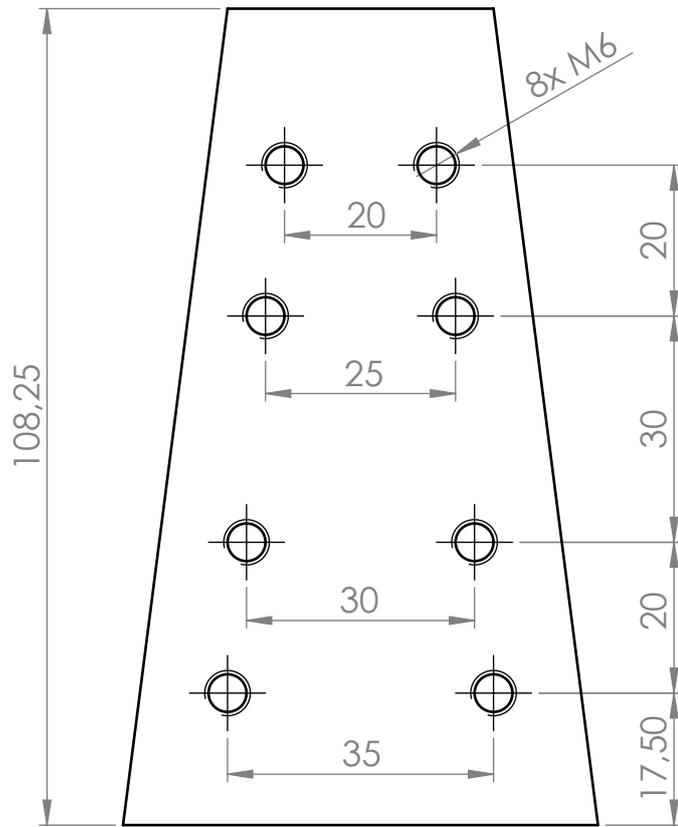
ESCALA 1:3

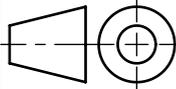
28	1	Tornillo cabeza hueca hexagonal M6x16	DIN 912	
27	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
26	1	Tornillo de avance		PLA
25	1	Manivela de disco de avance		NinjaFlex
24	1	Base manivela de disco de avance		PLA
23	2	Tornillo hexagonal M8x15	DIN 933	
22	1	Disco de avance		PLA
21	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x15		
20	1	Cuerpo del portacuchillas		PLA
19	1	Sujeción cuerpo del compás		PLA
18	6	Tornillo hexagonal M4x20	DIN 933	
17	1	Soporte cuerpo del portacuchillas		PLA
16	1	Tuerca M16	DIN 934	
15	1	Arandela ala ancha Ø16	DIN 9021	
14	1	Soporte inferior a guías		PLA
13	1	Tornillo hexagonal M16x80x38	DIN 931	
12	1	Arandela plana Ø16	DIN 125	
11	14	Tuerca M4	DIN 934	
10	20	Arandela plana Ø4	DIN 125	
9	4	Tornillo hexagonal M4x35	DIN 933	
8	4	Tornillo hexagonal M4x25	DIN 933	
7	1	Seguro al soporte superior		PLA
6	1	Soporte superior a guías		PLA
5	8	Tornillo hexagonal M6x16	DIN 933	
4	8	Arandela plana Ø6	DIN 125	
3	1	Cuerpo segundo del compás		PLA
2	1	Cuerpo primero del compás		PLA
1	1	Pletina de unión		Acero aleado

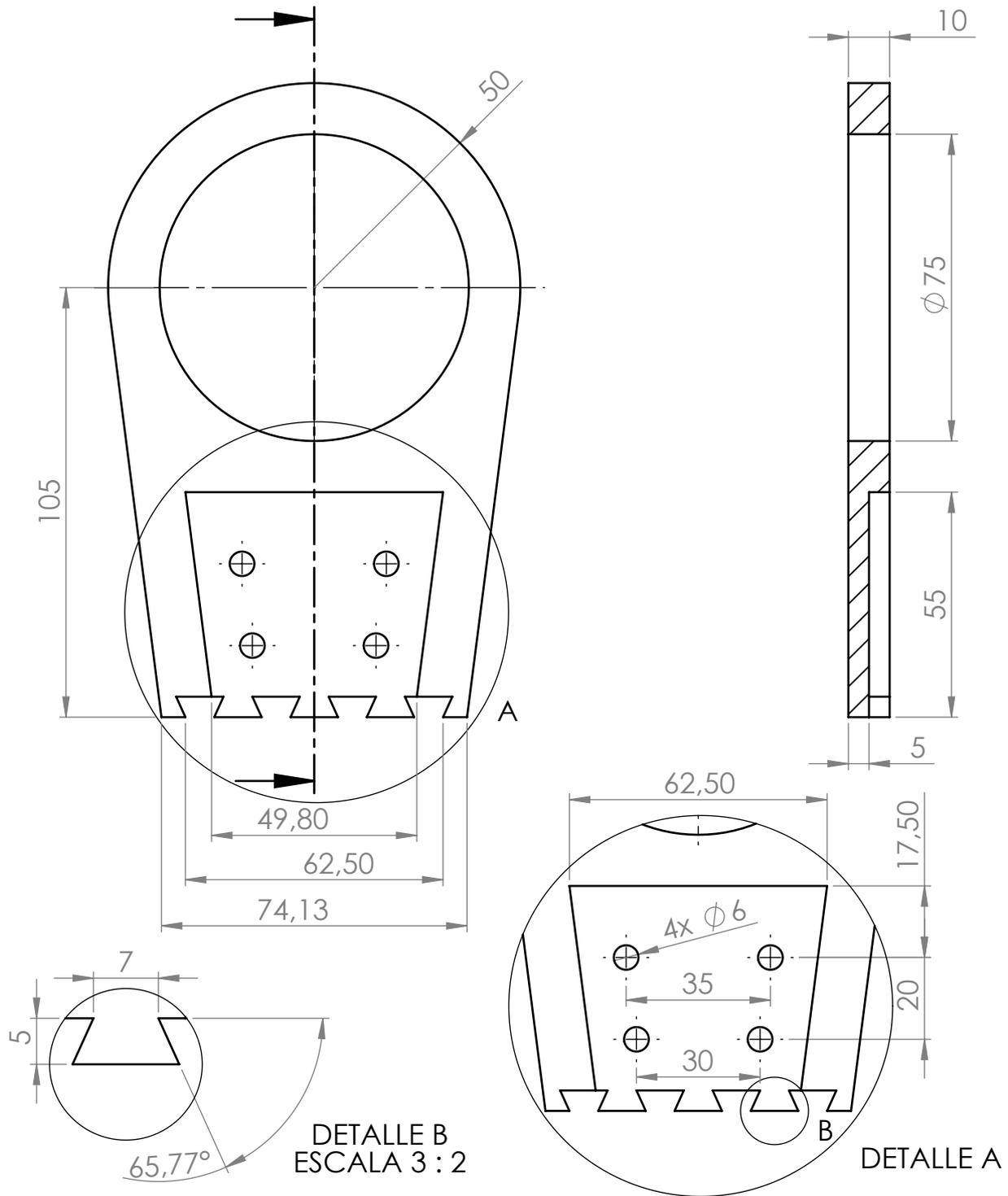
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	ULL Universidad de La Laguna Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m ESCALA: 2:5 
		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	
		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	
Conjunto: TORNO				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título: COMPÁS				Conjunto Nº: 1.00.00 Plano Nº: 1.04.00

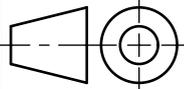


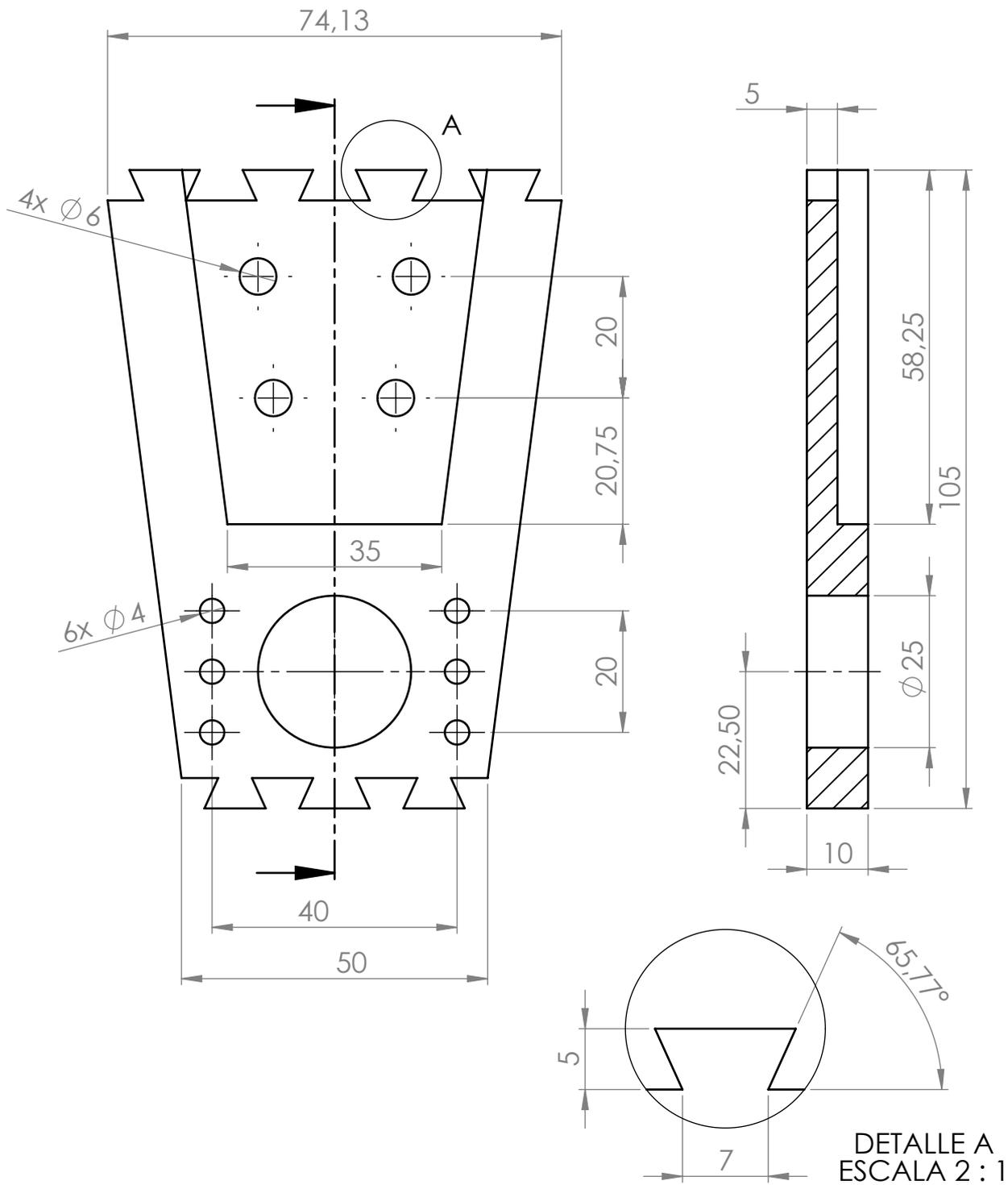
28	1	Tornillo cabeza hueca hexagonal M6x16	DIN 912	
27	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x30		
26	1	Tornillo de avance		PLA
25	1	Manivela de disco de avance		NinjaFlex
24	1	Base manivela de disco de avance		PLA
23	2	Tornillo hexagonal M8x15	DIN 933	
22	1	Disco de avance		PLA
21	1	Empuñadura graduable Tecnodin M8x15		
20	1	Cuerpo del portacuchillas		PLA
19	1	Sujeción cuerpo del compás		PLA
18	6	Tornillo hexagonal M4x20	DIN 933	
17	1	Soporte cuerpo del portacuchillas		PLA
16	1	Tuerca M16	DIN 934	
15	1	Arandela ala ancha Ø16	DIN 9021	
14	1	Soporte inferior a guías		PLA
13	1	Tornillo hexagonal M16x80x38	DIN 931	
12	1	Arandela plana Ø16	DIN 125	
11	14	Tuerca M4	DIN 934	
10	20	Arandela plana Ø4	DIN 125	
9	4	Tornillo hexagonal M4x35	DIN 933	
8	4	Tornillo hexagonal M4x25	DIN 933	
7	1	Seguro al soporte superior		PLA
6	1	Soporte superior a guías		PLA
5	8	Tornillo hexagonal M6x16	DIN 933	
4	8	Arandela plana Ø6	DIN 125	
3	1	Cuerpo segundo del compás		PLA
2	1	Cuerpo primero del compás		PLA
1	1	Pletina de unión		Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:4 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:				TORNO
Título:				EXPLOSIONADO COMPÁS
				E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
				Conjunto Nº: 1.00.00
				Plano Nº: 1.04.S1



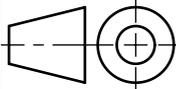
1	1	Pletina de unión			Acero aleado
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:				TORNO	
Subconjunto:				COMPÁS	
Título:				PLETINA DE UNIÓN	
				E.S.I.T.	
				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	
				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
				Conjunto Nº:	1.00.00
				Subconjunto Nº:	1.04.00
				Plano Nº:	1.04.01

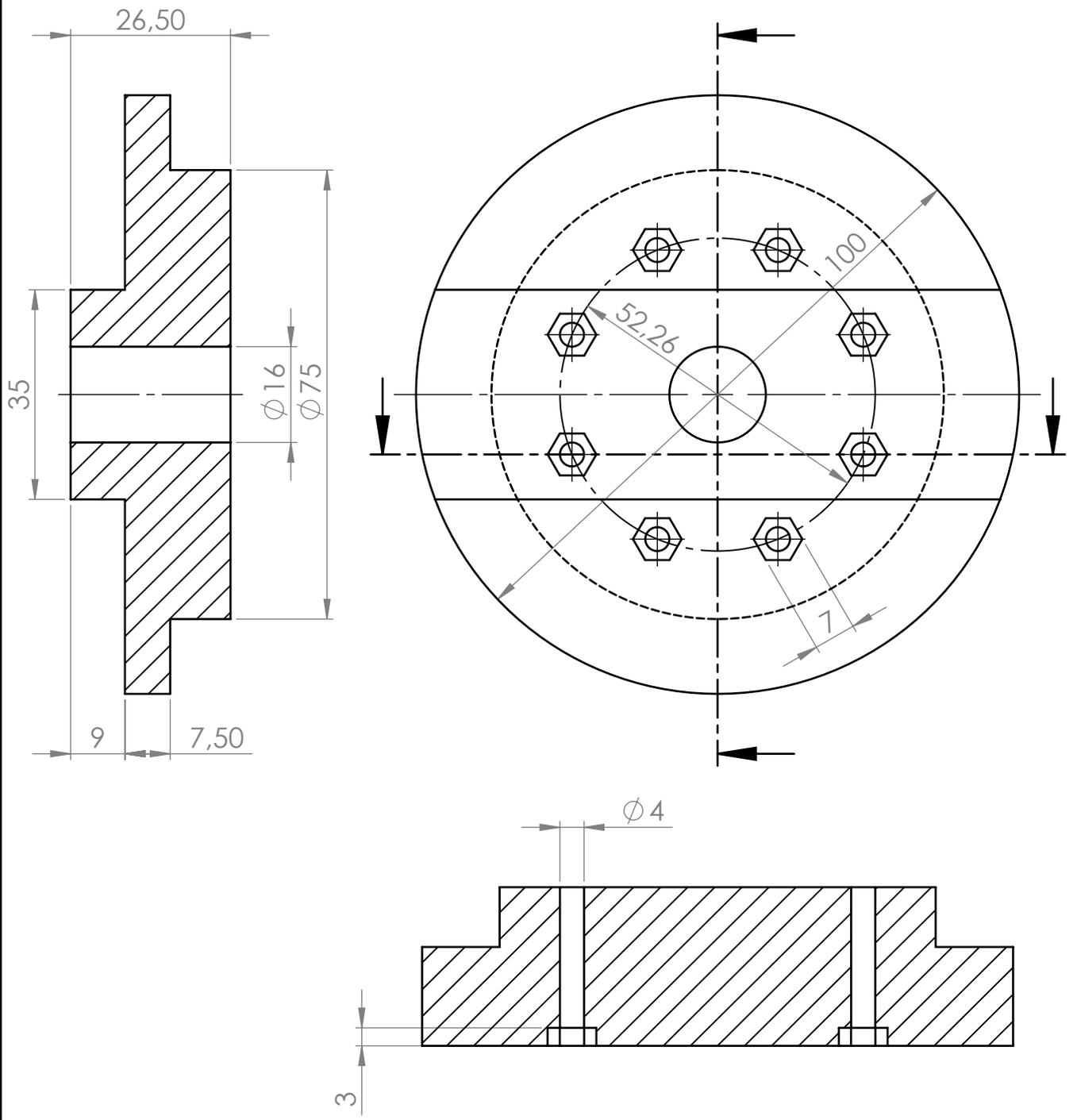


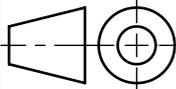
2	1	Cuerpo primero del compás			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA:	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			2:3	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		CUERPO PRIMERO DEL COMPÁS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.02

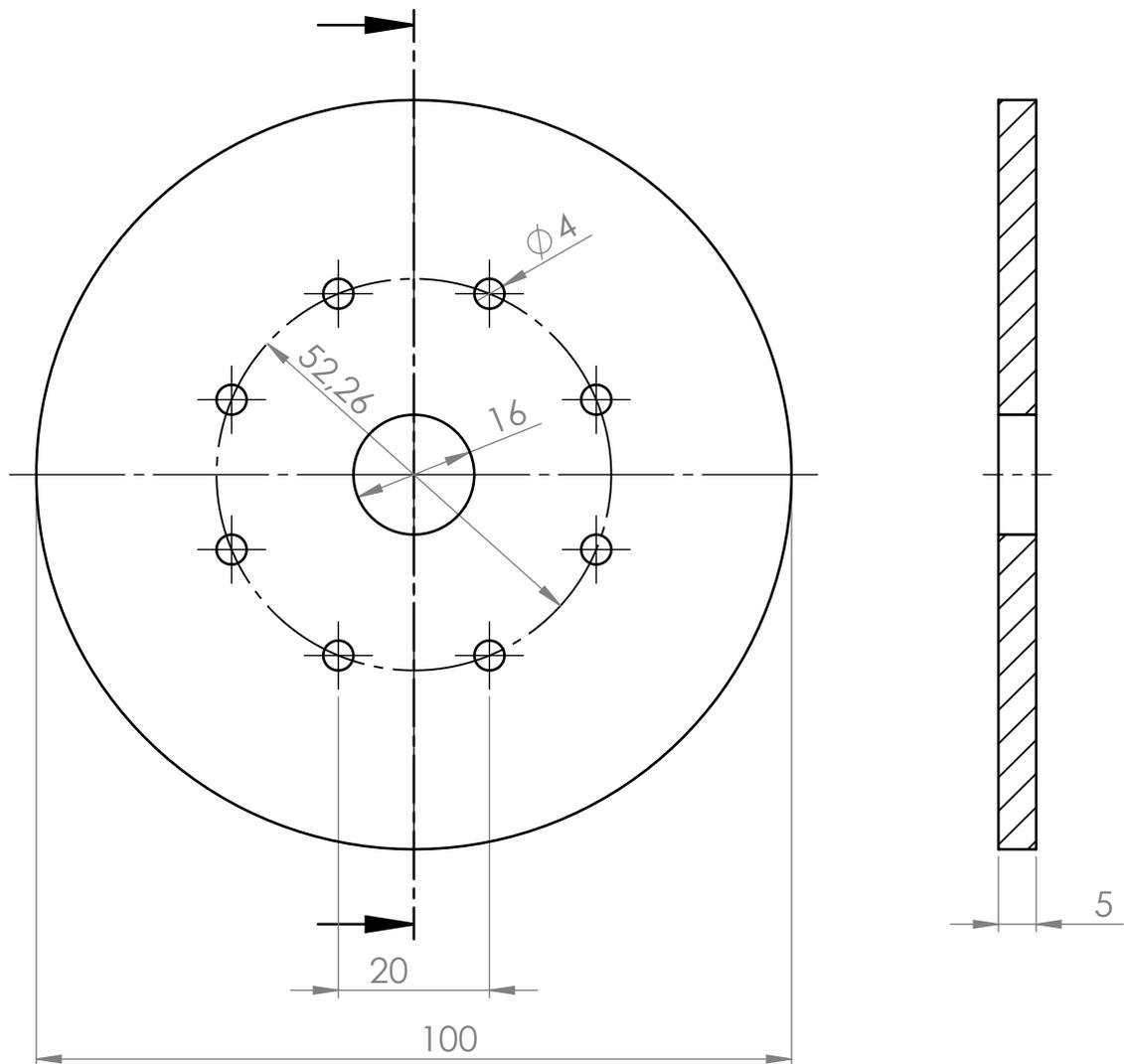


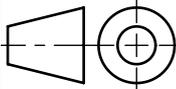
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

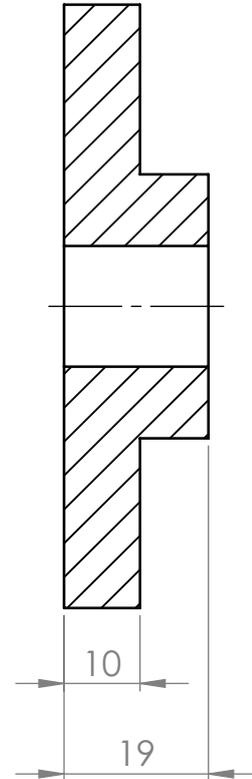
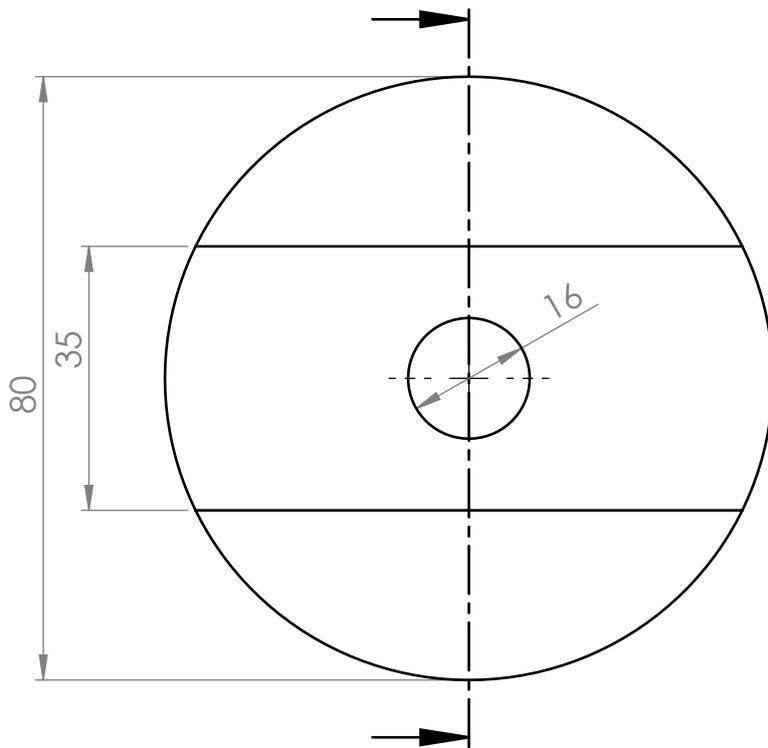
3	1	Cuerpo segundo del compás			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:1	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		CUERPO SEGUNDO DEL COMPÁS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.03

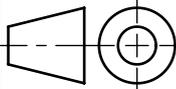


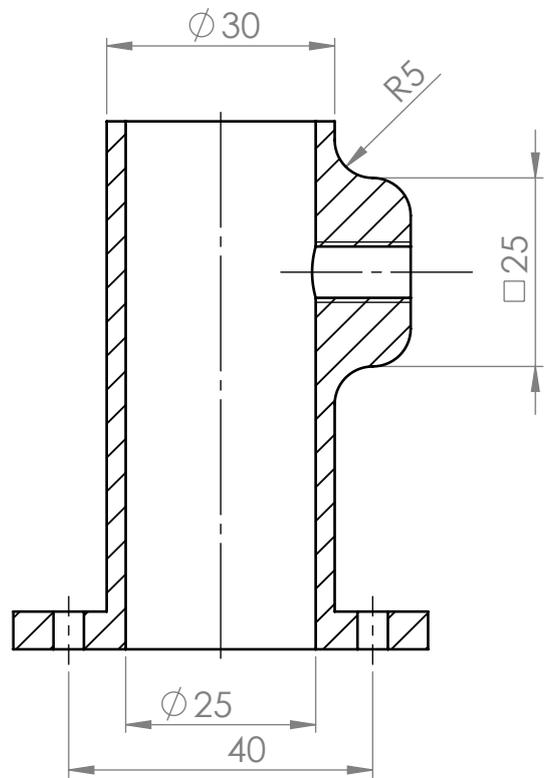
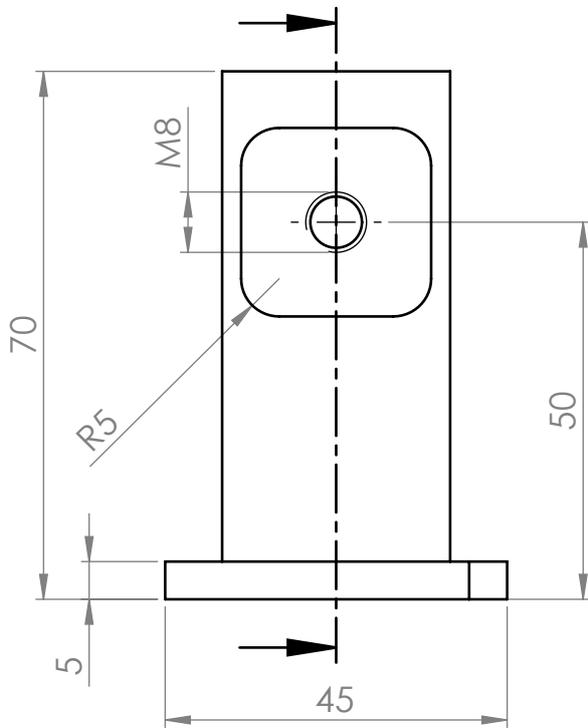
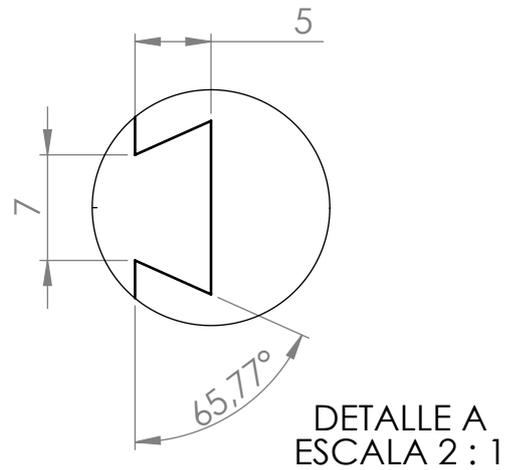
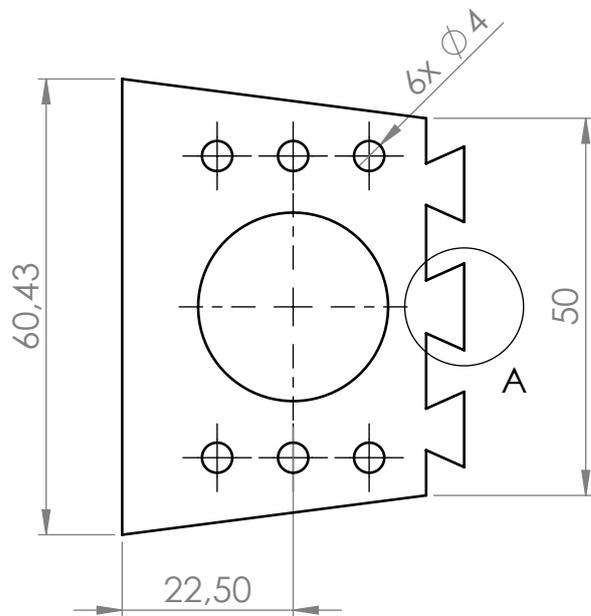
6	1	Soporte superior a guías			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:1	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.06

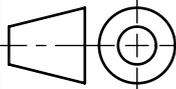


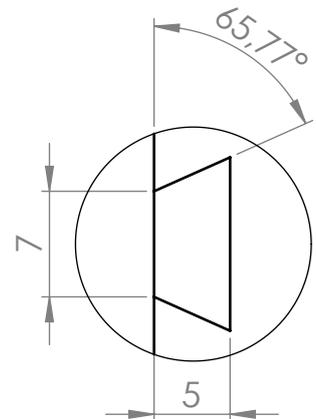
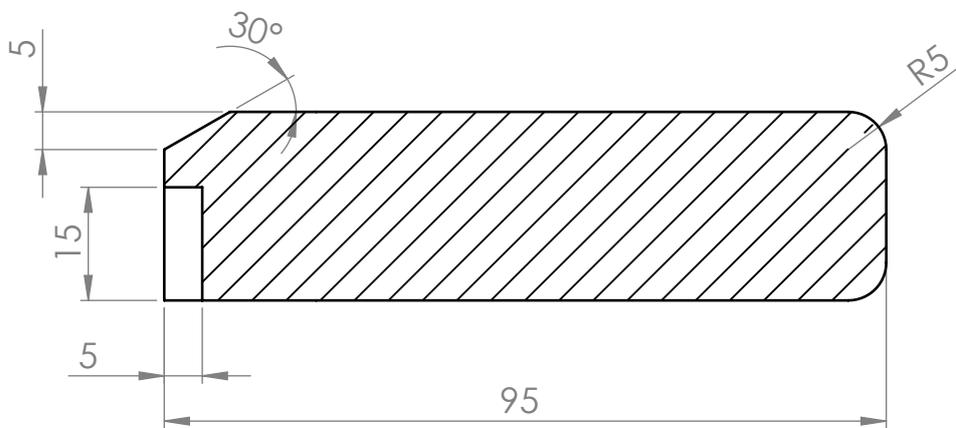
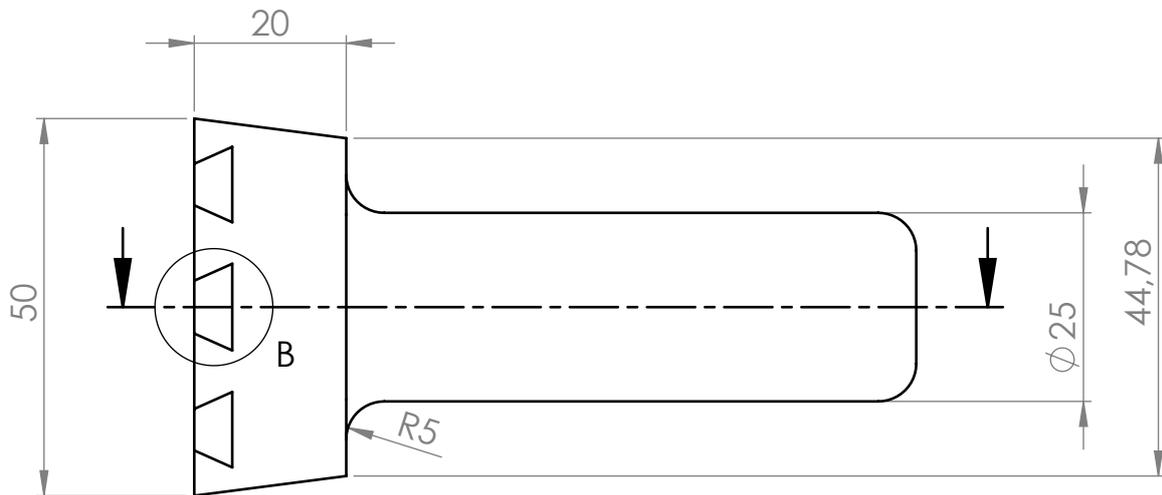
7	1	Seguro al soporte superior			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		SEGURO AL SOPORTE SUPERIOR			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.07



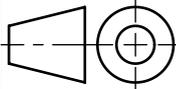
14	1	Soporte inferior a guías			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		SOPORTE INFERIOR A GUÍAS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.14

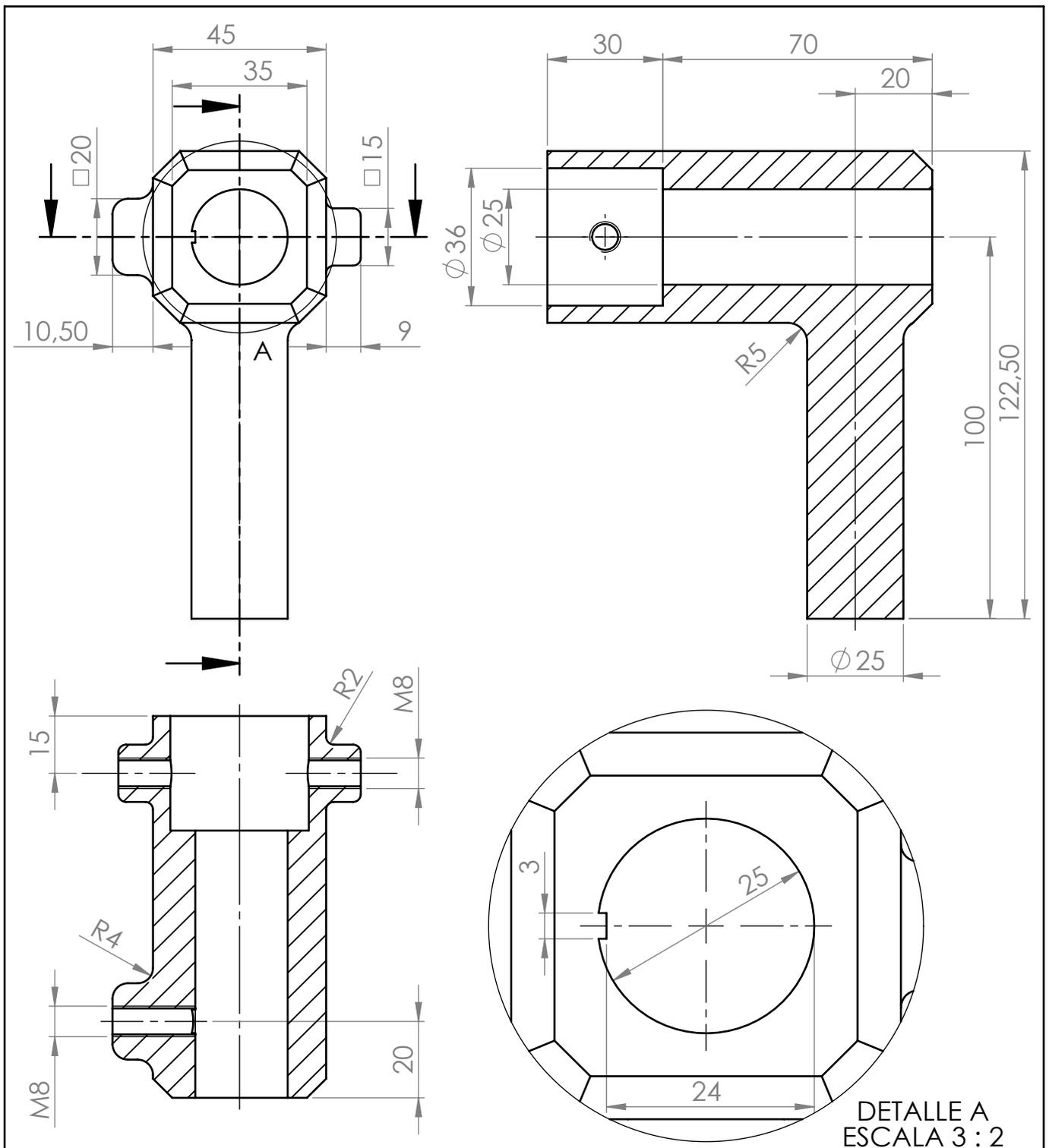


17	1	Soporte cuerpo del portacuchillas			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		SOPORTE CUERPO PORTACUCHILLAS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.17

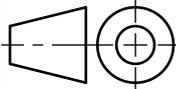


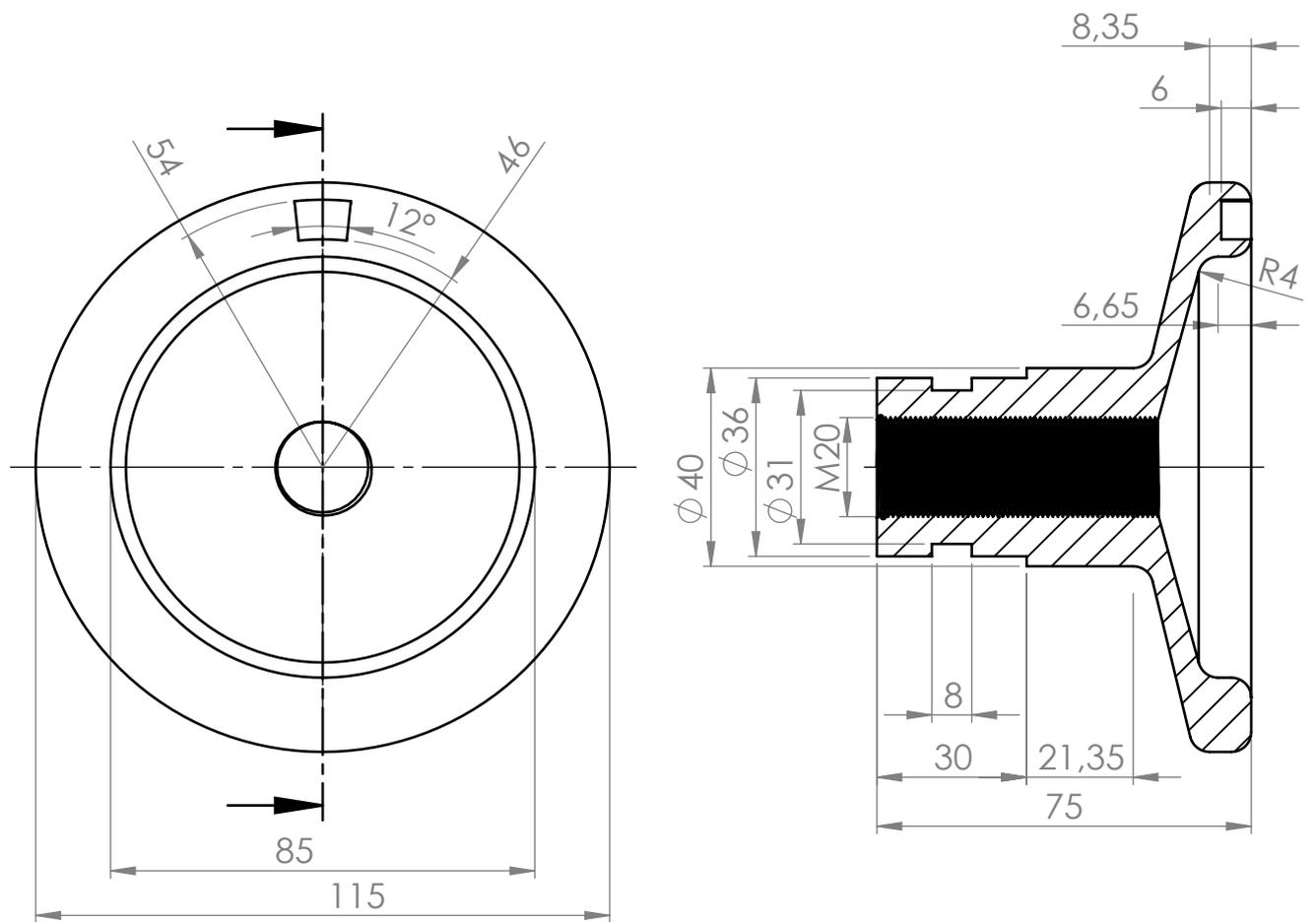
DETALLE B
ESCALA 2 : 1

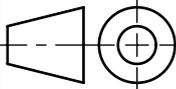
19	1	Sujeción cuerpo del compás			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:1	
Conjunto: TORNO				E.S.I.T.		
Subconjunto: COMPÁS				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
Título: SUJECIÓN CUERPO DEL COMPÁS				Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.04.00 Plano Nº: 1.04.19		

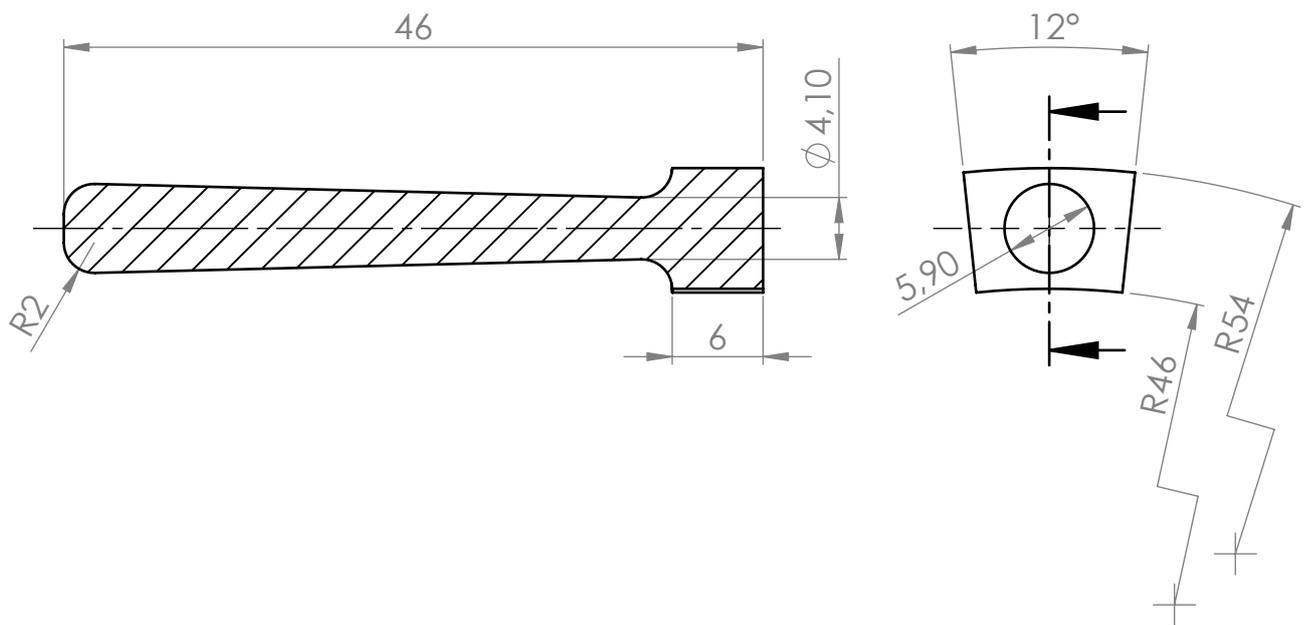


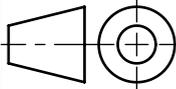
DETALLE A
ESCALA 3 : 2

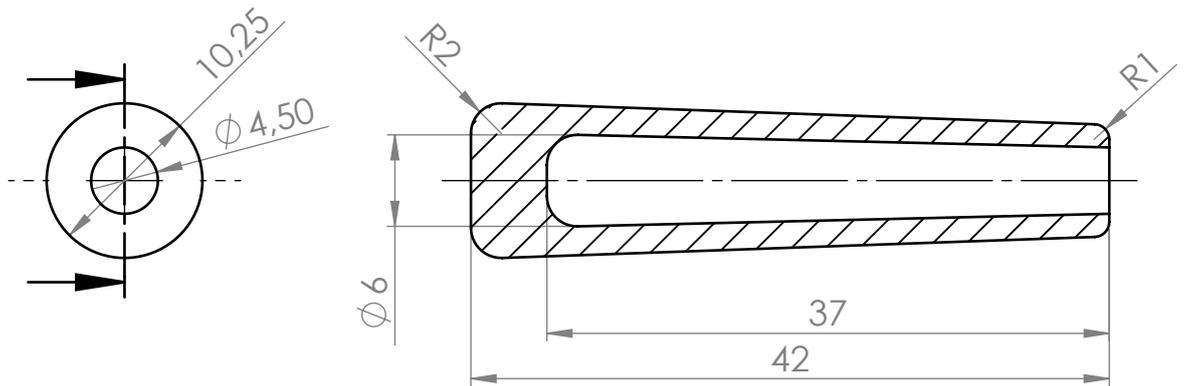
20	1	Cuerpo del portacuchillas			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
		Dibujado	30/05/16		HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	ESCALA:
		Comprobado	15/06/16		HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	2:3 
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		CUERPO DEL PORTACUCHILLAS			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.04.00 Plano Nº: 1.04.20	

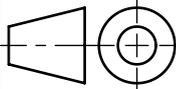


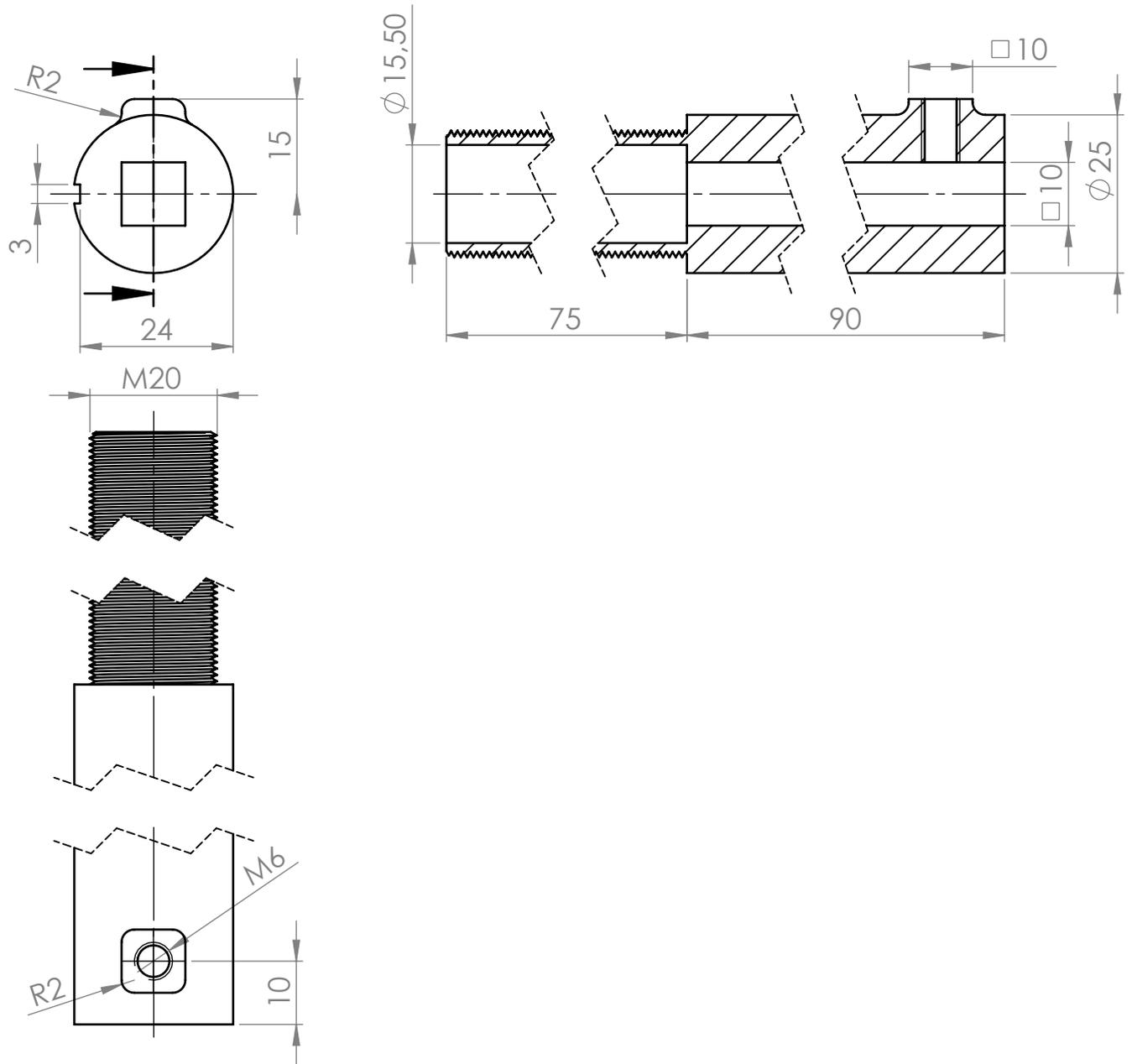
22	1	Disco de avance			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:3 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		DISCO DE AVANCE			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.04.00 Plano Nº: 1.04.22	

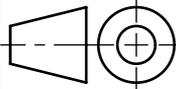


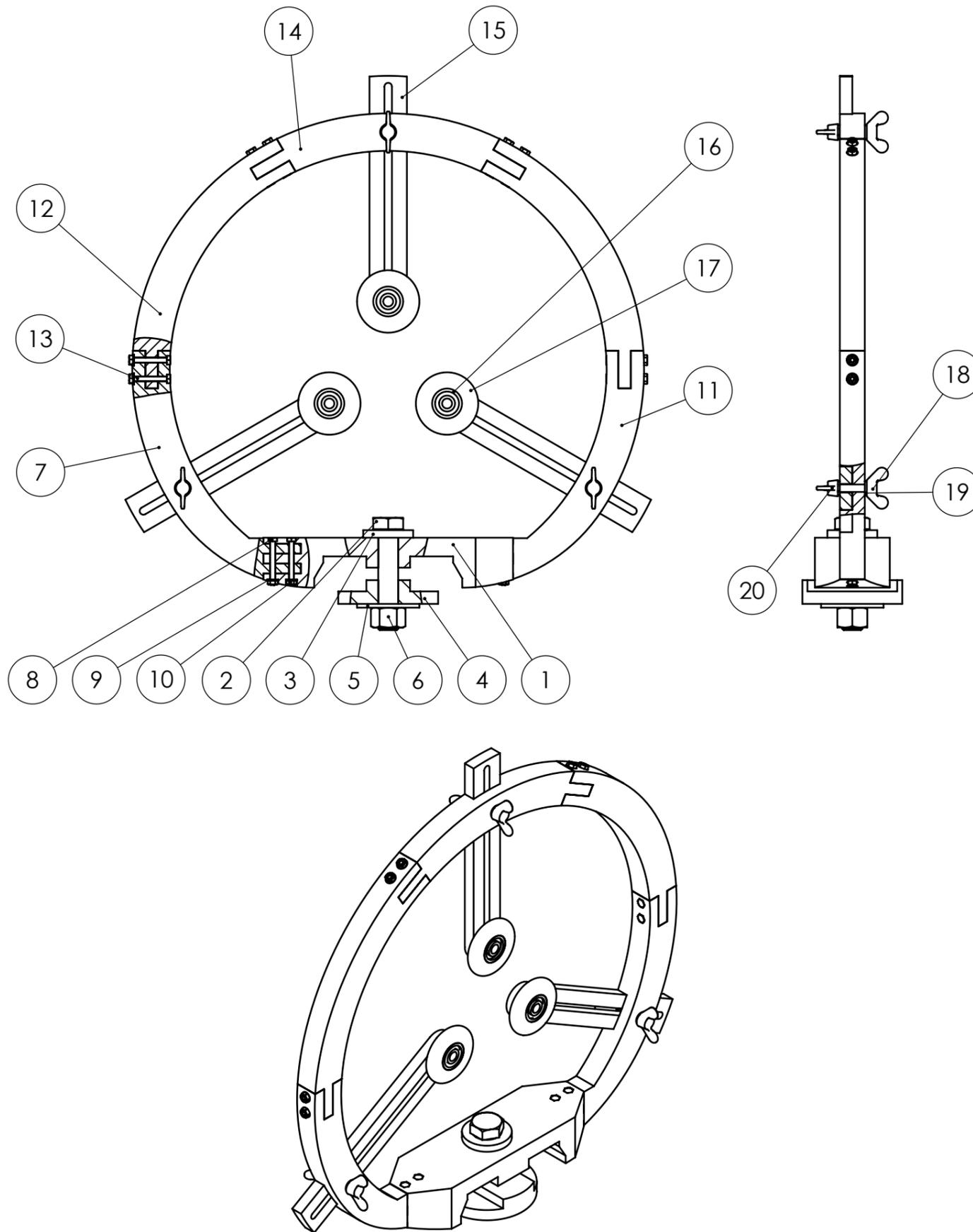
24	1	Base manivela de disco de avance			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		BASE MANIVELA DISCO DE AVANCE			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.24

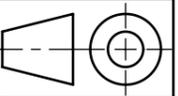


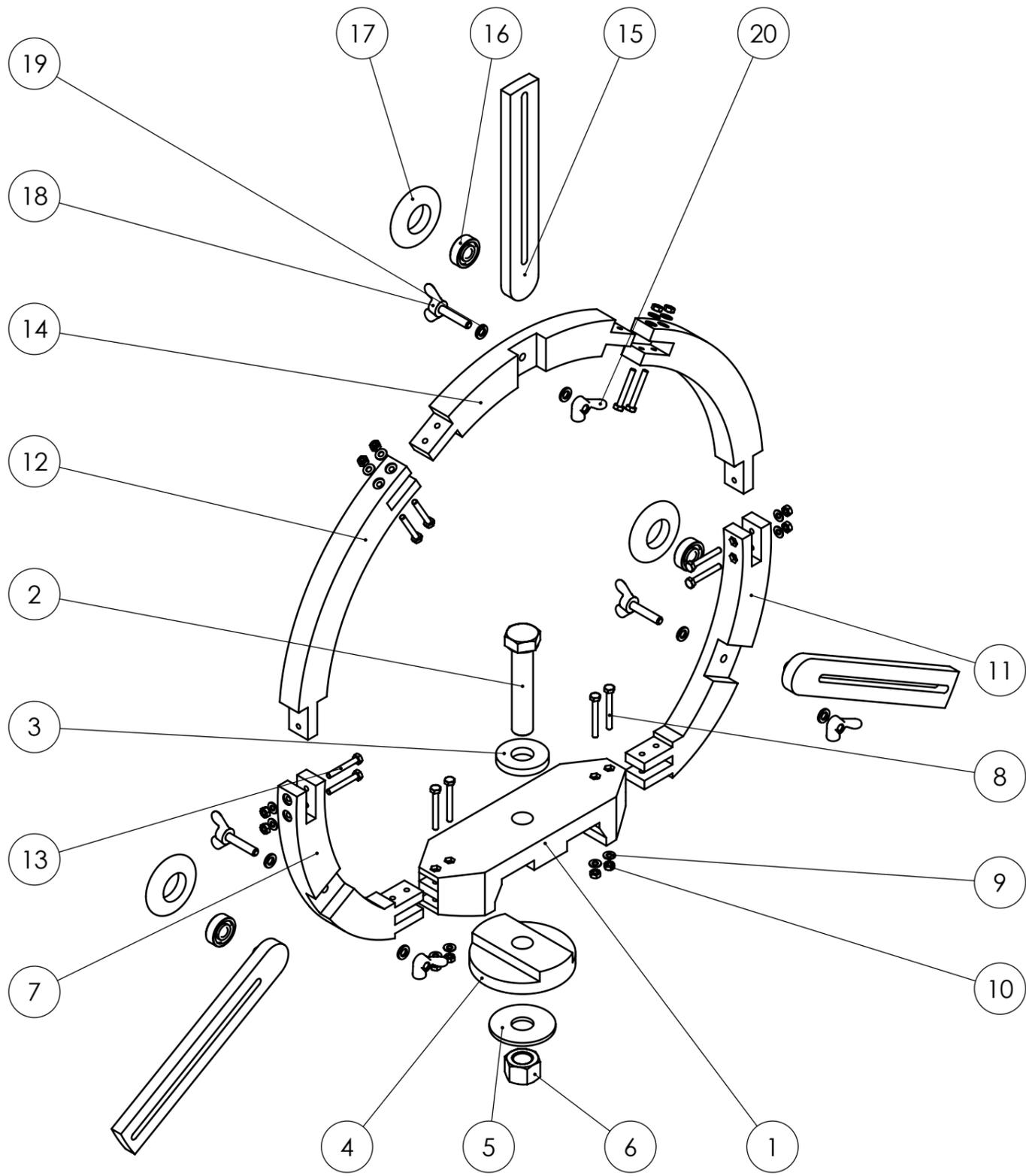
25	1	Manivela de disco de avance			NinjaFlex	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor		Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA: 2:1 	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		MANIVELA DE DISCO DE AVANCE			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.25

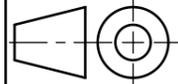


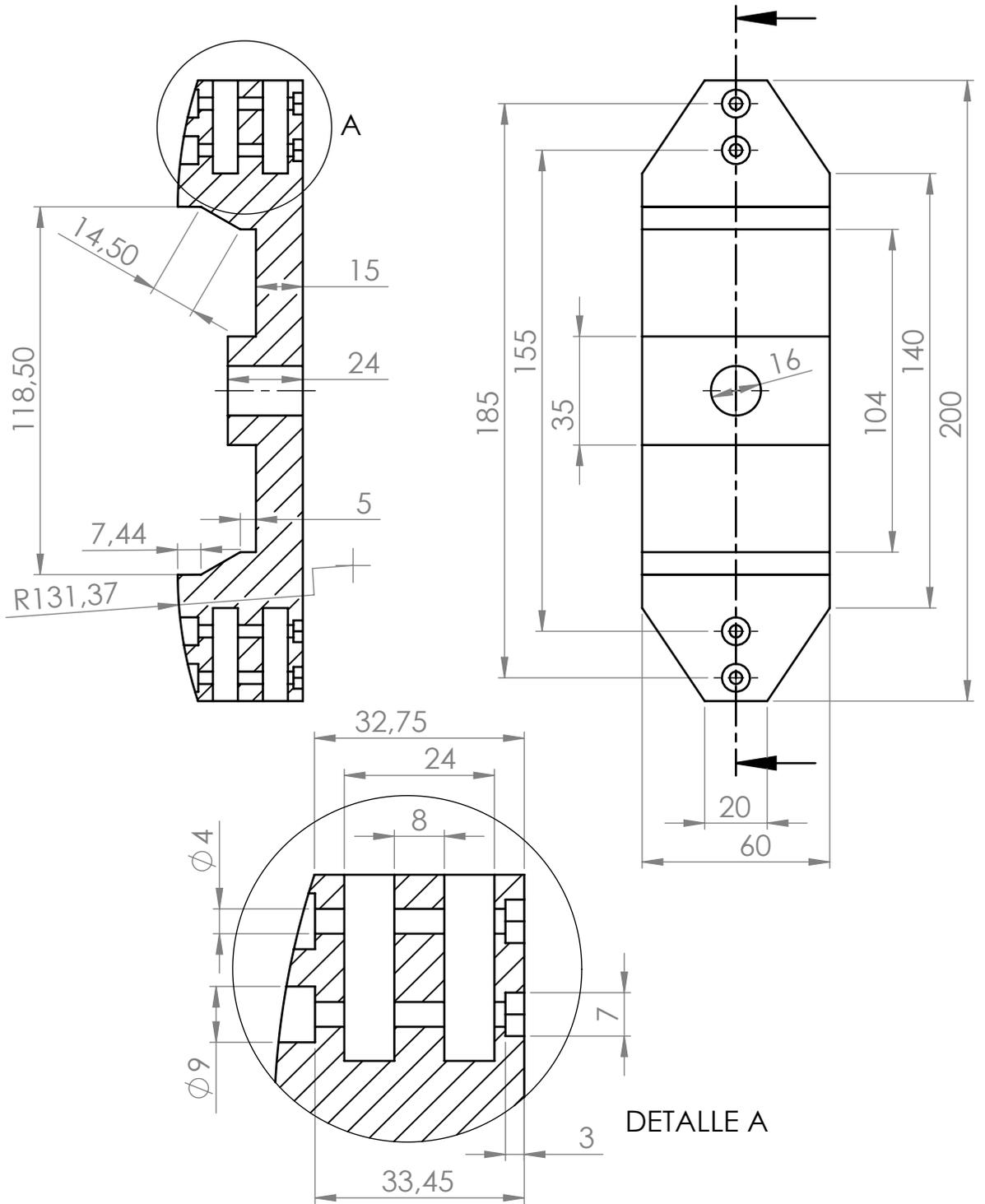
26	1	Tornillo de avance			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		COMPÁS			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		TORNILLO DE AVANCE			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.04.00
					Plano Nº:	1.04.26

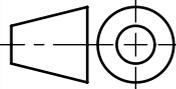


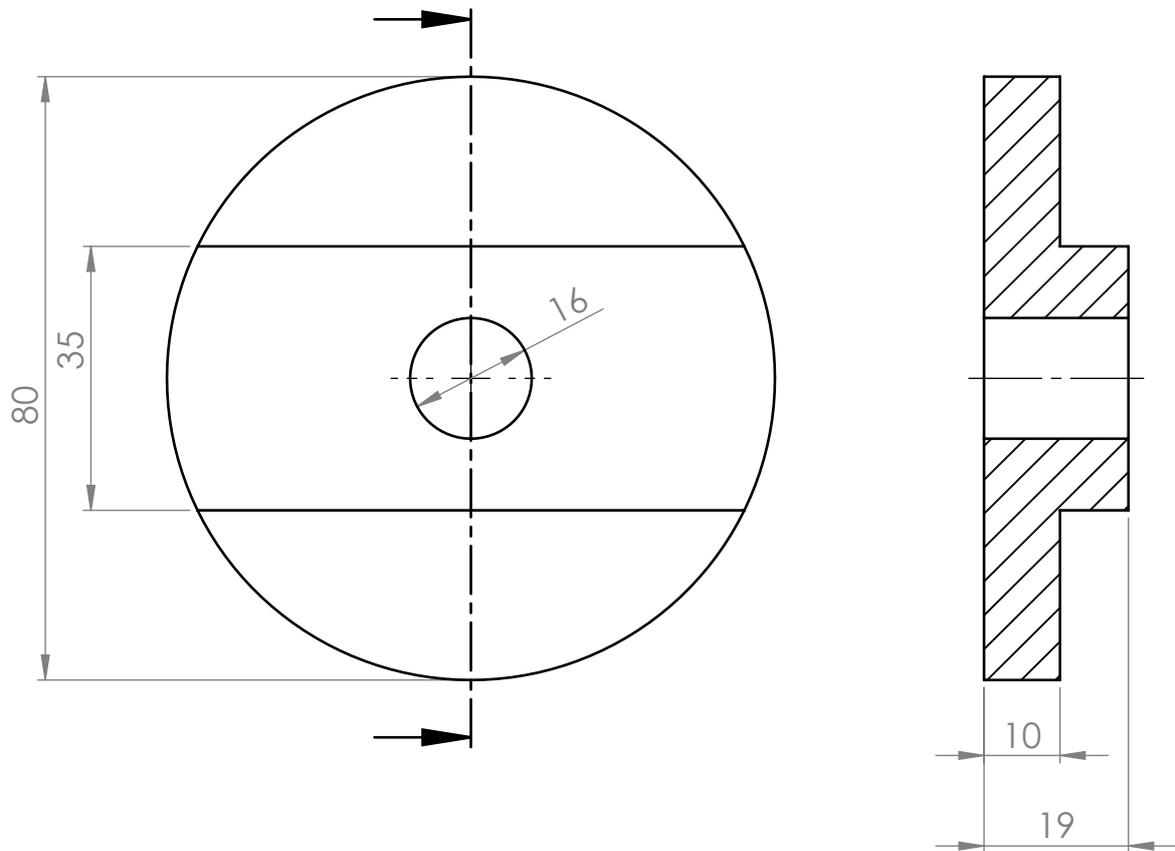
20	3	Tuerca mariposa M6	DIN 315	
19	6	Arandela plana Ø6	DIN 125	
18	3	Tornillo mariposa M6x30	DIN 316	
17	3	Rueda		NinjaFlex
16	3	Rodamiento 628ZZ - 8x24x8	ISO 15	
15	3	Soporte de agarre		PLA
14	1	Arco superior		PLA
13	8	Tornillo M4x30	DIN 933	
12	2	Arco unión superior		PLA
11	1	Arco inferior derecho		PLA
10	12	Tuerca M4	DIN 934	
9	12	Arandela plana Ø4	DIN 125	
8	4	Tornillo M4x35	DIN 933	
7	1	Arco inferior izquierdo		PLA
6	1	Tuerca M16	DIN 934	
5	1	Arandela ala ancha Ø16	DIN 9021	
4	1	Soporte inferior a guías		PLA
3	1	Tornillo M16x80x38	DIN 931	
2	1	Arandela plana Ø16	DIN 125	
1	1	Soporte superior a guías		PLA
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	ESCALA: 1:4 
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:		TORNO		E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Título:		LUNETAS		Conjunto Nº: 1.00.00
				Plano Nº: 1.05.00

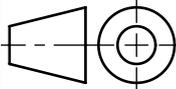


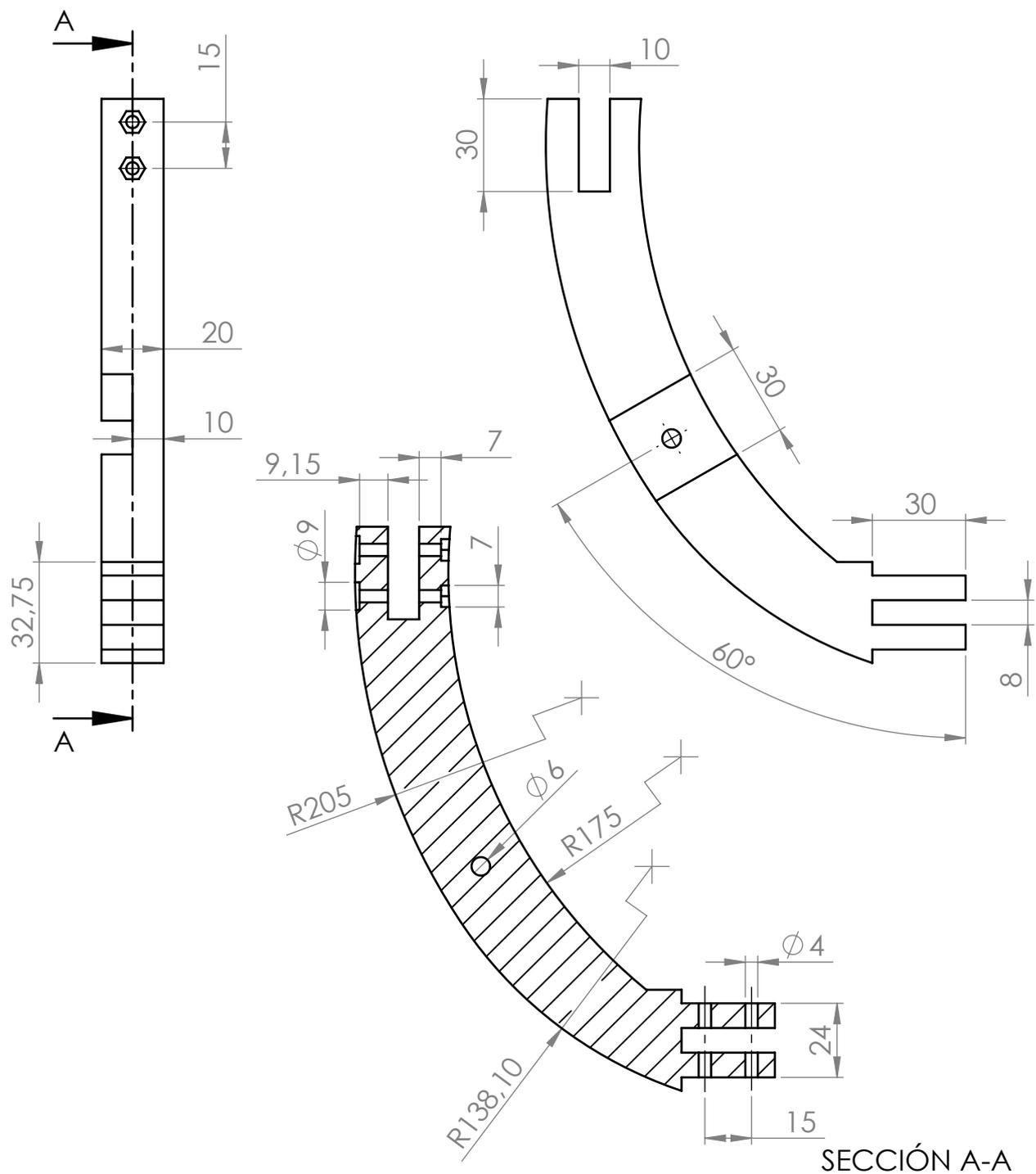
20	3	Tuerca mariposa M6	DIN 315	
19	6	Arandela plana Ø6	DIN 125	
18	3	Tornillo mariposa M6x30	DIN 316	
17	3	Rueda		NinjaFlex
16	3	Rodamiento 628ZZ - 8x24x8	ISO 15	
15	3	Soporte de agarre		PLA
14	1	Arco superior		PLA
13	8	Tornillo M4x30	DIN 933	
12	2	Arco unión superior		PLA
11	1	Arco inferior derecho		PLA
10	12	Tuerca M4	DIN 934	
9	12	Arandela plana Ø4	DIN 125	
8	4	Tornillo M4x35	DIN 933	
7	1	Arco inferior izquierdo		PLA
6	1	Tuerca M16	DIN 934	
5	1	Arandela ala ancha Ø16	DIN 9021	
4	1	Soporte inferior a guías		PLA
3	1	Tornillo M16x80x38	DIN 931	
2	1	Arandela plana Ø16	DIN 125	
1	1	Soporte superior a guías		PLA
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Autor	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m
				ESCALA: 1:4 
Dibujado	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA	 Universidad de La Laguna	
Comprobado	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		
Conjunto:				E.S.I.T.
TORNO EXPLOSIONADO LUNETA				ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
				Conjunto Nº: 1.00.00 Plano Nº: 1.05.S1



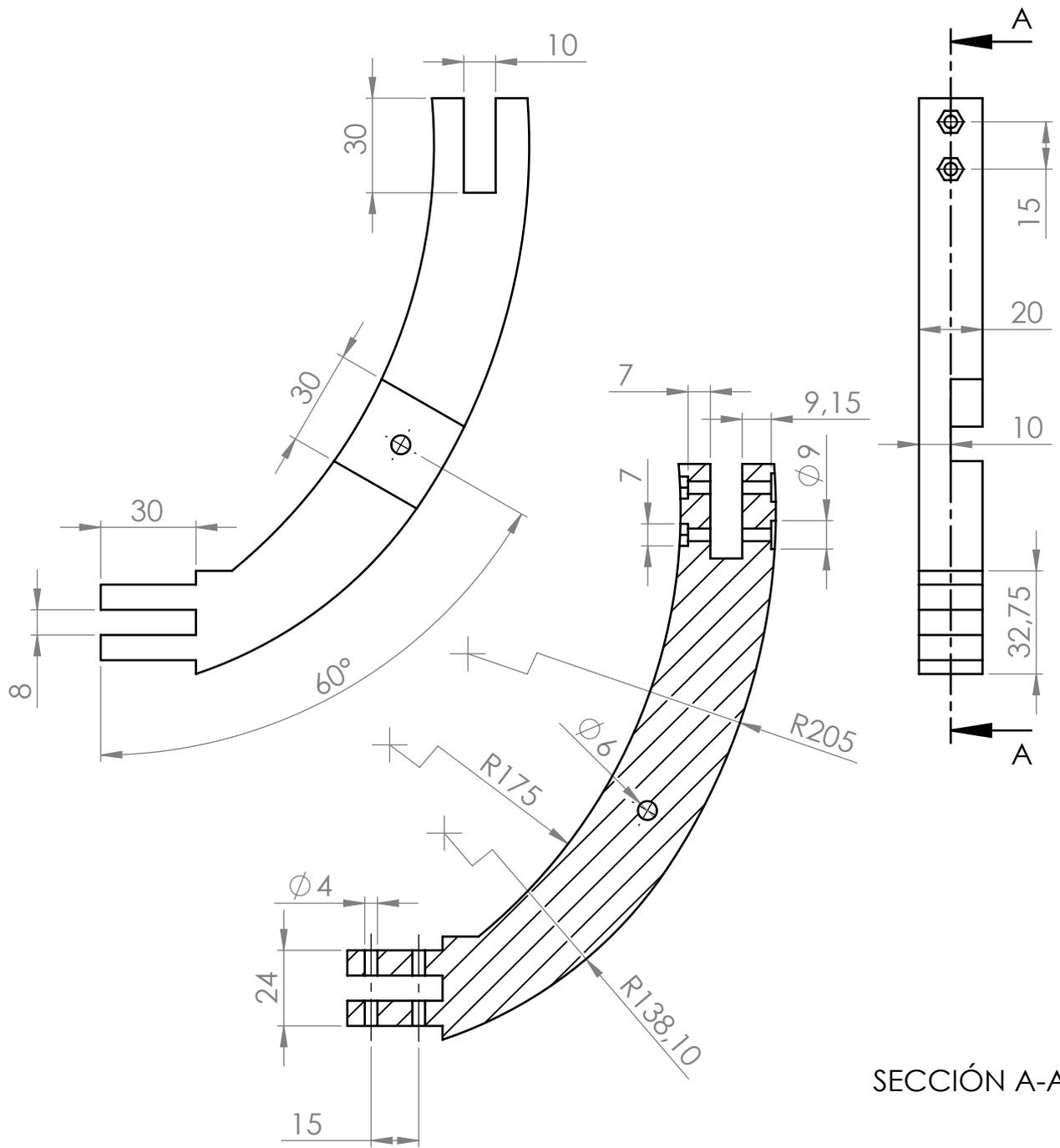
1	1	Soporte superior a guías			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:2	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETAS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		SOPORTE SUPERIOR A GUÍAS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.01

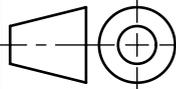


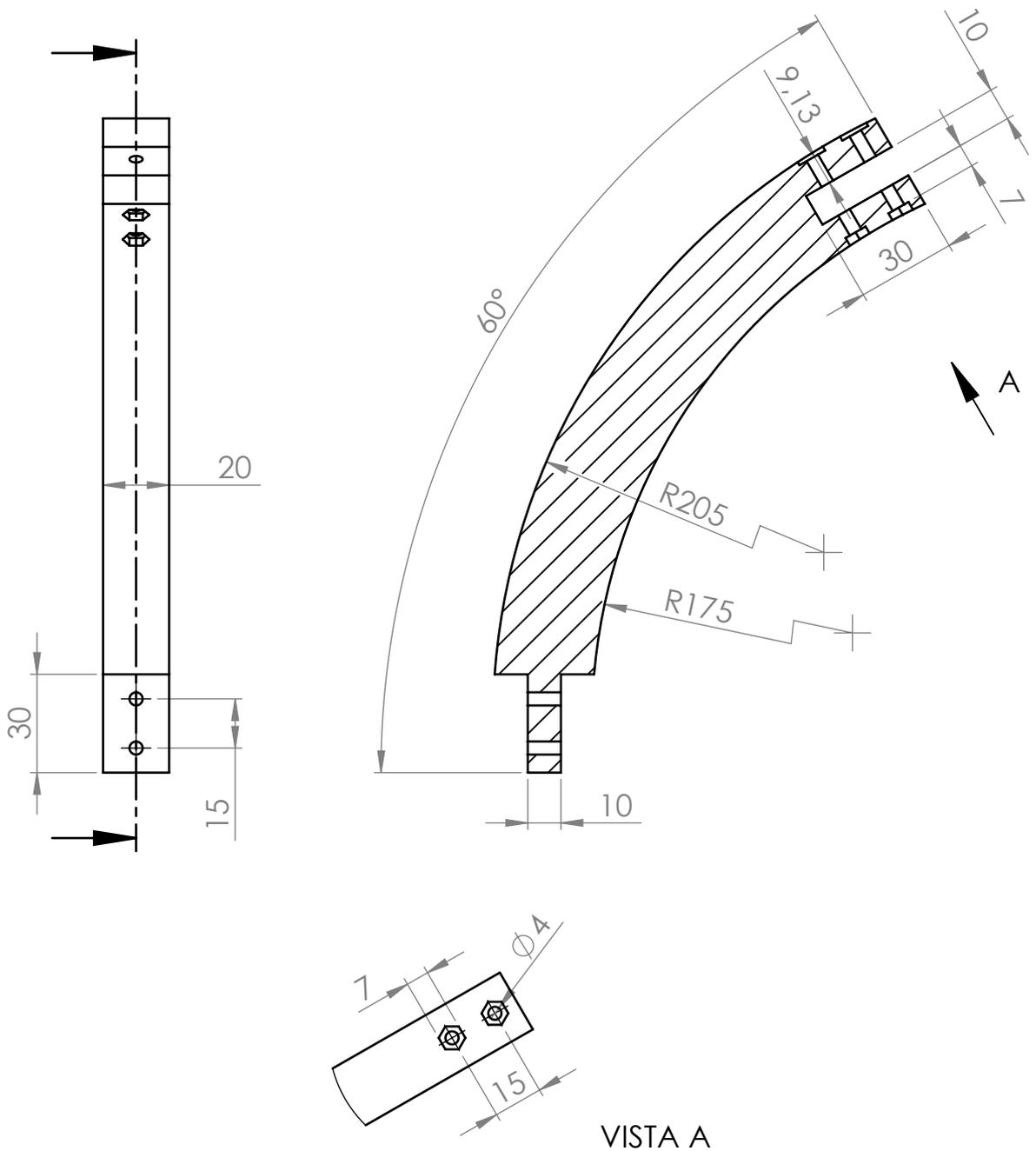
4	1	Soporte inferior a guías			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETAS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		SOPORTE INFERIOR A GUÍAS			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.04

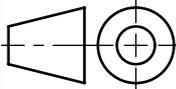


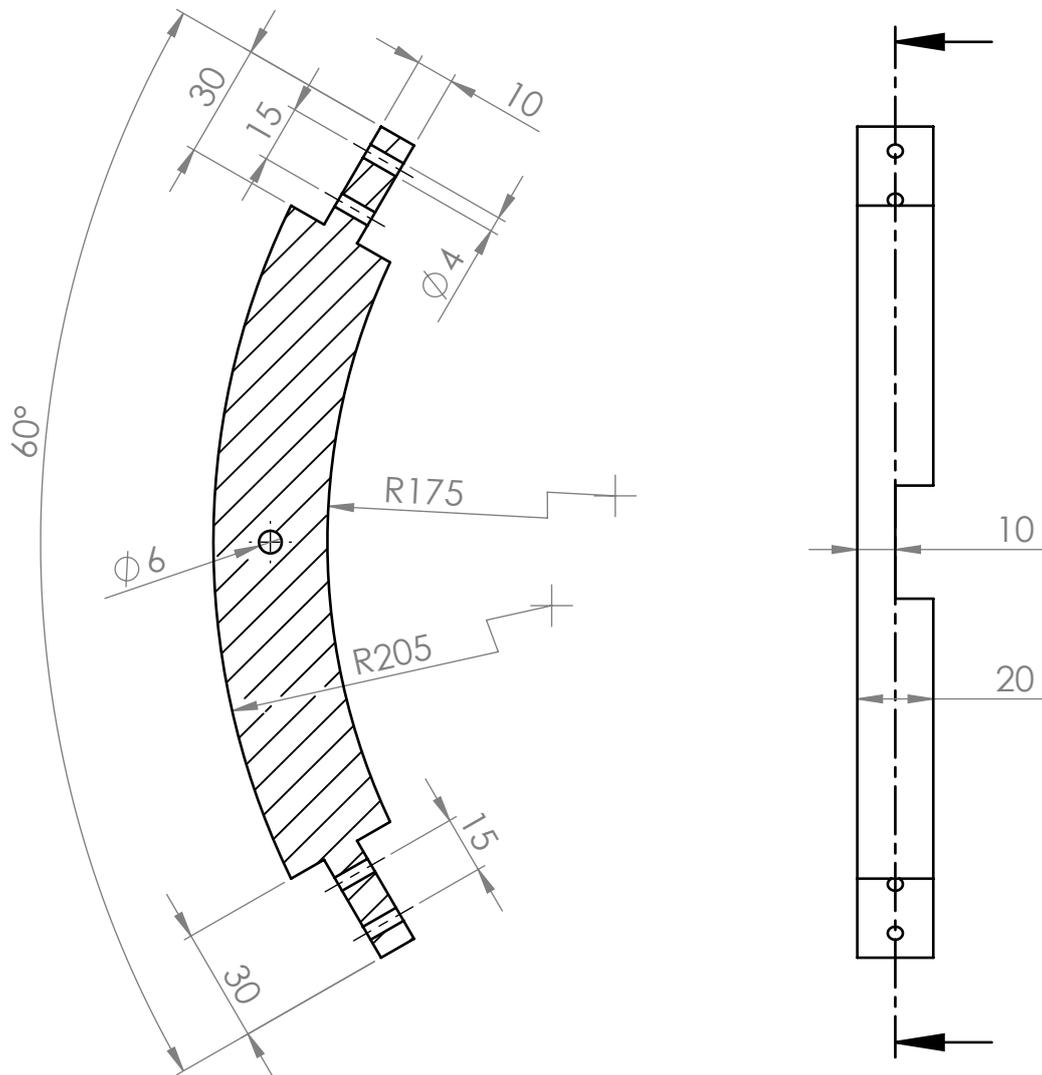
7	1	Arco izquierdo			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA:	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			1:2	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Subconjunto:		LUNETAS			Conjunto Nº:	1.00.00
Título:		ARCO IZQUIERDO			Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.07

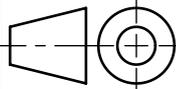


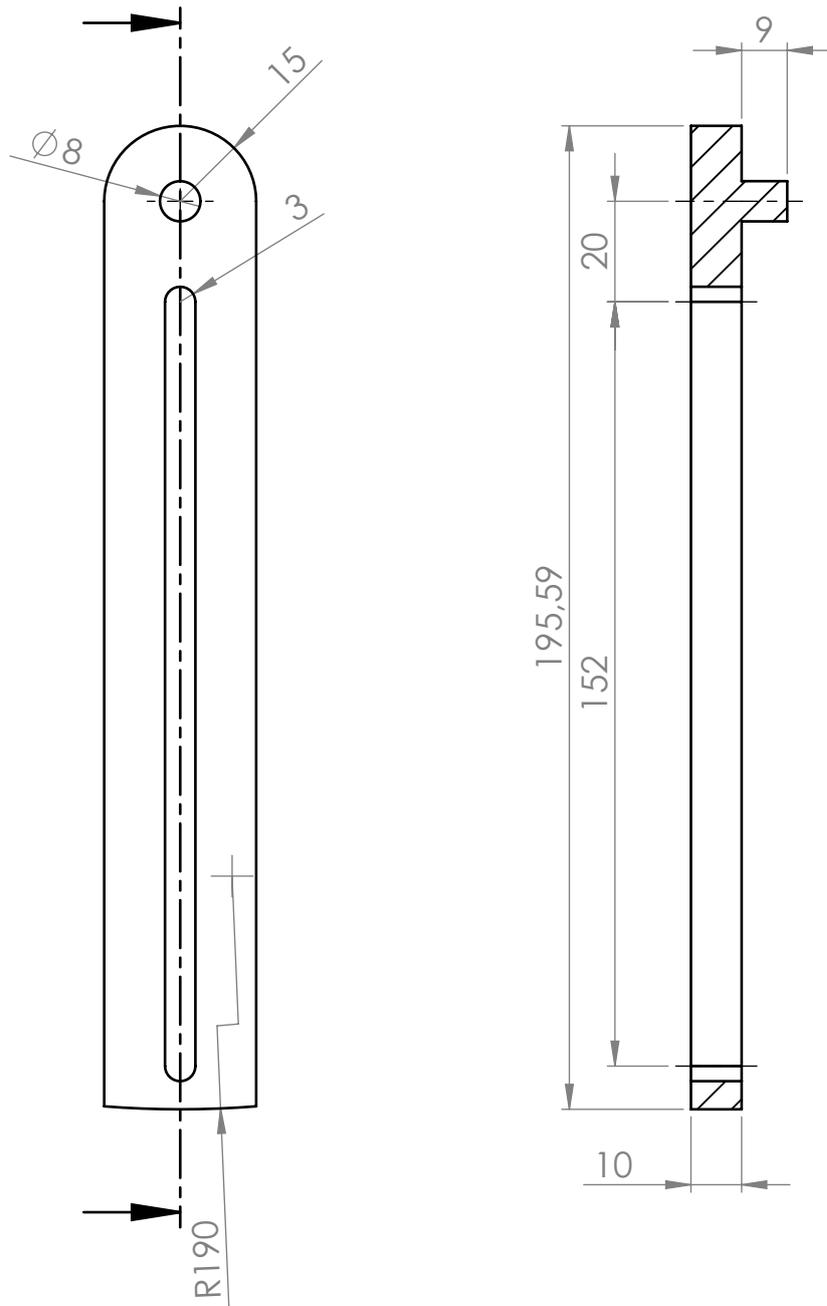
11	1	Arco derecho			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA:	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		1:2	
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		ARCO DERECHO			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.05.00 Plano Nº: 1.05.11	

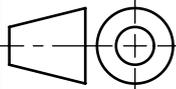


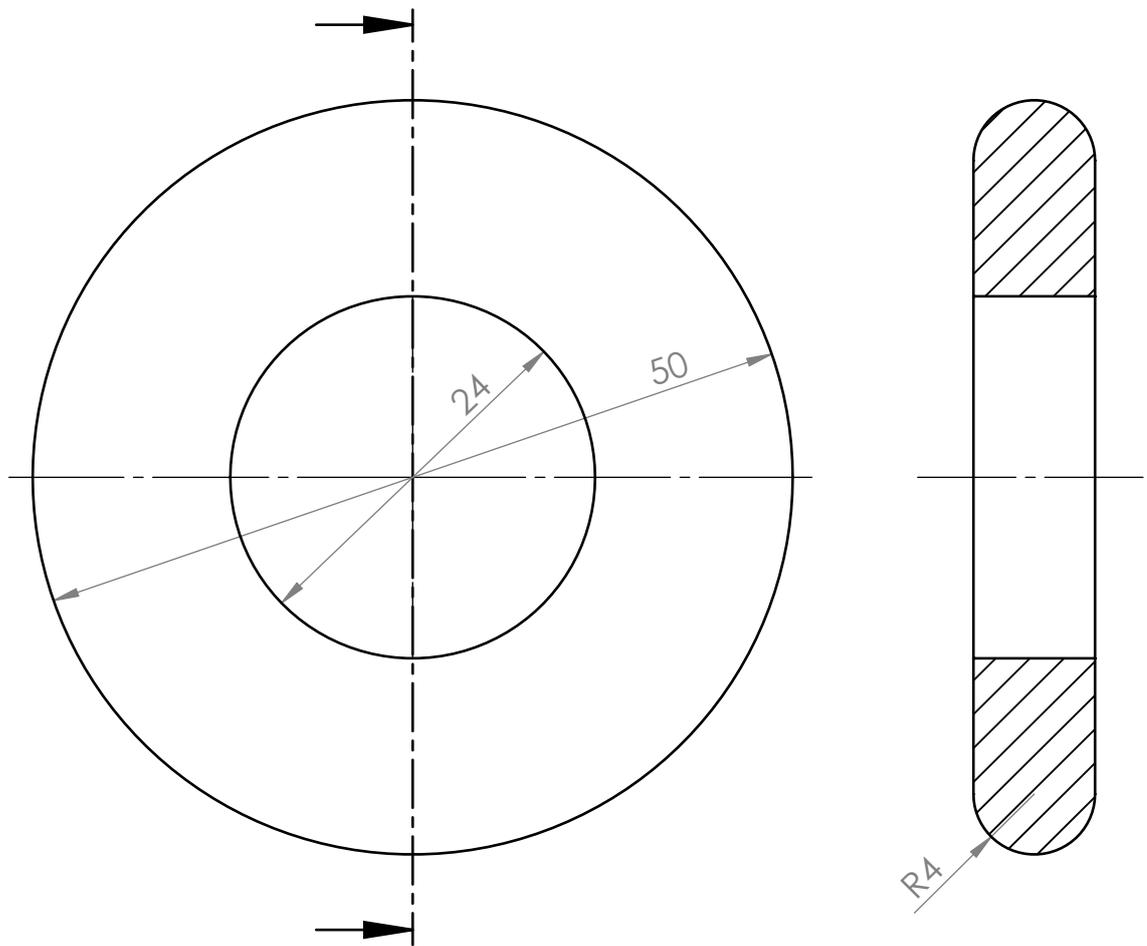
12	2	Arco unión superior			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 1:2 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETAS			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		ARCO UNIÓN SUPERIOR			Conjunto Nº: 1.00.00 Subconjunto Nº: 1.05.00 Plano Nº: 1.05.12	

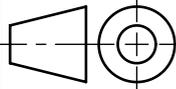


14	1	Arco superior			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>		30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA		ESCALA: 1:2 	
<i>Comprobado</i>		15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Título:		ARCO SUPERIOR			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.14



15	3	Soporte de agarre			PLA	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:3 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T.	
Subconjunto:		LUNETA			<i>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</i>	
Título:		SOPORTE DE AGARRE			Conjunto Nº:	1.00.00
					Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.15



17	3	Rueda			NinjaFlex	
Marca	Nº de Piezas	Designación y observaciones		Norma	Material y medidas	
		Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	Tol. no indicadas UNE-EN 22768-m	
<i>Dibujado</i>	30/05/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA			ESCALA: 2:1 	
<i>Comprobado</i>	15/06/16	HUMBERTO J. GLEZ. OLIVERA				
Conjunto:		TORNO			E.S.I.T. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Subconjunto:		LUNETA			Conjunto Nº:	1.00.00
Título:		RUEDA			Subconjunto Nº:	1.05.00
					Plano Nº:	1.05.17



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

PRESUPUESTO

**DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON
ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D**

HUMBERTO JOSÉ GONZÁLEZ OLIVERA

La Laguna, SEPTIEMBRE de 2016

Capítulo 1 ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D					
Cód.	Descripción	Medición		Precio	Importe
1.1	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'25mm, material PLA. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.				
	Comentario	Uds.	Peso (g)	Precio (€/g)	
	Marca 1.04.02 – Cuerpo primero del compás	1	54,07		
	Marca 1.04.03 – Cuerpo segundo del compás	1	36,13		
	Marca 1.04.06 – Soporte superior a guías	1	79,14		
	Marca 1.04.07 – Seguro al soporte superior	1	36,73		
	Marca 1.04.14 – Soporte inferior a guías	1	39,53		
	Marca 1.04.17 – Soporte cuerpo portacuchillas	1	29,32		
	Marca 1.04.19 – Sujeción cuerpo del compás	1	28,46		
	Marca 1.04.20 – Cuerpo del portacuchillas	1	86,30		
	Marca 1.04.24 – Base manivela de disco avance	1	1,97		
	Marca 1.05.01 – Soporte superior a guías	1	126,73		
	Marca 1.05.04 – Soporte inferior a guías	1	39,53		
	Marca 1.05.07 – Arco izquierdo	1	63,64		
	Marca 1.05.11 – Arco derecho	1	63,64		
	Marca 1.05.12 – Arco unión superior	2	63,10		
	Marca 1.05.14 – Arco superior	1	56,61		
	Marca 1.05.15 – Soporte de agarre	3	36,07		
			976,21	0,35	
				Subtotal:	341,67 €
1.2	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'15mm, material PLA. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.				
	Comentario	Uds.	Peso (g)	Precio (€/g)	
	Marca 1.04.22 – Disco de avance	1	100,44		
	Marca 1.04.26 – Tornillo de avance	1	35,33		
			135,77	0,35	
				Subtotal:	47,52 €
1.3	Piezas impresas mediante impresora MakerBot Replicator 2, según archivos STL con relleno del 20% y resolución de 0'25mm, material NinjaFlex. Incluye soporte de impresión y acabado de la pieza.				
	Comentario	Uds.	Peso (g)	Precio (€/g)	
	Marca 1.04.25 – Manivela de disco de avance	1	2,19		
	Marca 1.05.17 – Rueda	3	9,35		
			30,24	0,35	
				Subtotal:	10,58 €
Total Capítulo 1 - ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D					399,78 €

Capítulo 2		ELEMENTOS MECANIZADOS		
Cód.	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Pletina de acero mecanizada según plano. Incluye taladrado, roscado interior y acabado.			
	Comentario	Uds.	Precio (€)	
	Marca 1.04.01 – Pletina de unión	1	31,26	
			Subtotal:	31,26 €
Total Capítulo 2 - ELEMENTOS MECANIZADOS				31,26 €

Capítulo 3		ELEMENTOS COMERCIALES		
Cód.	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Tornillería normalizada según se indica en planos y descompuesto.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.04.05 – Tornillo hexagonal M6x16 DIN 933 – 8.8	8	0,051	0,408
	Marca 1.04.28 – Tornillo cabeza hueca hexagonal M6x16 DIN 912 – 8.8	1	0,054	0,054
			Subtotal:	0,46 €
3.2	Tornillería de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.04.18 – Tornillo hexagonal M4x20 DIN 933 – 6.8	6	0,039	0,234
	Marca 1.04.08 – Tornillo hexagonal M4x25 DIN 933 – 6.8	4	0,040	0,160
	Marca 1.05.13 – Tornillo hexagonal M4x30 DIN 933 – 6.8	8	0,051	0,408
	Marca 1.04.09 – Tornillo hexagonal M4x35 DIN 933 – 6.8	4	0,048	0,192
	Marca 1.05.08 – Tornillo hexagonal M4x35 DIN 933 – 6.8	4	0,048	0,192
	Marca 1.05.18 – Tornillo mariposa M6x30 DIN 316	3	0,285	0,855
	Marca 1.04.23 – Tornillo hexagonal M8x15 DIN 933 – 6.8	2	0,066	0,132
	Marca 1.04.13 – Tornillo hexagonal M16x80 DIN 931	1	0,852	0,852
	Marca 1.05.03 – Tornillo hexagonal M16x80 DIN 931	1	0,852	0,852
			Subtotal:	3,88 €

3.3	Arandela de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.04.10 – Arandela plana Ø4 DIN 125	20	0,030	0,600
	Marca 1.05.09 – Arandela plana Ø4 DIN 125	12	0,030	0,360
	Marca 1.04.04 – Arandela plana Ø6 DIN 125	8	0,009	0,072
	Marca 1.05.19 – Arandela plana Ø6 DIN 125	6	0,009	0,054
	Marca 1.04.12 – Arandela plana Ø16 DIN 125	1	0,150	0,150
	Marca 1.05.02 – Arandela plana Ø16 DIN 125	1	0,150	0,150
	Marca 1.04.15 – Arandela ala ancha Ø16 DIN 9021	1	0,250	0,250
	Marca 1.05.05 – Arandela ala ancha Ø16 DIN 9021	1	0,250	0,250
			Subtotal:	1,89 €
3.4	Tuerca de Zinc normalizada según se indica en planos y descompuesto.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.04.11 – Tuerca M4 DIN 934 – 6.8	14	0,008	0,112
	Marca 1.05.10 – Tuerca M4 DIN 934 – 6.8	12	0,008	0,096
	Marca 1.05.20 – Tuerca mariposa M6 DIN 315	3	0,108	0,324
	Marca 1.04.16 – Tuerca M16 DIN 934 – 6.8	1	0,144	0,144
	Marca 1.05.06 – Tuerca M16 DIN 934 – 6.8	1	0,144	0,144
			Subtotal:	0,82 €
3.5	Empuñadura graduable comercial marca TECNODIN.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.04.21 – Empuñadura graduable Tecnodin M8x15	1	4,34	4,34
	Marca 1.04.27 – Empuñadura graduable Tecnodin M8x30	1	4,44	4,44
			Subtotal:	8,78 €
3.6	Rodamiento rígido de bolas 628 (ISO 15) comercial de NSK.			
	Comentario	Uds.	Precio (€/ud)	Coste (€)
	Marca 1.05.16 – Rodamiento 628ZZ - 8x24x8	3	8,65	
			Subtotal:	25,95 €
	Total Capítulo 3 - ELEMENTOS COMERCIALES			41,78 €

RESUMEN DE PRESUPUESTO: DISEÑO DE TORNO DE MADERA, CON ELEMENTOS REPLICADOS EN IMPRESORA 3D	
Capítulo	Importe
1 ELEMENTOS REPLICADOS CON IMPRESIÓN 3D	399,78 €
2 ELEMENTOS MECANIZADOS	31,26 €
3 ELEMENTOS COMERCIALES	41,78 €
Total	472,82 €

El Presupuesto asciende a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS.

LA LAGUNA, A 30 DE JUNIO DE 2016

