



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA
DE PULIDO DE PROBETAS
METÁLICAS.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Grado Grado en Ingeniería Mecánica,
Universidad de La Laguna

Tutoras María M. Laz Pavón, María Hernández
Molina

Área Área de Ciencia de Materiales e
Ingeniería Metalúrgica.

Encargado por Escuela Superior de Ingeniería y
Tecnología.

Dirección Avenida Astrofísico Francisco Sánchez
s/n 38200 La Laguna. Santa Cruz de
Tenerife

Autor Aníbal Rosales Quintero

Titulación Grado en Ingeniería Mecánica

DNI 42224128-S

Dirección Calle San Nicolás, Sin Número, Bloque
2, Portal K, Bajo Izquierda. San Cristóbal
de La Laguna.

**Teléfono de
contacto** 922619513

**Encargado a
Fecha** Aníbal Rosales Quintero
Junio de 2021



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ÍNDICE GENERAL

**Automatización del sistema de pulido de probetas
metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETO.....	11
2. AIM.....	11
3. ALCANCE.....	11
4. SCOPE.....	11
5. ANTECEDENTES.....	12
5.1 Análisis metalográfico.....	12
5.2 Preparación de las probetas.....	12
5.3 Análisis bajo el microscopio óptico.....	19
5.4 Sistema LABOPOL 20.....	21
6. NORMAS Y REFERENCIAS.....	24
6.1 Referencias Online:.....	24
6.2 Normativa y reglamentos aplicados:.....	25
6.3 Bibliografía:.....	26
6.4 Catálogos:.....	26
6.5 Software.....	28
- Diseño asistido por ordenador tipo CAD:.....	28
- Procesadores de hojas de cálculo y texto:.....	28
7. REQUISITOS DE DISEÑO.....	28
7.1 Tamaños nominales de las probetas metálicas.....	29
7.2 Altura mínima del plato portamuestras.....	31
7.3 Posición del plato portamuestras.....	32
7.4 Dimensiones para el plato portamuestras.....	34
7.5 Grosor del adaptador.....	36
7.6 Sujeciones de accionamiento manual para las probetas.....	39
8. RESULTADOS FINALES.....	40
8.1 Elementos del sistema.....	41
8.2.1 Plato nivelador.....	41
8.2.2 Plato porta-muestras.....	43
8.2.3 Sujeciones de las probetas.....	45
8.2.4 Sistema de mordaza.....	46
8.2.5 Eje de la mordaza.....	49
8.2.6 Transmisión de potencia.....	53
8.2.6.1 Sistema de transmisión de potencia en el brazo LABOFORCE.....	55
8.2.6.1 Engranajes cónicos rectos.....	55

8.2.7	Rodamientos.....	59
8.2.8	Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón cónico recto.....	64
8.2.9	Anillas de sujeción.....	65
8.2.10	Motor eléctrico y accesorios.....	67
8.2.11	Componentes eléctricos.....	71
8.2.12	Bastidor.....	74
8.2.13	Soporte del bastidor.....	74
8.2.14	Cubierta.....	77
8.2.15	Tornillería.....	80
9.	PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Varilla de aleación metálica sin cortar. Fuente: Propia.....	13
Figura 2: Detalle de diferentes probetas metálicas. Fuente: Propia.....	14
Figura 3: Ejemplo de orden de papeles de esmerilado para el desbaste, de menor a mayor tamaño. Fuente: Propia.....	14
Figura 4: Papel de esmerilado circular para utilizar con las pulidoras, marca Struers. Fuente: Propia.....	15
Figura 5: Pulidora modelo LABOPOL, marca Struers. Fuente: Propia.....	15
Figura 6: Arriba: Disco laminar fino. Abajo: Discos de papel de fieltro circular de diferentes colores. Fuente: Propia.....	16
Figura 7: Pulidora LABOPOL-5 con un disco laminar y el disco de fieltro azul en el plato pulidor. Fuente: Propia.....	16
Figura 8: Recipientes de suspensión de alúmina de diferentes tamaños de grano De izquierda a derecha: 5 μm , 1 μm y 0,3 μm . Fuente: Propia.....	17
Figura 9: Reactivos más frecuentes para los ataques químicos. [3].....	18
Figura 10: Ejemplo de preparación para un ataque químico con Nital. Fuente: Propia. 19	
Figura 11: Esquema de funcionamiento de un microscopio de reflexión. Fuente: www.equiposylaboratorio.com/	20
Figura 12: Microscopio del laboratorio de materiales de la ULL, conectado a un monitor y un ordenador portátil. Fuente: Propia.....	20
Figura 13: Sistema de pulido LABOPOL 20 con brazo LABOFORCE. Fuente: Propia.	22
Figura 14: Detalle del brazo sobre el plato de la pulidora, con las probetas en posición. Fuente: Propia.....	23
Figura 15: Detalle del levantamiento del tornillo para introducir la probeta. Fuente: Propia.....	24
Figura 16: Detalle de la rueda de ajuste de las probetas. Fuente: Propia.....	24
Figura 17: Medición del diámetro exterior de una probeta de latón seleccionada. Fuente: Propia.....	29
Figura 18: Alzado de la posición y el espacio entre plato portamuestras y plato de la pulidora. Fuente: Propia.....	31
Figura 19: Planta de LABOPOL 20, rotulada. Fuente: Propia.....	32
Figura 20: Posiciones y distancias en la LABOPOL20 en planta (longitudes en mm). Fuente: Propia.....	32
Figura 21: Posición y tamaño del plato portamuestras sobre el plato de la pulidora. Fuente: Propia.....	33

Figura 22: Puntos de contacto y apoyo (rojo) y fuerza ejercida por el tornillo de sujeción (verde). Fuente: Propia.....	34
Figura 23: Dimensión de probeta máxima que se puede alojar en el orificio del plato porta-muestras. Fuente: Propia.....	35
Figura 24: Dimensiones generales del plato portamuestras. Fuente: Propia.....	35
Figura 25: Fuerza de rozamiento de la probeta según sentido de giro. Fuente: Propia. _	37
Figura 26: Vista lateral de una probeta insertada en los orificios. Fuente: Propia.....	37
Figura 27: Vista en planta de una probeta insertada en el orificio. Fuente: Propia.....	38
Figura 28: Vista isométrica y perfil del plato con 15 mm de grosor. Fuente: Propia.....	39
Figura 29: Posición de probetas en los orificios del porta-muestras. Fuente: Propia.....	39
Figura 30: Detalle de sujeción manual con una probeta. Fuente: Propia.....	40
Figura 31: Conjunto del sistema de pulido. Fuente: Propia.....	41
Figura 32: Plato nivelador de las probetas. Fuente: Propia.....	43
Figura 33: Detalles del plato porta-muestras. Fuente: Propia.....	44
Figura 34: Modelo inicial propuesto para la sujeción del plato portamuestras. Fuente: Propia.....	45
Figura 35: Geometría rectangular para transmisión de par. Fuente: Propia.....	45
Figura 36: Extracto del catálogo ROSMIL para tornillería de las sujeciones. Fuente: Catálogo ROSMIL.....	46
Figura 37: Mordaza hembra (izquierda) y macho (derecha). Fuente: Propia.....	47
Figura 38: Tornillo de unión para unir ambas partes de la mordaza. Fuente: Catálogo de tornillería ROSMIL, 2017.....	48
Figura 39: Detalle del orificio liso y el roscado de la mordaza macho. Fuente: Propia.	48
Figura 40: Detalle del conjunto ensamblado de ambas partes de la mordaza y el tornillo. Fuente: Propia.....	49
Figura 41: Imagen del eje de la mordaza. Fuente: Propia.....	50
Figura 42: Detalle de variaciones de diámetro en el eje y el orificio para la chaveta. Fuente: Propia.....	51
Figura 43: Anillo de sujeción agujereado para insertar el pasador metálico. Fuente: Propia.....	52
Figura 44: Pasador de acero. Fuente: Catálogo de pasadores OPAC.....	52
Figura 45: Detalle del conjunto Anillo - Pasador - Eje. Fuente: Propia.....	53
Figura 46: Ejemplo de transmisión por banda. Fuente: Robert L. Mott [23].....	54
Figura 47: Ejemplo de una transmisión con engranajes. Fuente: Robert L. Mott.....	55
Figura 48: Extracto del plano de despiece del sistema LABOPOL - LABOFORCE. Fuente: Manual de instrucciones LaboPol-1 a 6, Struers.....	56

Figura 49: Ejemplo de dos engranajes cónicos de dientes rectos. Fuente: Robert L. Mott[23].	56
Figura 50: Identificación de los engranajes cónicos. Fuente: Catálogo Causer.	57
Figura 51: Detalle del chavetero del engranaje cónico recto, una vez mecanizados. Fuente: Propia.	58
Figura 52: Composición acero inoxidable C45 por la normativa ISO 683 /18-1996. Fuente: https://es.steelpurchase.com	58
Figura 53: Gráfica de compatibilidad de pares de metales. Fuente: Robert L. Norton.	59
Figura 54: Detalle de los rodamientos una vez colocados en pares. Fuente: Propia.	60
Figura 55: Rodamientos con soporte de 15 y 17 mm escogidos. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.	61
Figura 56: Rodamiento con soporte de 12 mm escogido. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.	61
Figura 57: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB.	62
Figura 58: Detalle de la interferencia entre los rodamientos con soporte de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia.	62
Figura 59: Soporte para rodamiento de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia.	63
Figura 60: Cálculo del peso soportado por el rodamiento. Fuente: Propia.	64
Figura 61: Detalle de la posición de los rodamientos en sus respectivos soportes respecto a los engranajes cónicos y ejes. Fuente: Propia.	64
Figura 62: Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón recto. Fuente: Propia.	65
Figura 63: Detalle del punto de conexión del eje de salida del motor. Fuente: Propia.	66
Figura 64: Detalle del eje de unión entre el motor y el piñón. Fuente: Propia.	66
Figura 65: Anillas de sujeción según el diámetro del eje. Fuente: Catálogo de anillas de retención RotorClip.[37]	67
Figura 66: Posiciones de las anillas de 17 y 12 mm en el eje del piñón cónico. Fuente: Propia.	68
Figura 67: Posición de las anillas de 15 mm y la de 12 mm en el eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.	68
Figura 68: Motor AC marca Transmotec. Modelo AI-006W-230-SC. Fuente: Catálogo de motores eléctricos Transmotec [33].	70
Figura 69: Extracto de la tabla de datos del transformador monofásico TF040402300, marca Manumag. Fuente: Catálogo de Transformadores Manumag [30].	71
Figura 70: Transformador TF040402300. Fuente: Catálogo de transformadores Manumag [30].	71
Figura 71: Controlador de velocidad marca Transmotec. Fuente: Ficha técnica de controlador de potencia Transmotec, series DA.	72

Figura 72: Anilla de sujeción con aletas y detalle de montaje. Fuente: Propia.....	72
Figura 73: Cable de potencia tipo hembra. Fuente: Ficha técnica cable de potencia RSPRO SP-023 [38].....	73
Figura 74: Conector IEC macho. Fuente: Ficha Técnica Conector RSPRO de tipo IEC 60320-1 [39].....	74
Figura 75: Interruptor de Encendido-Apagado. Fuente: Ficha técnica del interruptor Encendido-Apagado de SX82 [40].....	74
Figura 76: Fusible NITD6 de 6A y portafusibles RedSpot. Fuente: Catálogo de fusibles de baja tensión BUSSMAN [35].....	75
Figura 77: Esquema de conexiones. Fuente: Propia.....	75
Figura 78: Vista general del bastidor. Fuente: Propia.....	76
Figura 79: Detalle de la chapa protectora una vez montada. Fuente: Propia.....	77
Figura 80: Vista explosionada de las partes de la carcasa. Fuente: Propia.....	77
Figura 81: Detalles de los topes en contacto con el bastidor. Fuente: Propia.....	78
Figura 82: Detalle de las posiciones del controlador de velocidad (izquierda) y el conector de corriente con el interruptor (derecha). Fuente: Propia.....	78
Figura 83: Tuercas escogidas. Fuente: Catálogo ROSMIL [34].....	80
Figura 84: Tornillos y roscas seleccionados para el resto de componentes. Fuente: Catálogo de tornillos INDEX [41].....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dimensiones y peso de las probetas de acero inoxidable. Fuente: Propia.....	29
Tabla 2: Dimensiones y peso de las probetas de latón. Fuente: Propia.....	30
Tabla 3: Relaciones dimensionales para el acero inoxidable. Fuente: Propia.....	30
Tabla 4: Relaciones dimensionales para el latón. Fuente: Propia.....	30
Tabla 5: Composición de acero inoxidable AISI 304. Fuente: www.ferrosplanes.com ..	38
Tabla 6: Elementos que componen el sistema. Fuente: Propia.....	41
Tabla 7: Composición de acero inoxidable AISI 304 y acero inoxidable C45. Fuente:[6][8].....	59
Tabla 8: Relación de los rodamientos y sus diámetros internos. Fuente: Propia.....	60
Tabla 9: Recopilación de tornillería escogida. Fuente: Propia.....	79

ÍNDICE DEL ANEXO DE CÁLCULOS

1. Introducción	9
2. Referencias utilizadas:.....	9
2.1. Referencias Online.....	9
2.2. Fichas técnicas y catálogos.....	9
2.3. Normativa y reglamentos.....	9
2.4. Bibliografía.....	9
3. Coeficiente de rozamiento estático.....	10
4. Masa del conjunto cargado.....	14
5. Cálculo del par motor.....	16
5.1. Consideraciones previas	16
5.2. Cálculo del par motor.....	16
6. Cálculos relacionados con los engranajes.....	18
7. Reacciones en los rodamientos	21
8. Dimensionamiento de los ejes.....	34
9. Simulación de análisis estático para los ejes.....	39
9.1. Eje que conecta la salida del motor con el piñón cónico recto.....	40
9.2. Eje de la mordaza hembra.....	46
9.3. Eje del plato porta-muestras	52
10. Dimensionamiento de las chavetas y chaveteros.....	56
11. Análisis de esfuerzos axiales en los rodamientos.....	57
9.4. Estudio de tensiones del soporte para el rodamiento de 12 mm aislado.....	59
12. Determinaciones del apartado eléctrico.....	61
12.1. Sección de cable a utilizar.....	61
12.2. Cálculo del fusible de protección contra sobretensiones	63
13. Tolerancias	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Suspensión de alúmina de 0.5 μm , marca Struers. Fuente: Propia.	9
Figura 2: Vista de la preparación del experimento. Fuente: Propia.	10
Figura 3: Plano inclinado formado durante el experimento. Fuente: Propia.	10
Figura 4: Desglose de fuerzas en el plano inclinado. Fuente: Propia.	11
Figura 5: Resultado de la masa del conjunto cargado y acoplado. Fuente: Propia.	14
Figura 6: Sentido de giro y fuerza de rozamiento, Fr. Fuente: Propia.	16
Figura 7: Posición de los engranajes y los rodamientos. Fuente: Propia.	17
Figura 8: Dimensiones importantes en el dimensionamiento de los engranajes cónicos. Fuente: Propia.	18
Figura 9: Designación y posición de los rodamientos y las dimensiones importantes implicadas. Fuente: Propia.	17
Figura 10: Medidas de distancias en los engranajes y rodamientos. Fuente: Propia.	22
Figura 11: Diagrama de cuerpo libre del conjunto de engranajes cónicos con los rodamientos. Fuente: Propia.	23
Figura 12: Diagrama de cuerpo libre para piñón cónico recto. Plano X-Z. Fuente: Propia.	25
Figura 13: Diagrama de esfuerzo cortante para el piñón cónico recto. Plano X - Z. Fuente: Propia.	25
Figura 14: Diagrama de momento flector para el piñón cónico recto. Fuente: Propia.	26
Figura 15: Diagrama de cuerpo libre piñón cónico recto. Plano Y-X. Fuente: Propia.	26
Figura 16: Diagrama de esfuerzo cortante en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	27
Figura 17: Diagrama de momento flector en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	27
Figura 18: Diagrama de cuerpo libre para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	28
Figura 19: Diagrama de esfuerzo cortante para el engranaje, Plano Y - X. Fuente: Propia.	29
Figura 20: Diagramas momento flector) para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	30
Figura 21: Diagrama de cuerpo libre del engranaje cónico conducido, Plano Y - X. Fuente: Propia.	31
Figura 22: Diagrama de esfuerzo cortante (izquierda) y de momento flector (derecha) para el engranaje cónico conducido, Plano Y - Z. Fuente: Propia.	32
Figura 23: Listado de factores por tipo de material C_m . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.	34
Figura 24: Factores de confiabilidad C_r . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.	34
Figura 25: Factores de tamaño C_s según diámetros (en mm). Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.	34
Figura 26: Puntos clave en el dimensionamiento del eje del piñón cónico. Fuente: Propia.	36
Figura 27: Puntos clave del dimensionamiento del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.	37
Figura 28: Detalle del elemento a simular. Fuente: Propia.	39

Figura 29: Resultado del análisis estático. Tensiones. Fuente: Propia.....	42
Figura 30: Detalle del punto de máximas tensiones. Fuente: Propia.....	43
Figura 31: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.....	44
Figura 32: Análisis de deformaciones unitarias. Fuente: Propia.....	45
Figura 33: Detalle del modelo analizado. Fuente: Propia.....	46
Figura 34: Análisis de tensiones en el sistema. Fuente: Propia.....	49
Figura 35: Detalle del punto de mayor concentración de tensión. Fuente: Propia.....	50
Figura 36: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.....	50
Figura 37: Análisis de deformaciones unitarias. Fuente: Propia.....	51
Figura 38: Análisis de tensiones del estudio. Fuente: Propia.....	53
Figura 39: Análisis de desplazamientos del estudio. Fuente: Propia.....	54
Figura 40: Análisis de deformaciones unitarias del estudio. Fuente: Propia.....	54
Figura 41: Tabla de cuñas y cuñeros estándar. Fuente: Catálogo Intermec de cuñas y cuñeros estandarizados.....	56
Figura 42: Rodamiento con soporte de 12 mm. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.....	57
Figura 43: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB.....	57
Figura 44: Rodamientos con soporte seleccionados de 15 y 17 mm. Fuente: Catálogo Rodamientos ISB.....	58
Figura 45: Tensiones en el soporte. Fuente: Propia.....	60
Figura 46: Desplazamientos del soporte. Fuente: Propia.....	60
Figura 47: Tabla REBT para conductores "al aire". Fuente: REBT [5].....	62
Figura 48: Tabla de aplicaciones de los fusibles. Fuente: NORMA UNE 2070132004 [6].....	63
Figura 49: Corriente asignada y convencional para fusibles gG y gM. Fuente: [7].....	64
Figura 50: Extracto del catálogo de fusibles de baja tensión, marca BUSSMAN. Fuente: [7].....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de acero inoxidable. Fuente: Propia.....	12
Tabla 2: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de latón. Fuente: Propia.....	12
Tabla 3: Densidades de los materiales. Fuente: http://www.valvias.com/prontuario	13
Tabla 4: Dimensiones máximas para una probeta de latón. Fuente: Propia.....	13
Tabla 5: Dimensiones y valores propuestos para los engranajes. Fuente: Propia.....	19
Tabla 6: Determinación de longitudes para los rodamientos. Fuente: Propia.....	21
Tabla 7: Valores del adimensional K_t . Fuente: Propia.....	35
Tabla 8: Datos para los diferentes puntos de los engranajes, con sus diámetros mínimos. Fuente: Propia.....	38
Tabla 9: Detalles del material de los ejes. Fuente: Propia.....	39
Tabla 10: Detalles del análisis del eje de impulsión. Fuente: Propia.....	41
Tabla 11: Detalles del análisis del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.....	49
Tabla 12: Detalles del análisis estático del eje del porta-muestras. Fuente: Propia.....	53
Tabla 13: Dimensiones normalizadas para cuñas. Fuente: Propia.....	55
Tabla 14: Cargas axiales máximas para cada rodamiento. Fuente: Propia.....	58
Tabla 15: Restricciones y fuerzas aplicadas al soporte diseñado. Fuente: Propia.....	59
Tabla 17: Datos y resultados para la sección de cable de cobre. Fuente: Propia.....	61

ÍNDICE DE CATÁLOGOS Y FICHAS TÉCNICAS

Por orden de aparición:

1. Ficha técnica de los engranajes cónicos rectos – Causer
2. Catálogo de rodamientos de bolas con soporte – ISB
3. Catálogo de rodamientos de bolas – ISB.
4. Catálogo de cuñas y cuñeros estandarizados – Intermec
5. Catálogo de cuñas de acero inoxidable - OPAC
6. Catálogo de pasadores de acero inoxidable - OPAC
7. Catálogo de barras y varillas de acero inoxidable - ALACERMAS
8. Ficha técnica del controlador de velocidad de motor eléctrico – Transmotec
9. Ficha técnica de motor eléctrico AC y reductora – Transmotec
10. Ficha técnica interruptor de EncendidoApagado - Everel
11. Catálogo de productos de chapa de acero inoxidable - ALACERMAS
12. Ficha técnica del transformador monofásico - Manumag
13. Catálogo de fusibles y accesorios - Bussman
14. Ficha técnica conector IEC – RSPro
15. Catálogo de anillas de retención - RotorClip
16. Ficha técnica cable de potencia – RSPro
17. Catálogo de barras de acero inoxidable – Bonnet
18. Catálogo de chapas de acero inoxidable – Bonnet
19. Catálogo de pletinas de acero inoxidable – Bonnet
20. Catálogo de tornillería de acero inoxidable – INDEX
21. Catálogo de tornillería de acero inoxidable - ROSMIL

ÍNDICE DE PLANOS

- 1-0-0 Perspectiva Explosionada
- 1-0 Conjuntos y Subconjuntos
- 1-1-1-1 Plato del Porta-Muestras
- 1-1-1-2 Eje del Porta-Muestras
- 1-1-1 Subconjunto de las Mordazas
- 1-1-2 Mordaza Macho
- 1-1-3 Mordaza Hembra
- 1-1-4 Tapa del eje
- 1-1-49 Plato Nivelador
- 1-2-1 Subconjunto de Internos Explosionado
- 1-2-14 Soporte para el Rodamiento de 12 mm
- 1-2-17 Eje Impulsor
- 1-2-18 Anilla del Motor Eléctrico
- 1-3-0 Subconjunto del Bastidor
- 1-3-1 Placa del Bastidor
- 1-3-11-2 Punto de Anclaje del Rodamiento
- 1-3-11-3 Soporte Derecho de Rodamientos
- 1-3-32 Soporte del Bastidor
- 1-4-1 Carcasa Frontal Lateral Superior
- 1-4-1* Detalle de Carcasa Frontal Lateral Superior
- 1-4-40 Placa Lateral
- 1-4-41 Placa Trasera
- 1-4-43 Placa de Apoyo Frontal
- 1-4-44 Soporte del Controlador de Velocidad
- 1-4-45 Apoyo del Controlador de Velocidad
- 1-5-1 Carcasa Frontal
- 1-5-36 Frontal Circular
- 1-5-37 Tapa Frontal

1-5-38 Aleta Superior

1-5-39 Apoyo Carcasa Frontal

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.

1. Definición y alcance del pliego.....	6
2. Condiciones generales.....	6
3. Condiciones particulares.	6
3.1. Condiciones legales y condiciones económicas.	6
3.2. Condiciones Facultativas y del fabricante.	6
3.2.1. Funciones facultativas del Ingeniero Director.....	6
3.3. Funciones del fabricante.	7
3.4. Condiciones técnicas.....	7
3.4.1. Instrucciones de seguridad.....	7
4. Condiciones de materiales.....	8
5. Tolerancias.	8
6. Acabado superficial.....	8
7. Montaje.....	8
7.1. Colocación de probetas y porta-muestras	9
7.1.1. Montaje del motor y componentes motores	11
7.1.2. Montaje de elementos conducidos.....	14
7.1.3. Montaje de carcasa exterior y componentes eléctricos.	18

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Preparación de porta-muestras, sujeciones y plato nivelador previa colocación de probetas. Fuente: Propia.....	9
Figura 2: Posición de las probetas y apriete de tonillos de sujeción. Fuente: Propia.....	10
Figura 3: Colocación del porta-muestras en la mordaza hembra. Fuente: Propia.....	10
Figura 4: Detalle porta-muestras y mordazas, atornilladas y sujetas. Fuente: Propia.....	11
Figura 5: Previo al montaje de los rodamientos. Fuente: Propia.....	12
Figura 6: Detalle de los rodamientos A y B montados. Fuente: Propia.....	12
Figura 7: Detalle del montaje del piñón y el eje impulsor. Fuente: Propia.....	13
Figura 8: Anillas de sujeción de 17 mm (izquierda) y 12mm (derecha). Fuente: Propia.....	13
Figura 9: Previo al montaje del motor y su anilla de sujeción. Fuente: Propia.....	14
Figura 10: Detalle de la anilla de sujeción y el motor ya montados. Fuente: Propia.....	14
Figura 11: Piezas del apartado conducido. Fuente: Propia.....	15
Figura 12: Detalle del montaje del rodamiento C en el bastidor. Fuente: Propia.....	15
Figura 13: Colocación del rodamiento D y sus tornillos. Fuente: Propia.....	16
Figura 14: Colocación de anillas antes y después del engranaje. Fuente: Propia.....	17
Figura 15: Detalle de las anillas montadas en el eje de la mordaza. Fuente: Propia.....	17
Figura 16: Detalle del eje de la mordaza ya introducido en el centro del rodamiento D. Fuente: Propia.....	18
Figura 17: Detalle del montaje de la tapa y el pasador. Fuente: Propia.....	19
Figura 18: Detalle de las piezas que conforman la carcasa exterior. Fuente: Propia.....	20
Figura 19: Carcasa exterior una vez soldados los componentes. Fuente: Propia.....	20
Figura 20: Colocación del controlador de velocidad. Fuente: Propia.....	21
Figura 21: Detalle de los tornillos (azul) y la barra interna (izquierda). Fuente: Propia.....	22
Figura 22: Conector de potencia macho (izquierda) e interruptor Encendido-Apagado (izquierda). Fuente: Propia.....	22
Figura 23: Situación de los orificios taladrados para el transformador, en la parte trasera del bastidor. Fuente: Propia.....	23
Figura 24: Vista superior de la posición del transformador antes de ser atornillado. Fuente: Propia.....	24
Figura 25: Tornillos que sujetan al transformador. Fuente: Propia.....	24
Figura 26: Colocación de las carcasas sobre el bastidor. Fuente: Propia.....	25
Figura 27: Detalle del montaje con tornillos de la carcasa curva. Fuente: Propia.....	25
Figura 28: Detalle de la colocación de la carcasa recta sobre la curva. Fuente: Propia.....	26
Figura 29: Detalle del solapamiento de las carcasas. Fuente: Propia.....	26
Figura 30: Tornillos M3 de la placa recta. Fuente: Propia.....	27

ÍNDICE DE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.

1. Cuadro de precios.....	6
1.1. Materiales.....	6
1.2. Mano de obra	7
1.3. Maquinaria	7
2. Elementos de unión.....	8
3. Elementos comerciales.....	9
4. Elementos principales.....	10
5. Cuadro de trabajos necesarios.....	11
5.1. Porta-muestras	11
5.2. Mordaza	12
5.3. Soporte para rodamiento diseñado.....	13
5.4. Eje impulsor.....	13
5.5. Anilla del motor eléctrico	13
5.6. Bastidor.....	14
5.7. Carcasas	15
6. Presupuesto de ejecución material	16
7. Presupuesto de base por contrata.....	16

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Precio de los materiales	6
Tabla 2: Tarifa de los operarios	7
Tabla 3: Tarifas de la maquinaria.	7
Tabla 4: Elementos de unión	8
Tabla 5: Listado elementos comerciales.....	9
Tabla 6: Medición y coste de elementos principales.....	10
Tabla 7: Tabla de costes descompuestos del plato del porta-muestras.....	11
Tabla 8: Tabla de costes descompuestos del eje del porta-muestras.....	11
Tabla 9: Tabla de costes descompuestos de la mordaza hembra.....	12
Tabla 10: Tabla de costes descompuestos de la mordaza macho.....	12
Tabla 11: Tabla de costes descompuestos de la tapa de la mordaza.....	12
Tabla 12: Tabla de costes descompuestos del soporte del rodamiento diseñado.....	13
Tabla 13: Tabla de costes descompuestos del eje impulsor.....	13
Tabla 14: Tabla de costes descompuestos de la anilla del motor eléctrico	13
Tabla 15: Tabla de costes descompuestos de la placa inferior del bastidor.....	14
Tabla 16: Tabla de costes descompuestos de las barras superiores del bastidor.....	14
Tabla 17: Tabla de costes descompuestos del soporte del bastidor.....	14
Tabla 18: Tabla de costes descompuestos de las carcasas laterales y superior.....	15
Tabla 19: Tabla de costes descompuestos de la carcasa trasera.....	15
Tabla 20: Tabla de costes descompuestos de la carcasa frontal y su apoyo interno.....	15
Tabla 21: Tabla de costes descompuestos de las barras interiores de la carcasa.....	15
Tabla 22: Presupuesto de ejecución material.....	16
Tabla 23: Presupuesto por contrata.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS.

- Figura 1: Histórico de precios del AISI 304. Fuente: <https://worldsteelprices.com/> 6
- Figura 2: Precio medio de la mano de obra por hora en España. Fuente: www.ine.es 7



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

MEMORIA

**Automatización del sistema de pulido de
probetas metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

ÍNDICE DE LA MEMORIA.

1. OBJETO	11
2. AIM	11
3. ALCANCE	11
4. SCOPE.....	11
5. ANTECEDENTES	12
5.1 Análisis metalográfico	12
5.2 Preparación de las probetas	12
5.3 Análisis bajo el microscopio óptico.....	19
5.4 Sistema LABOPOL 20	21
6. NORMAS Y REFERENCIAS.	24
6.1 Referencias Online:	24
6.2 Normativa y reglamentos aplicados:	25
6.3 Bibliografía:.....	26
6.4 Catálogos:	26
6.5 Software.....	28
- Diseño asistido por ordenador tipo CAD:	28
- Procesadores de hojas de cálculo y texto:	28
7. REQUISITOS DE DISEÑO	28
7.1 Tamaños nominales de las probetas metálicas	29
7.2 Altura mínima del plato portamuestras.	33
7.3 Posición del plato portamuestras	33
7.4 Dimensiones para el plato portamuestras	35
7.5 Grosor del adaptador.	38
7.6 Sujeciones de accionamiento manual para las probetas.	41
8. RESULTADOS FINALES.....	42
8.1 Elementos del sistema.	43
8.1.1. Plato nivelador.....	43
8.1.2. Plato porta-muestras.....	45
8.1.3. Sujeciones de las probetas.....	47
8.1.4. Sistema de mordaza.....	48
8.1.5. Eje de la mordaza.	51
8.1.6. Transmisión de potencia.....	54
8.1.6.1 Sistema de transmisión de potencia en el brazo LABOFORCE.	56

8.1.6.1 Engranajes cónicos rectos.	56
8.1.7. Rodamientos.....	60
8.1.8. Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón cónico recto.....	65
8.1.9. Anillas de sujeción.	66
8.1.10. Motor eléctrico y accesorios.....	68
8.1.11. Componentes eléctricos.....	72
8.1.12. Bastidor.....	75
8.1.13. Soporte del bastidor.....	75
8.1.14. Cubierta.	78
8.1.15. Tornillería.	81
9. PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Barra de aleación metálica sin cortar. Fuente: Propia.	13
Figura 2: Detalle de diferentes probetas metálicas (izquierda) y los moldes de resina utilizados (derecha). Fuente: Propia.	13
Figura 3: Ejemplo de orden de papeles de esmerilado para el desbaste, de mayor a menor tamaño de partícula. Fuente: Propia	14
Figura 4: Papel de esmerilado circular para utilizar con las pulidoras, marca Struers. Fuente: Propia.	15
Figura 5: Pulidora modelo LABOPOL, marca Struers. Fuente: Propia.....	15
Figura 6: Arriba: Disco laminar fino. Abajo: Discos de papel de fieltro circular de diferentes colores. Fuente: Propia.....	16
Figura 7: Pulidora LABOPOL-5 con un disco laminar y el disco de fieltro azul en el plato pulidor. Fuente: Propia.....	16
Figura 8: Recipientes de suspensión de alúmina de diferentes tamaños de grano De izquierda a derecha: 5 μm , 1 μm y 0,3 μm . Fuente: Propia.....	17
Figura 9: Reactivos más frecuentes para los ataques químicos. [3].....	18
Figura 10: Ejemplo de preparación para un ataque químico con Nital. Fuente: Propia.	19
Figura 11: Esquema de funcionamiento de un microscopio de reflexión. Fuente: www.equiposylaboratorio.com/	20
Figura 12: Microscopio del laboratorio de materiales de la ULL, conectado a un monitor y un ordenador portátil. Fuente: Propia.....	20
Figura 13: Sistema de pulido LABOPOL 20 con brazo LABOFORCE. Fuente: Propia.	21
Figura 14: Detalle del brazo sobre el plato de la pulidora, con las probetas en posición. Fuente: Propia	23
Figura 15: Detalle del levantamiento del tornillo para introducir la probeta. Fuente: Propia.	23
Figura 16: Detalle de la rueda de ajuste de las probetas. Fuente: Propia.....	24
Figura 17: Medición del diámetro exterior de una probeta de latón seleccionada. Fuente: Propia.	29
Figura 18: Alzado de la posición y el espacio entre plato portamuestras y plato de la pulidora. Fuente: Propia.....	33
Figura 19: Planta de LABOPOL 20, rotulada. Fuente: Propia.	34
Figura 20: Posiciones y distancias en la LABOPOL20 en planta (longitudes en mm). Fuente: Propia.	34

Figura 21: Posición y tamaño del plato portamuestras sobre el plato de la pulidora. Fuente: Propia.	35
Figura 22: Puntos de contacto y apoyo (rojo) y fuerza ejercida por el tornillo de sujeción (verde). Fuente: Propia.	36
Figura 23: Dimensión de probeta máxima que se puede alojar en el orificio del plato porta-muestras. Fuente: Propia	37
Figura 24: Dimensiones generales del plato portamuestras. Fuente: Propia.	37
Figura 25: Fuerza de rozamiento de la probeta según sentido de giro. Fuente: Propia.	38
Figura 26: Vista lateral de una probeta insertada en uno de los orificios. Fuente: Propia.	39
Figura 27: Vista en planta de una probeta insertada en el orificio. Fuente: Propia.	39
Figura 28: Vista isométrica y perfil del plato con 15 mm de grosor. Fuente: Propia. .	40
Figura 29: Posición de las probetas en los orificios del plato portamuestras. Fuente: Propia.	41
Figura 30: Detalle de sujeción manual con una probeta. Fuente: Propia.	41
Figura 31: Conjunto del sistema de pulido. Fuente: Propia.	42
Figura 32: Plato nivelador de las probetas. Fuente: Propia.	44
Figura 33: Vista en sección transversal del plato nivelador. Fuente: Propia.	44
Figura 34: Detalles del plato porta-muestras. Fuente: Propia.	45
Figura 35: Modelo inicial propuesto para la sujeción del plato portamuestras. Fuente: Propia.	46
Figura 36: Detalle del eje y el plato del porta-muestras. Fuente: Propia.	46
Figura 37: Extracto del catálogo ROSMIL para tornillería de las sujeciones. Fuente: Catálogo ROSMIL.	48
Figura 38: Mordaza hembra (izquierda) y macho (derecha). Fuente: Propia.	49
Figura 39: Tornillo de unión para unir ambas partes de la mordaza. Fuente: Catálogo de tornillería ROSMIL, 2017.	49
Figura 40: Detalle del orificio liso y el roscado de la mordaza macho. Fuente: Propia.	50
Figura 41: Detalle del conjunto ensamblado de ambas partes de la mordaza y el tornillo. Fuente: Propia.	50
Figura 42: Imagen del eje de la mordaza. Fuente: Propia.	51
Figura 43: Detalle de variaciones de diámetro en el eje y el orificio para la chaveta. Fuente: Propia.	52
Figura 44: Anillo de sujeción agujereado para insertar el pasador metálico. Fuente: Propia.	53

Figura 45: Pasador de acero. Fuente: Catálogo de pasadores OPAC.	53
Figura 46: Detalle del conjunto Anillo - Pasador - Eje. Fuente: Propia.....	54
Figura 47: Ejemplo de transmisión por banda. Fuente: Robert L. Mott [23].....	55
Figura 48: Ejemplo de una transmisión con engranajes. Fuente: Robert L. Mott	55
Figura 49: Extracto del plano de despiece del sistema LABOPOL - LABOFORCE. Fuente: Manual de instrucciones LaboPol-1 a 6, Struers.	56
Figura 50: Ejemplo de dos engranajes cónicos de dientes rectos. Fuente: Robert L. Mott[23].	57
Figura 51: Identificación de los engranajes cónicos utilizados. Fuente: Catálogo Causer.	58
Figura 52: Detalle del chavetero del engranaje cónico recto, una vez mecanizados. Fuente: Propia.	58
Figura 53: Composición acero C45 por la normativa ISO 683 /18-1996. Fuente: https://es.steelpurchase.com	59
Figura 54: Detalle de los rodamientos una vez colocados en pares. Fuente: Propia. ..	60
Figura 55: Rodamientos con soporte de 15 y 17 mm escogidos. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.....	61
Figura 56: Rodamiento con soporte de 12 mm escogido. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.....	61
Figura 57: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB	62
Figura 58: Detalle de la interferencia entre los rodamientos con soporte de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia.....	62
Figura 59: Soporte para rodamiento de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia..	63
Figura 60: Cálculo del peso soportado por el rodamiento. Fuente: Propia.	64
Figura 61: Detalle de la posición de los rodamientos en sus respectivos soportes respecto a los engranajes cónicos y ejes. Fuente: Propia.....	64
Figura 62: Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón recto. Fuente: Propia.	65
Figura 63: Detalle del punto de conexión del eje de salida del motor. Fuente: Propia.	65
Figura 64: Detalle del eje de unión entre el motor y el piñón. Fuente: Propia.	66
Figura 65 Anillas de sujeción según el diámetro del eje. Fuente: Catálogo de anillas de retención RotorClip.[37]	67
Figura 66: Posiciones de las anillas de 17 y 12 mm en el eje del piñón cónico. Fuente: Propia.	67
Figura 67: Posición de las anillas de 15 mm y la de 12 mm en el eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.	68

Figura 68: Motor AC Transmotec. Modelo AI-006W-230-SC. Fuente: Catálogo de motores eléctricos Transmotec [33].	69
Figura 69: Extracto de la tabla de datos del transformador monofásico TF040402300, marca Manumag. Fuente: Catálogo de Transformadores Manumag [30].	70
Figura 70: Transformador TF040402300. Fuente: Catálogo de transformadores Manumag [30].	70
Figura 71: Controlador de velocidad marca Transmotec. Fuente: Ficha técnica de controlador de potencia Transmotec, series DA.	71
Figura 72: Anilla de sujeción metálica con aletas y detalle de montaje. Fuente: Propia.	71
Figura 73: Cable de potencia tipo hembra. Fuente: Ficha técnica cable de potencia RSPRO SP-023 [38].	72
Figura 74: Conector IEC macho. Fuente: Ficha Técnica Conector RSPRO de tipo IEC 60320-1 [39].	73
Figura 75: Interruptor de Encendido-Apagado. Fuente: Ficha técnica del interruptor Encendido-Apagado de SX82 [40].	73
Figura 76: Fusible NITD6 de 6A y portafusibles RedSpot. Fuente: Catálogo de fusibles de baja tensión BUSSMAN [35].	74
Figura 77: Esquema de conexiones. Fuente: Propia.	74
Figura 78: Vista general del bastidor. Fuente: Propia.	75
Figura 79: Elemento de unión LABOFORCE-3 con la pulidora (Izquierda, Fuente: Propia). Detalle del elemento de unión (derecha, Fuente: www.struers.com)	76
Figura 80: Soporte del bastidor. Fuente: Propia.	77
Figura 81: Tuerca y arandelas M20 de AISI 304 seleccionadas. Fuente: Catálogo de tornillería INDEX [41].	78
Figura 82: Detalle de la chapa protectora una vez montada. Fuente: Propia.	79
Figura 83: Vista explosionada de las partes de la carcasa. Fuente: Propia.	79
Figura 84: Detalles de los topes en contacto con el bastidor. Fuente: Propia.	80
Figura 85: Detalle de las posiciones del controlador de velocidad (izquierda) y el conector de corriente con el interruptor (derecha). Fuente: Propia.	80
Figura 86: Tuercas hexagonales. Fuente: Catálogo ROSMIL [34].	81
Figura 87 Tornillos y roscas seleccionados para el resto de componentes. Fuente: Catálogo de tornillos INDEX [41].	82

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Dimensiones y peso de las probetas de acero inoxidable. Fuente: Propia.....	30
Tabla 2: Dimensiones y peso de las probetas de latón. Fuente: Propia.	31
Tabla 3: Relaciones dimensionales para el acero inoxidable. Fuente: Propia.	32
Tabla 4: Relaciones dimensionales para el latón. Fuente: Propia.	32
Tabla 5: Composición del acero inoxidable AISI 304. Fuente: https://ferrosplanes.com/	40
Tabla 6: Elementos que componen el sistema. Fuente: Propia.	43
Tabla 7: Composición de acero inoxidable AISI 304 y acero inoxidable C45. Fuente:[6][8]	59
Tabla 8: Relación de los rodamientos y sus diámetros internos. Fuente: Propia	60
Tabla 9: Recopilación de tornillería escogida. Fuente: Propia.....	81

1. OBJETO

El siguiente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo diseñar un sistema automático de pulido de probetas metálicas, que se pueda acoplar a las pulidoras existentes en el laboratorio de Materiales de la Universidad de La Laguna y que sea un componente adicional conjunto al resto de herramientas disponibles para el estudio de muestras metalográficas.

2. AIM

This Final Degree Dissertation's objective is to design an automatic test tube polishing system, which could be coupled to the actual polishing machines already settle in the Materials laboratory at the University of La Laguna and also be an additional component together the rest of available tools for the study of metallographic samples.

3. ALCANCE

El diseño propuesto en este documento se destinará a su fabricación y posterior montaje en el laboratorio de Materiales, en la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, y se basa en diseños ya existentes de brazos para pulidoras, adecuando las características necesarias en el laboratorio para implementar un sistema adicional en el mismo.

Dentro de este diseño, se propone conseguir una alternativa con mayor volumen de trabajo simultáneo en comparación con el sistema actual, diseñando piezas concretas para ampliar la variedad de probetas que es posible estudiar a la vez, así como seleccionando componentes comerciales para el mismo fin.

4. SCOPE

The design proposed in this document will be used for its manufacture and subsequent assembly in the Materials laboratory, in the Higher School of Engineering and Technology, and is based on existing designs of arms for polishing machines, adapting the characteristics necessary in the laboratory to implement an additional system in the laboratory.

Within this design, it is proposed to achieve an alternative with a greater volume of simultaneous work compared to the current system, designing specific pieces to expand the variety of specimens that can be studied at the same time as well as selecting commercial components for the same purpose.

5. ANTECEDENTES

Actualmente, la aplicación de tratamientos y el análisis de todo tipo de materiales metálicos y aleaciones están a la orden del día, y es una práctica fundamental a la hora de la determinación de propiedades relacionadas con dichos materiales.

Debido a la formulación de nuevas combinaciones y aplicaciones para elementos y aleaciones metálicas, se hace necesario un estudio en profundidad de las propiedades de cada nueva aleación, ya que, mediante el conocimiento de sus capacidades, se pueden comprobar limitaciones mecánicas o químicas, posibles combinaciones con otros materiales, mejorar las propiedades con diversos tratamientos térmicos, así como diferentes recubrimientos para cambiar sus propiedades superficiales. [1]

Por esta razón principalmente que el estudio de dichos materiales se convierte en un pilar fundamental en la ingeniería, siendo esto una de las bases en las que el ingeniero deba apoyarse en el transcurso de prácticamente cualquier proyecto de diseño.

5.1 Análisis metalográfico

La metalografía es el estudio de la microestructura de todo tipo de metales y aleaciones metálicas. Se define más precisamente como la disciplina científica que se ocupa de observar y determinar, por medio de su estudio con sistemas de microscopía, la microestructura de los materiales, dando como resultado la distribución espacial de los constituyentes, inclusiones o fases en metales y aleaciones. Estos mismos principios se pueden aplicar a la hora de la caracterización de cualquier otro material no metálico.

Muchas propiedades macroscópicas importantes de los materiales metálicos son altamente sensibles a la microestructura. Las propiedades mecánicas, como la resistencia a la tracción o el alargamiento, así como otras propiedades térmicas o eléctricas, están directamente relacionadas con la microestructura. La comprensión de la relación entre la microestructura y las propiedades macroscópicas juega un papel clave en el desarrollo y la fabricación de materiales y es uno de los objetivos de la metalografía.[1]

Aunque históricamente la metalografía era una disciplina de observación con microscopía óptica centrada exclusivamente en materiales metálicos, en la actualidad la proliferación de otros materiales novedosos y su amplia utilización general, ha hecho necesaria la ampliación de esta técnica a otros materiales, definiéndose así la *materialografía*, para la observación microscópica y microestructural de todo tipo de materiales.

5.2 Preparación de las probetas

Por lo general, un análisis metalográfico sigue una serie de pautas que van desde la preparación previa de las muestras hasta su análisis final bajo un microscopio óptico.

El procedimiento de preparación de las probetas viene estipulado en la Norma UNE-EN ISO 4499-1:2011 [21], y se recogerá a continuación un desglose del procedimiento de preparación de las probetas para su estudio por microscopía óptica.

Para comenzar el estudio metalográfico de las aleaciones metálicas debemos disponer de muestras o probetas del material que se va a estudiar.

En determinados casos las dimensiones iniciales de las probetas no son aptas para su estudio bajo el microscopio óptico, como, por ejemplo, cuando las muestras de partida son barras muy largas del material a estudiar, por lo que uno de los primeros pasos para analizar dichas probetas es el corte transversal, obteniendo así secciones más pequeñas de la misma.



Figura 1: Barra de aleación metálica sin cortar. Fuente: Propia.

Para el corte de dichas barras suelen utilizarse herramientas de corte radial, capaces de realizar un corte transversal de materiales metálicos, pudiendo utilizar herramientas con cuchillas de carburo de wolframio o diamante si se necesitara.

Las probetas pueden ser de diferentes tamaños (Figura 2, izquierda), tanto en su largo como en sus dimensiones de sección, sin embargo, para los estudios microestructurales, el tamaño de las muestras queda limitado, en primer lugar, por los requerimientos geométricos de las pulidoras, y en segundo lugar por la adaptación al camino óptico del microscopio. Por tanto, suelen elegirse probetas no mayores de una pulgada o una pulgada y media tanto de diámetro como de largo, no siendo este dato algo normalizado.

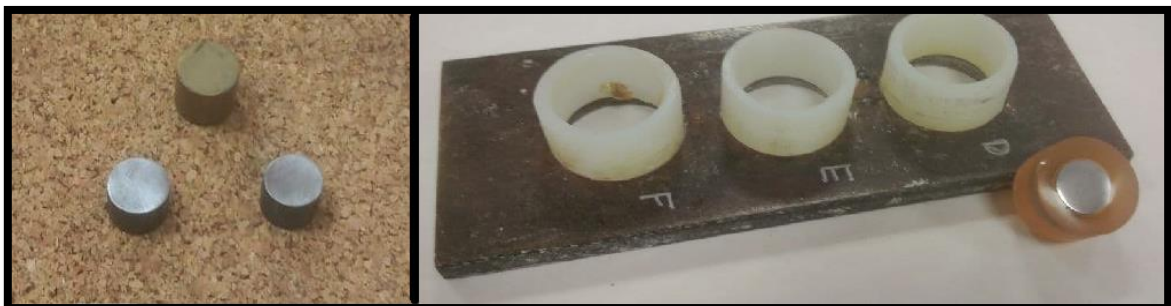


Figura 2: Detalle de diferentes probetas metálicas (izquierda) y los moldes de resina utilizados (derecha). Fuente: Propia.

Cuando las piezas a analizar son de un tamaño muy pequeño se embuten en moldes de resina para alcanzar las dimensiones apropiadas para el estudio (Figura 2, derecha).

Una vez seleccionadas las probetas, se prosigue con la preparación de las mismas, empezando con el denominado desbastado.

El desbastado (o esmerilado) consiste en la aplicación de un lijado sobre una de las caras de la probeta, eliminando así una pequeña capa de material por abrasión contra el papel de desbaste. Se deberá utilizar una serie de papeles de esmerilado diferentes como se observa en la Figura 3, en un orden de menor a mayor numeración de papel de esmerilado (sabiendo que, a mayor numeración del mismo, mayor número de partículas abrasivas por pulgada cuadrada en la superficie de este, lo que es lo mismo, de mayor a menor tamaño de partícula).

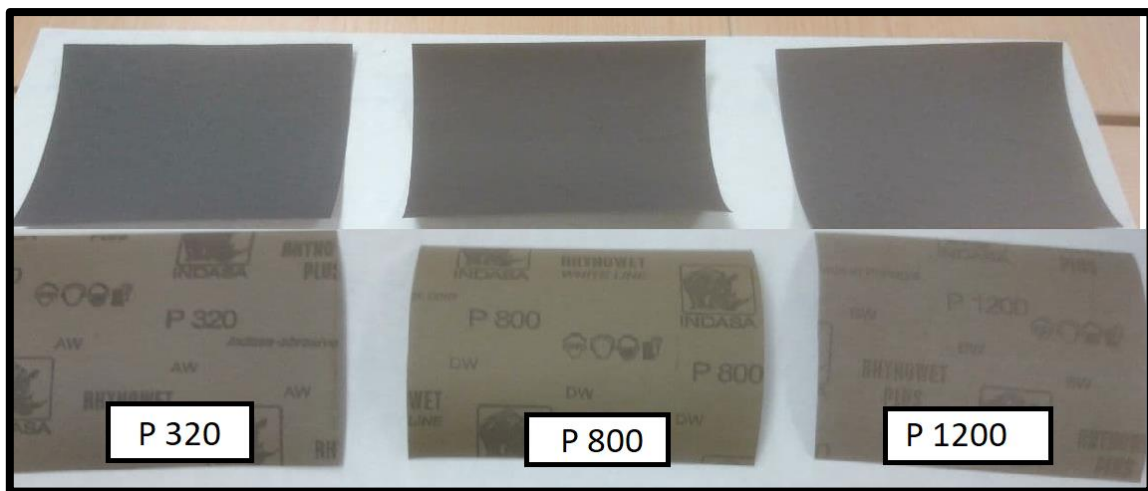


Figura 3: Ejemplo de orden de papeles de esmerilado para el desbaste, de mayor a menor tamaño de partícula. Fuente: Propia

En el laboratorio de materiales y durante las prácticas del alumnado, esta operación se suele realizar de forma manual, frotando la probeta contra el papel esmerilado mientras se sujeta con la mano, aunque también existe la posibilidad de realizar el desbaste utilizando las pulidoras, añadiéndoles papeles de esmerilado circulares al plato pulidor, lo que agiliza la operación al reemplazar el desbaste manual por uno mecánico, a mayor velocidad, esta última opción se usa para trabajos de investigación.



Figura 4: Papel de esmerilado circular para utilizar con las pulidoras, marca Struers. Fuente: Propia.

Entre cada uno de los cambios de papel abrasivo, lijado o después de cualquier parada que se realice, hay que lavar bien la superficie de la probeta, con agua o alcohol, y asegurarse de que se seque de forma adecuada. Además, es importante que se gire 90 grados la probeta entre cada uno de los desbastes con diferentes papeles de esmerilado, consiguiendo un desbaste homogéneo. [2]

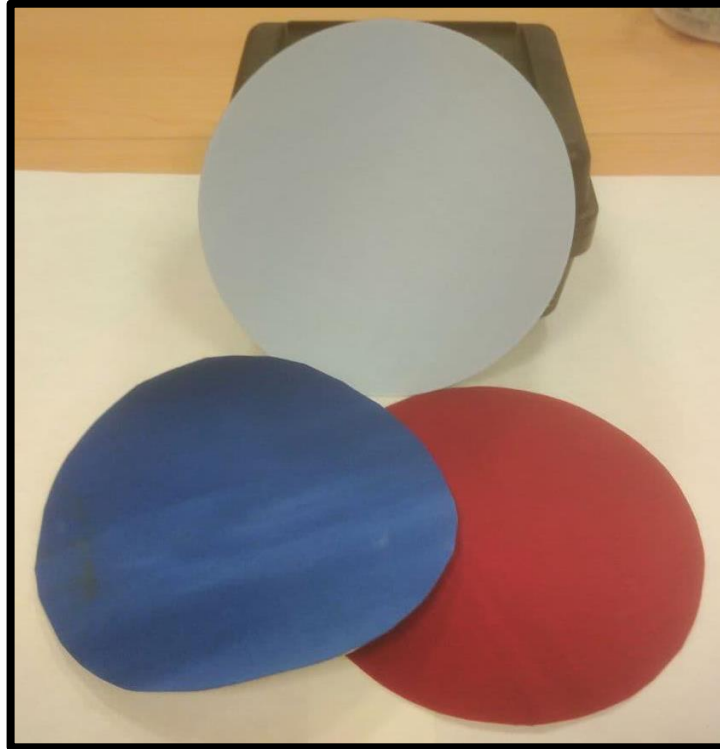
En nuestro caso, la siguiente etapa de la preparación de la pieza será el pulido fino, que se acomete utilizando las pulidoras en el laboratorio (Figura 5).



Figura 5: Pulidora modelo LABOPOL, marca Struers. Fuente: Propia.

El pulido se realizará en húmedo, gracias al grifo incorporado en la parte superior de la pulidora.

Para comenzar con esta etapa, se coloca una lámina con forma de disco circular muy fina (aproximadamente de 1 mm de grosor) que se fija al plato de la pulidora mediante atracción magnética, en esta lámina circular se adhiere previamente un disco de las mismas dimensiones de material textil (se pueden usar otros soportes, con la única condición de que su superficie sea suave y no produzca ningún roce a la superficie metálica que se va a pulir).



*Figura 6: Arriba: Disco laminar fino. Abajo: Discos de papel de fieltro circular de diferentes colores.
Fuente: Propia.*



Figura 7: Pulidora LABOPOL-5 con un disco laminar y el disco de fieltro azul en el plato pulidor. Fuente: Propia.

continuación, se dispersa sobre la superficie exterior de material textil una suspensión de material abrasivo de tamaño de partícula controlado. En nuestro laboratorio en condiciones normales, se usa suspensión de alúmina (Al_2O_3) en agua, de tamaño $5\ \mu\text{m}$ en primer lugar, $1\ \mu\text{m}$ a continuación, y hasta $0,03\ \mu\text{m}$ para acabar (Figura 8). En condiciones más delicadas o para materiales extremadamente duros, se puede utilizar pasta o suspensión de diamante.



Figura 8: Recipientes de suspensión de alúmina de diferentes tamaños de grano De izquierda a derecha: 5 µm, 1 µm y 0,3 µm. Fuente: Propia

Se pone en marcha la pulidora y el grifo, y se apoya la muestra sobre el disco de material textil previamente impregnado la suspensión de abrasivo, que será responsable del pulido.

Si no se dispone de un sistema automatizado que sujete y gire las probetas como ya se ha mencionado, se tendrá que colocar la probeta sobre el plato pulidor en marcha de forma manual (o con la ayuda de una herramienta de sujeción), con la cara desbastada que se va a preparar en contacto con el plato pulidor, y se realizarán movimientos por todo el plato con la probeta sujeta, para así abarcar todo el disco de material textil de manera homogénea, durante unos minutos.

Tras esto, se lava la pieza y se secará de nuevo, y de la misma forma que en el desbastado, se cambiará el papel de material textil del disco, para proseguir con otro pulido, esta vez utilizando una suspensión abrasiva de menor tamaño de partícula.

Este último paso se ha de repetir, disminuyendo cada vez el tamaño de partícula de la suspensión utilizada, hasta que sea necesario para obtener una superficie de la probeta que luzca brillante, con un acabado especular.

El último de los pasos previos al análisis metalográfico con el microscopio óptico es el ataque químico de la superficie. Este ataque químico requerirá de diferentes reactivos químicos dependiendo del material que se vaya a estudiar.

Nombre del Reactivo	Composición	Aplicaciones
Ácido Nítrico (Nital 2%)	Ácido nítrico2 cm ³ . Alcohol100 cm ³ .	Aceros, Hierros, Fundiciones
Ácido Pítrico (Picral)	Ácido pítrico4 grs. Alcohol100 cm ³ .	Aceros de baja aleación
Ácido clorhídrico	HCl concentrado1 cm ³ . Agua100 cm ³ .	Aceros templados
Reactivo de Bolton	Ácido pítrico6 grs. Alcohol etílico 78 cm ³ . Ácido nítrico2 cm ³ . Agua20 cm ³ .	Fundiciones
Ácido Nítrico concentrado	Ácido nítrico concentrado 50 cm ³ .	Latones $\alpha + \beta$
Persulfato de amonio	Persulfato de amonio 10 grs. Agua100 grs.	Cobre y sus aleaciones
Cloruro férrico ácido	Cloruro férrico5 grs. Agua5 cm ³ . Ácido clorhídrico30 cm ³ . Alcohol isoamílico 30 cm ³ . Alcohol 96°.....30 cm ³ .	Cobre, zinc y sus aleaciones
Ácido Nítrico	A) Diluido en concentraciones de 0,5, 1, y 10% B) Ácido nítrico diluido en alcohol	Zinc y eutéctico Zn-Al
Ácido fluorhídrico	Ácido fluorhídrico5 ml Agua99,5 ml	Aluminio

Figura 9: Reactivos más frecuentes para los ataques químicos. [3]

Esta etapa es necesaria para revelar los microconstituyentes del material en la superficie. Consiste en una oxidación selectiva y durante un corto período de tiempo de la cara pulida del metal, haciendo posible distinguir zonas de distintas fases (más o menos activas al ataque), contornos de grano (zonas más defectuosas y por ello más susceptibles de ataque). El tiempo de contacto con el reactivo ha de ser corto y cronometrado, para evitar así una reacción (oxidación) sobre toda la superficie.[3]



Figura 10: Ejemplo de preparación para un ataque químico con Nital. Fuente: Propia.

El ataque químico se realiza sobre una superficie segura, sujetando la muestra y colocándola firmemente donde no pueda moverse, tras lo que se añade con una pipeta el reactivo sobre la superficie pulida y se controla el tiempo que dura el contacto dependiendo del material y reactivo utilizado.

Tras este ataque químico, se retira el reactivo con agua destilada abundante y se seca la pieza, con cuidado de no rayar o dañar de ninguna manera la superficie de la misma, la cual estará ya preparada para su observación bajo el microscopio óptico.

5.3 Análisis bajo el microscopio óptico

Una vez la probeta a estudiar está preparada como se ha detallado anteriormente, se procede a su análisis con el microscopio óptico.

Un microscopio óptico es un microscopio que utiliza una serie de lentes para la visualización y maximización de la muestra que se le coloque. En el caso de los microscopios metalográficos, su fundamento operacional consiste en la reflexión de un haz de luz horizontal producida por un reflector de vidrio plano, el cual apunta hacia abajo y, pasando a través del objetivo del microscopio, incide sobre la superficie de la muestra. Esta luz se amplificará cuando atravesase el sistema de lentes del microscopio, haciendo posible la observación de la muestra analizada. [4]

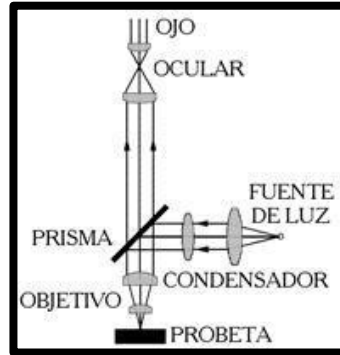


Figura 11: Esquema de funcionamiento de un microscopio de reflexión. Fuente: www.equiposylaboratorio.com/

En los análisis metalográficos de hoy en día se acopla una cámara al objetivo del microscopio, pudiendo así tener una salida de vídeo directamente conectada a un ordenador, digitalizando la salida de imágenes analógicas que se obtiene.

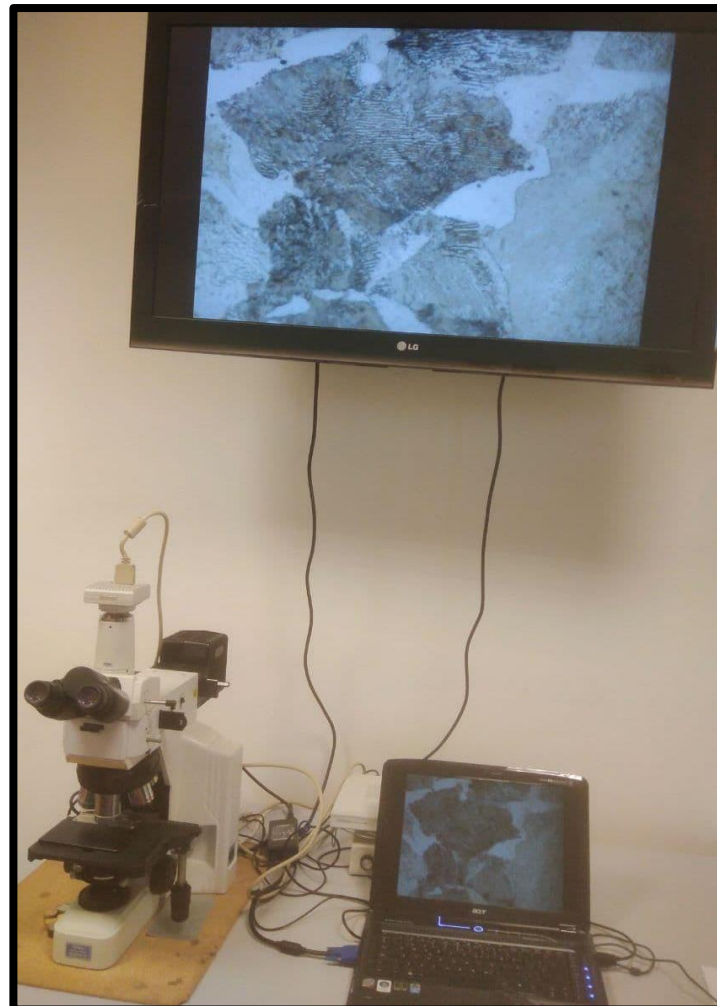


Figura 12: Microscopio del laboratorio de materiales de la ULL, conectado a un monitor y un ordenador portátil. Fuente: Propia

Así, se toman imágenes de la superficie atacada químicamente con distintos aumentos, obteniendo imágenes de precisión donde se podrá distinguir la microestructura, pudiendo analizar:

- Tamaño y forma de los granos.
- Densidad y proporción de los microconstituyentes.
- Fases presentes en la pieza.

Para finalizar el estudio metalográfico, se analizan todas estas variables para identificar las propiedades que tiene la pieza.

5.4 Sistema LABOPOL 20

La marca Struers comercializa varios modelos de pulidoras, así como accesorios y herramientas para las mismas.

El modelo en concreto que se utiliza en el laboratorio de metalografía es la LABOPOL20 [5], la cual incluye un plato de pulido de 200 mm de diámetro, fabricado en un material metálico, que además es magnético y está recubierto en su parte superior por una superficie polimérica.

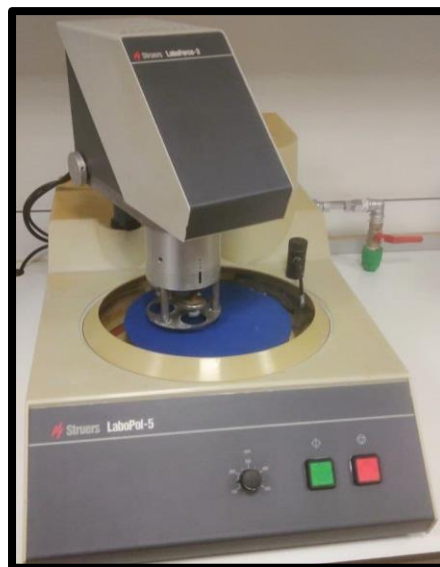


Figura 13: Sistema de pulido LABOPOL 20 con brazo LABOFORCE. Fuente: Propia.

Al ser esta parte superior magnética, es posible la fijación de un disco laminar de tipo circular de material magnético, que vendrá con un disco de fieltro (disco azul en la Figura 13), papel de esmeril o incluso de diamante (dependiendo de la etapa que se vaya a realizar), donde se aplicará la suspensión de abrasivo elegido.

Incorpora también un pequeño grifo de inyección de agua para refrigerar las piezas durante el pulido, evitando los sobrecalentamientos de las mismas durante esta etapa, controles electrónicos para el inicio y parado de la máquina, así como un control de la

velocidad de giro del plato de pulido para variar, si se quisiera, los tiempos de pulido dependiendo de los requerimientos del estudio, siendo dicho controlador de tipo potenciómetro de perilla giratoria.

Una de las pulidoras también dispone de un sistema de brazo con un adaptador de probetas, denominado LABOFORCE, también de la marca Struers, el cual es el encargado de sujetar las probetas y hacerlas girar en sentido contrario al giro del plato de pulido (Figura 13). El brazo LABOFORCE puede sujetar hasta 3 probetas simultáneamente mediante un disco metálico perforado, va colocado en la parte superior de la pulidora y aparte de sujetar las probetas.

Este sistema de brazo tiene como inconveniente el reducido número de probetas que pueden introducirse simultáneamente, tres concretamente, y la imposibilidad de sujetar probetas de tamaños mayores a las dimensiones máximas de los orificios del plato (41,4 mm de diámetro [5]).

El sistema LABOFORCE junto con la pulidora funciona de la siguiente manera:

- Se comienza colocando sobre el plato magnético de la pulidora un disco metálico sobre el que va adherido un segundo disco que puede ser de papel de esmeril, textil e incluso diamante, este último se humedece aplicando el abrasivo del grosor de partícula y suspensión que se precise para el estudio a realizar.

- Luego, con ambos sistemas (brazo y pulidora) parados, se coloca la probeta encima del plato con el disco seleccionado humedecido, posicionando dicha probeta para más tarde colocar el brazo encima, de tal forma que encaje la probeta en uno de los orificios destinados a este fin y ajustando su posición si fuera necesario.

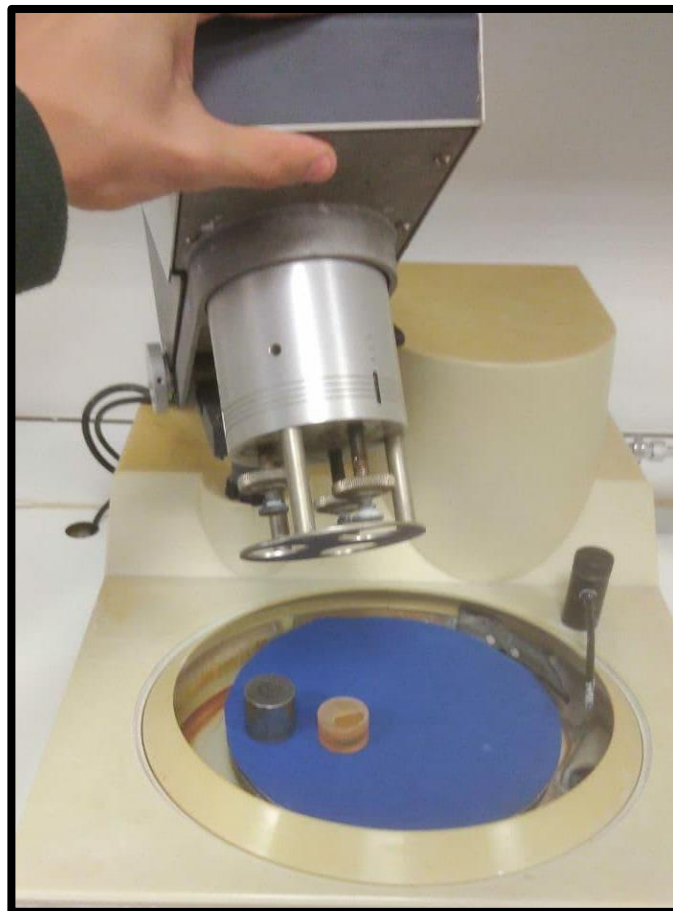


Figura 14: Detalle del brazo sobre el plato de la pulidora, con las probetas en posición. Fuente: Propia

- Una vez colocado el brazo y posicionadas las probetas en los orificios, se ajustará manualmente el plato encima de las probetas (Figura 14).

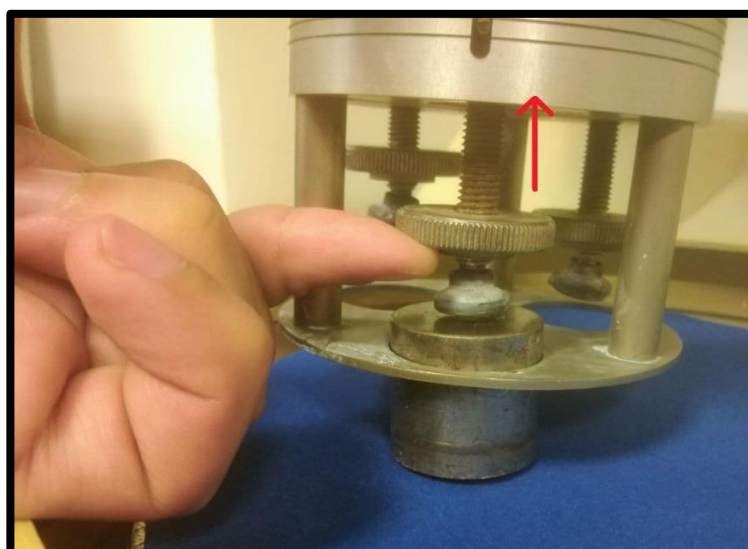


Figura 15: Detalle del levantamiento del tornillo para introducir la probeta. Fuente: Propia.

-Finalmente, tras colocar todas las probetas que se requiera pulir dentro de los orificios perforados (Figura 15), se ajustan los tornillos mediante la rueda moleteada (Figura 16) para que la probeta metálica no quede suelta y no existan movimientos que interfieran en la etapa de pulido, comprobando que la presión que se ejerce en sobre cada muestra es la misma (esto se hace observando la posición del resorte de presión ubicado sobre cada tornillo, a través de las ranuras laterales).

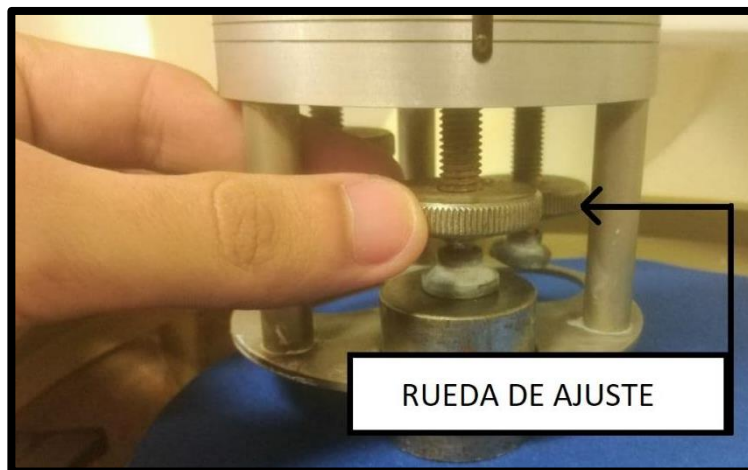


Figura 16: Detalle de la rueda de ajuste de las probetas. Fuente: Propia

Para terminar, se ponen en marcha ambos sistemas, dando comienzo la etapa de pulido.

Durante la operación de pulido, se añadirá de forma intermitente suspensión con abrasivo, para asegurar así una cantidad mínima del mismo sobre la superficie de fieltro, esto contribuye a que el pulido sea lo más homogéneo posible. [2]

6. NORMAS Y REFERENCIAS.

6.1 Referencias Online:

- [1] *Metalografía. ¿Qué es la metalografía?* [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <https://metalografia.es/?p=6>

- [2] ULLaudiovisual – Universidad de La Laguna. (23 de octubre de 2018). Práctica de Metalografía y Microscopía [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/user/UniversidadLaLaguna>

- [3] *ENSAYOS METALOGRAFICOS. Ataque Químico* [En Línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj>

g7tXT2qLtAhUCUcAKHTqcCMcQFjAEegQIBRAC&url=http%3A%2F%2F190.105.16
0.51%2F~material%2Fmateriales%2Fflab%2Fguia_metalograf%25EDa.pdf&usg=AOvV
aw00zsGHO_UIUWVrODdfyQ31

- [4] *TECMICRO S.A. ¿Cómo funciona un microscopio metalográfico?* [En Línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <https://tecmicro.es/comprar-microscopios-metalograficos>
- [5] *Pulidora Labopol-20* [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2021] Disponible en Internet: <https://www.metalinspec.com.mx/equipos/labopol-20>
- [6] *Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica* [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica: Propiedades, densidad, dureza - <https://www.materialmundial.com/acero-inoxidable-ss-astm-sae-aisi-304-ficha-tecnica/>
- [7] *Fuerza de rozamiento. Coeficientes estático y cinético.* [En Línea] [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/dinamica/rozamiento/rozamiento.html>
- [8] *Songshun Aceros* - [En línea]. [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: ¿Qué es el acero 1045? - <https://es.steelpurchase.com/1045-s45c-c45-acero/>
- [9] *Prontuario Valvias* - [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <http://www.valvias.com/prontuario>
- [10] *Ferrosplanes* – [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: Composición de aceros - <https://ferrosplanes.com/>
- [11] *Catálogo de Rodamientos ISB* - [En línea]. [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: Radial ball Bearings - <https://www.isb-industries.com/en/bearings-and-components/>
- [12] *Fuerzas de rozamiento* - [En línea]. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: Cómo medir el coeficiente de rozamiento entre dos superficies - http://escuela2punto0.educarex.es/Ciencias/Fisica_Quimica/Newton_Fisica_ESO_BACH/1bach/rozamiento/rozamiento.pdf

6.2 Normativa y reglamentos aplicados:

- [13] UNE-EN ISO 80000-1: Magnitudes y unidades.
- [14] UNE-EN ISO 281: Cargas dinámicas y duración de los rodamientos de bolas.
- [15] UNE-EN ISO 286: Sistemas de tolerancia y límites de los ajustes.
- [16] UNE-EN ISO 76: Cargas estáticas para los rodamientos de bolas.

- [17] NORMA UNE 2070132004 – Guía de aplicación de fusibles en baja tensión.
- [18] Norma UNE-6588:1969: Engranajes de dientes rectos.
- [19] Norma DIN 6325
- [20] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT (2019)
- [21] UNE-EN ISO 4499-1:2011 Metal duro. Determinación metalográfica de la microestructura. Parte 1: Fotomicrografías y descripción.
- [22] Norma UNE EN-60269-1:2014 – Fusibles de baja tensión. Reglas generales

6.3 Bibliografía:

- [23] Mott, Robert L. Diseño de elementos de máquinas, 4ª Edición, 2010.
- [24] Norton, Robert L. Diseño de máquinas. Un enfoque integrado, 4ª edición. 2011.
- [25] J. Meriam, L.G. Kraige, William John Palm, Dinámica – Mecánica para Ingenieros, 5ª Edición, 2000
- [26] Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright, Ciencia e ingeniería de materiales, 6ª Edición, 2013

6.4 Catálogos:

- [27] Catálogo de productos CAUSER (engranajes de acero) [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de productos propios CAUSER - <http://www.roller.es/catalogo/marcas-propias/causer/>
- [28] Catálogo de rodamientos ISB, 2015) - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de rodamientos de bolas ISB - <https://www.eurobearings.es/rodamientos-de-bolas/>
- [29] Catálogo de soportes para rodamientos ISB, 2015- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de soportes de rodamientos ISB - <https://www.eurobearings.es/soportes-para-rodamientos/>
- [30] Catálogo de transformadores Manumag. - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de transformadores Manumag - <http://www.manumag.com/productos/>
- [31] Catálogo Intermec para cuñas y cuñeros estandarizados. - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de cuñas y cuñeros estandarizados - https://www.intermec.com.co/pdf/cunas_y_cuneros_estandar.pdf

- [32] Catálogo de pasadores de acero OPAC - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo completo OPAC - <https://www.opac.net/descargas.php>
- [33]Ficha de identificación del conjunto motor AI-025W y caja reductora S80A, de Transmotec - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Motor CA Transmotec AI-025 - <https://transmotec.es/product/AI-025W-230-SC/>
- [34]Catálogo de tornillos ROSMIL, 2017 - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de tornillos ROSMIL- <http://www.rosmil.com/descargas/>
- [35]Catálogo de fusibles para baja tensión BUSSMAN- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo de fusibles BUSSMAN - http://www.moeller.es/productos_soluciones/productos/fusibles-serie-bussmann/fusibles-baja-tension.html
- [36]Ficha de identificación de controlador de potencia Transmotec, serie DA. - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Controladores de voltaje Transmotec - <https://www.transmotec.es/product/DA-230-025/>
- [37]Catálogo de anillas de retención RotorClip. - [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Catálogo completo RotorClip - <https://pdf.directindustry.es/pdf/rotor-clip-company/rotor-clip-catalogo-productos/11813-357791.html>
- [38]Ficha técnica cable de potencia RSPRO SP-023- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Ficha técnica cable RSPRO SP-023 - <https://es.rs-online.com/web/p/cables-de-alimentacion-para-equipos/6266616/>
- [39]Ficha técnica de conector RSPRO tipo IEC 60320-1- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Ficha técnica conector IES C14 - <https://es.rs-online.com/web/p/conectores-iec/8117200/>
- [40]Ficha técnica interruptor Encendido-Apagado de doble polo SX82- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Ficha técnica de interruptor de balancín - [https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-de-balancin/1858229/?cm_mmc=ES-PLA-DS3A-_-google-_-PLA_ES_ES Interruptores Whoop-_- \(ES:Whoop!\)+Interruptores+de+Balanc%C3%ADn-_-1858229&matchtype=&pla-327041961066&gclid=CjwKCAiA65iBBhB-EiwAW253W7D5U8FntOAen55CswZ-E19oE4F7xv1o3g_8nrdqUyknCitv9boHmhoCiUgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-de-balancin/1858229/?cm_mmc=ES-PLA-DS3A-_-google-_-PLA_ES_ES Interruptores Whoop-_- (ES:Whoop!)+Interruptores+de+Balanc%C3%ADn-_-1858229&matchtype=&pla-327041961066&gclid=CjwKCAiA65iBBhB-EiwAW253W7D5U8FntOAen55CswZ-E19oE4F7xv1o3g_8nrdqUyknCitv9boHmhoCiUgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)
- [41]Catálogo de tornillería de rosca métrica de INDEX- [En línea]. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021] Disponible en Internet: Tornillería métrica INDEX - https://www.indexfix.com/docs/FT_MET_es.pdf
- [42] Catálogo de productos de acero inoxidable ALACERMAS - [En línea]. [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2021] Disponible en Internet: <https://www.alacermas.com/productos.php?gama=1>

- [43] Catálogo de acero inoxidable BONNET - [En línea]. [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2021] Disponible en Internet: <http://www.bonnet.es/Inoxidable.aspx>

6.5 Software

- Diseño asistido por ordenador tipo CAD:

SolidWorks 2016

- Procesadores de hojas de cálculo y texto:

Microsoft Office Excel 2013

Microsoft Office Word 2013

7. REQUISITOS DE DISEÑO

El requisito principal es el diseño de un brazo de pulido automático de accionamiento eléctrico, con porta-muestras, que se acople a las pulidoras del laboratorio de Materiales y que se pueda utilizar junto con el sistema LABOFORCE.

Además del sistema de brazo, se requiere el diseño de un sistema de nivelado de las probetas (plato nivelador), el cual debe servir para posicionar las probetas antes de la etapa de pulido una vez insertadas en el plato porta-muestras.

Otras de las peticiones para el nuevo diseño son:

- Aumento del número de probetas que se pueden pulir a la vez en el mismo plato porta-muestras, con un mínimo de 4 probetas simultáneas y, de forma ideal, 6 probetas.

- Posibilidad de sujetar probetas de formas y tamaños diferentes a las existentes en el laboratorio, con especial atención a las probetas con una forma irregular (como, por ejemplo, barras de acero corrugado, tubos huecos, tornillos, tuercas, piezas de secciones cuadradas, triangulares...) y dimensiones diferentes a las medidas en el laboratorio.

- Diseño de un sistema de fijación de las probetas mediante un tornillo de presión, de accionamiento manual, integrado en el propio plato porta-muestras.

- Velocidad de rotación nominal del plato porta-muestras en torno a 500 revoluciones por minuto durante la operación de pulido, con posibilidad de controlar dicha velocidad.

7.1 Tamaños nominales de las probetas metálicas

Para comenzar a resolver las cuestiones geométricas presentadas durante el proyecto, se acude a las consideraciones previas, las cuales en esencia esclarecerán las pautas de resolución y dimensionamiento de los elementos necesarios.

Primero se realiza un estudio de dimensiones de las pulidoras en el laboratorio para así establecer las medidas del nuevo brazo adicional, y también se toman las medidas de una serie de probetas presentes en el laboratorio.

El análisis del tamaño de las probetas se realizó en el laboratorio de Materiales, donde se tomaron una serie de muestras de probetas metálicas cilíndricas, tanto de acero inoxidable como de latón, escogiendo ambos materiales por ser los más abundantes para las probetas en el laboratorio.



Figura 17: Medición del diámetro exterior de una probeta de latón seleccionada. Fuente: Propia.

Después de seleccionar catorce muestras de probetas de acero inoxidable y otras catorce de latón, se midió su largo (H) y su diámetro exterior (D) con ayuda de un pie de rey, así como su masa (M) con una balanza digital, obteniéndose los siguientes resultados:

ACERO INOXIDABLE		
D (mm)	H (mm)	M (g)
17,90	20,50	40,00
20,40	25,00	63,36
18,50	20,40	42,52
18,30	21,00	42,83
20,80	20,00	52,69
19,00	20,80	45,73
18,00	21,10	41,63
18,20	21,00	42,36
20,00	18,00	43,85
21,00	10,50	28,20
20,50	11,00	28,15
20,30	20,00	50,19
21,50	12,00	33,78
21,30	12,50	34,54

Tabla 1: Dimensiones y peso de las probetas de acero inoxidable. Fuente: Propia.

LATÓN		
D (mm)	H (mm)	M (g)
17,00	21,30	52,00
20,30	17,00	42,66
21,00	21,30	57,20
21,15	21,00	57,21
20,00	18,00	43,85
20,50	11,00	28,15
21,30	12,50	34,54
18,30	21,00	42,83
19,00	20,80	45,73
20,80	20,00	52,69
18,50	20,40	42,52
21,80	20,00	57,88
18,50	20,45	42,62
21,00	21,30	57,20

Tabla 2: Dimensiones y peso de las probetas de latón. Fuente: Propia.

Se decide calcular una media, así como una estimación de las dimensiones máximas y mínimas para acompañar estas tablas:

Acero Inoxidable	
Masa (M), en g	
M mínima	28.15
M media	42.13
M máxima	63.36
Largo (H), en mm	
H mínimo	10,50
H medio	19,69
H máximo	25,00
Diámetro (D), en mm	
D mínimo	17,90
D medio	19,69
D máximo	21,50

Tabla 3: Relaciones dimensionales para el acero inoxidable. Fuente: Propia.

Latón	
Masa (M), en g	
M mínima	28,15
M media	46,93
M máxima	57,88
Largo (H), en mm	
H mínimo	11,00
H medio	19,00
H máximo	21,30
Diámetro (D), en mm	
D mínimo	17,00
D medio	19,94
D máximo	21,80

Tabla 4: Relaciones dimensionales para el latón. Fuente: Propia.

Como se observa, existen dimensiones y pesos muy parecidos en ambos muestreos, sin embargo, se tiene en consideración que se requiere la posibilidad de poder pulir también probetas obtenidas a partir de acero que no tenga una superficie lisa y uniforme, (como barras de tuberías cortadas o barras de acero corrugado).

Por tanto, se tendrá en cuenta esta medida de dimensiones medias y máximas y también la necesidad de orificios en el futuro plato porta-muestras para las de mayor diámetro exterior.

7.2 Altura mínima del plato portamuestras.

Para la operación de pulido, ha de haber una separación entre la parte superior del plato de la pulidora y la parte inferior del plato portamuestras de al menos 2 mm.

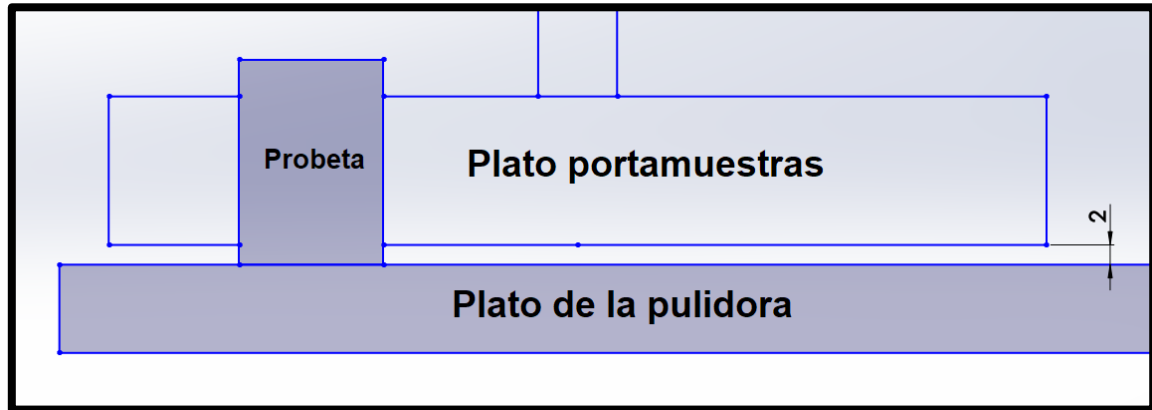


Figura 18: Alzado de la posición y el espacio entre plato portamuestras y plato de la pulidora. Fuente: Propia.

Esta altura es un requisito que limitará a la hora de diseñar el plato nivelador, elemento que asegurará que las superficies a pulir de las probetas se encuentren en un único plano horizontal durante todo el pulido, evitando desniveles y pulidos no homogéneos entre las probetas.

7.3 Posición del plato portamuestras

Previo al cálculo de cualquiera de las partes del adaptador, se debe dimensionar con respecto a la existente pulidora el diámetro exterior del plato, que es de 200 mm. A continuación, se observa una fotografía en planta de la pulidora LABOPOL 20.

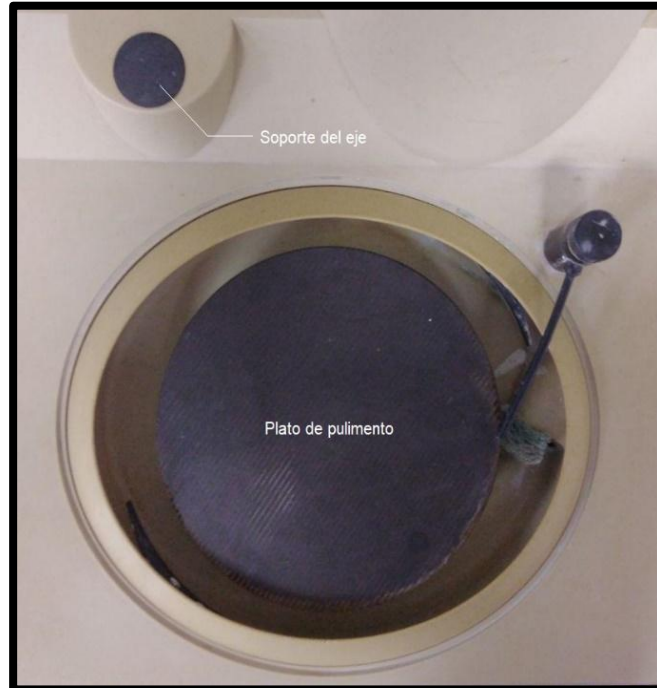


Figura 19: Planta de LABOPOL 20, rotulada. Fuente: Propia.

Como dimensiones limitantes se encuentran tanto la distancia entre el soporte para el eje y el centro del plato de la pulidora, mostrados en la figura anterior, como el ya mencionado diámetro del plato de la pulidora.

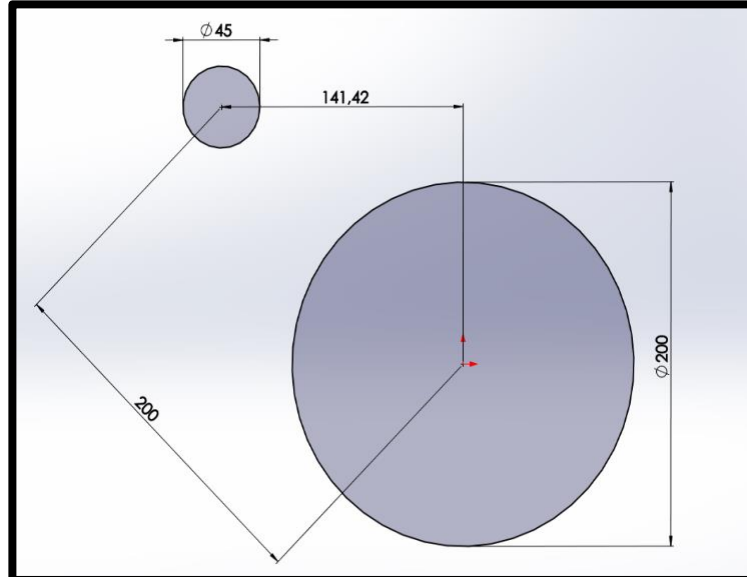


Figura 20: Posiciones y distancias en la LABOPOL20 en planta (longitudes en mm). Fuente: Propia.

Siguiendo los requisitos del diseño, y estimando el número de probetas que queremos introducir en el plato portamuestras, se opta por la siguiente configuración que encajaría dentro de nuestras dimensiones limitantes, y se fija un tamaño para el plato portamuestras:

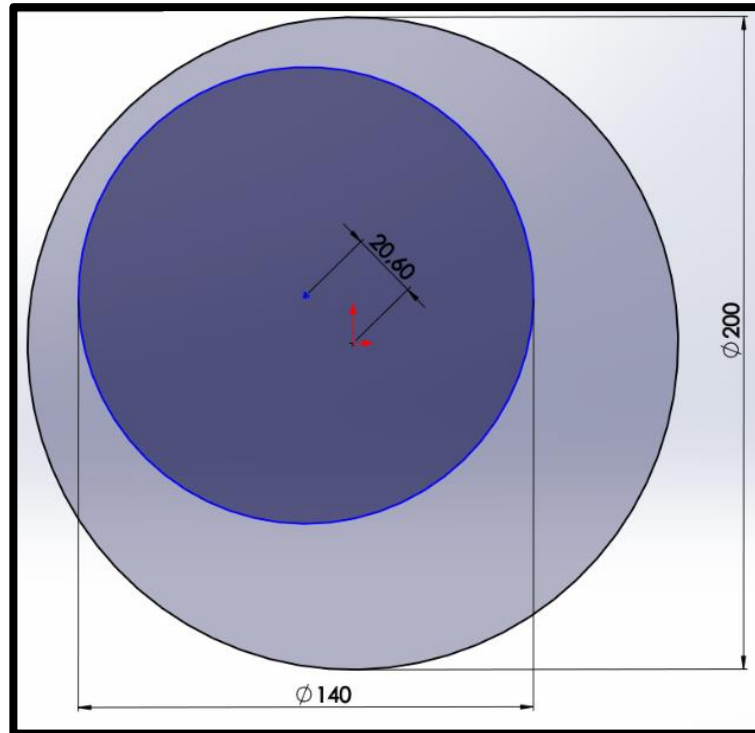


Figura 21: Posición y tamaño del plato portamuestras sobre el plato de la pulidora. Fuente: Propia.

En este predimensionamiento se ha tenido en cuenta que hay que dejar un espacio para que, durante el funcionamiento y giro del conjunto, exista espacio suficiente en la parte exterior del plato portamuestras, y que las cabezas de los tornillos de sujeción no choquen con la carcasa de la pulidora.

7.4 Dimensiones para el plato portamuestras

En este apartado se describen las elecciones de los siguientes puntos en lo referente al plato donde se colocarán las probetas:

-Tamaño y forma de los orificios del plato portamuestras: se opta por un diseño de tipo cuña haciendo posible que, una vez colocada la probeta metálica con perfil cilíndrico en el orificio del plato portamuestras, haya en todo momento al menos dos puntos de contacto con el interior del mismo.

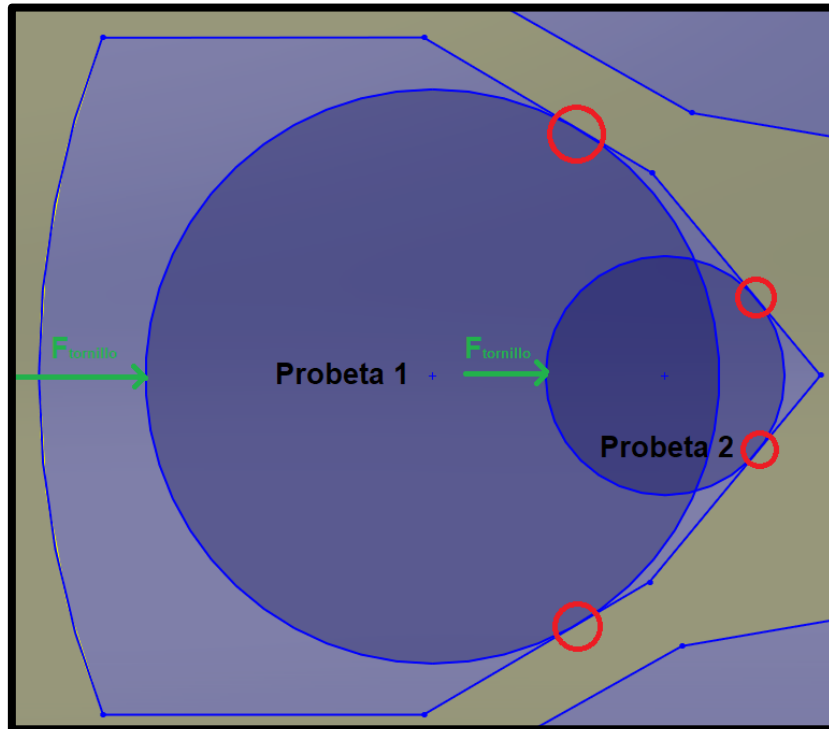


Figura 22: Puntos de contacto y apoyo (rojo) y fuerza ejercida por el tornillo de sujeción (verde). Fuente: Propia.

En la Figura 22 se ven claramente los puntos de contacto, así como las fuerzas ejercidas para probetas de dimensiones máximas y mínimas.

-Dimensiones de los orificios para permitir el posicionamiento de las probetas y su sujeción correcta durante el pulido: tras el estudio de las dimensiones de las probetas analizadas en el laboratorio y teniendo en cuenta que uno de los requisitos de diseño es el poder alojar probetas con diámetros mayores a los máximos medidos en el mismo, se disponen unos orificios de un largo de 40 milímetros, lo que posibilita alojar probetas de un diámetro exterior máximo de hasta 38 milímetros, 17,5 milímetros mayores que las probetas analizadas con el diámetro exterior máximo.

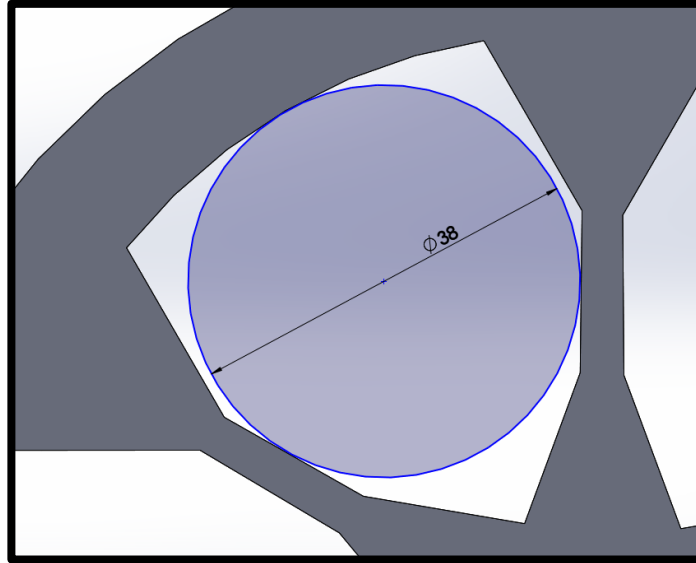


Figura 23: Dimensión de probeta máxima que se puede alojar en el orificio del plato porta-muestras.

Fuente: Propia

-Número elegido de orificios disponibles para las probetas: maximiza el número de probetas simultáneas que podrá alojarse en el plato portamuestras (teniendo en cuenta que el porta-muestras del sistema LABOFORCE permite hasta 3 probetas a la vez), con las dimensiones limitantes ya establecidas en el apartado 6.4, determinando que debe ser un número par para evitar desequilibrios dinámicos durante el giro del plato porta-muestras con cargas de probetas parciales (con huecos libres en el plato portamuestras), pues un desequilibrio en el peso podría generar vibraciones durante el pulido.

Se opta por 6 como número de probetas máximas para la solución final.

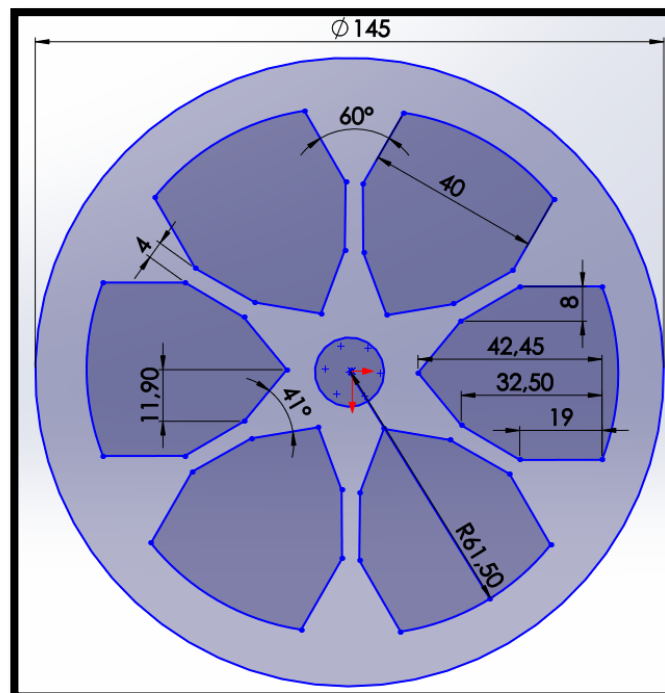


Figura 24: Dimensiones generales del plato portamuestras. Fuente: Propia.

Se resaltan los siguientes apartados para reafirmar las soluciones ofrecidas:

-Se amplía el ancho nominal de 40 mm para cada orificio, con el fin de poder albergar una probeta de mayor tamaño a las probetas de dimensiones máximas medidas en laboratorio, esto posibilita la inserción de probetas de los ya citados 38 mm de diámetro exterior nominal.

-Se propone una geometría de tipo triangular en cuña para que, en todo momento durante la operación, las probetas de perfil cilíndrico tengan dos puntos de contacto una vez colocadas. Existen dos variaciones del ángulo en la parte triangular de los orificios, para que sea cual sea el tamaño de las probetas (siempre dentro de los límites dimensionales del punto anterior), existan dichos puntos de contacto.

-El espacio entre el borde de los orificios de las probetas y el final del plato portamuestras está pensado para alojar los puntos de rosca de las sujeciones, sin que haya posibilidad de choque entre la carcasa de la pulidora y los tornillos.

7.5 Grosor del adaptador.

En este dimensionamiento se tiene en cuenta que durante la operación de pulido se generará un esfuerzo cortante en el eje que conectará el adaptador y la mordaza, pero el resto de los esfuerzos a los que se someterá al conjunto del plato portamuestras son de baja consideración.

Esta falta de esfuerzos se debe a que durante el pulido sólo la cara inferior de las probetas creará un esfuerzo de consideración, en el plano horizontal, que crea ese momento torsor sobre el eje.

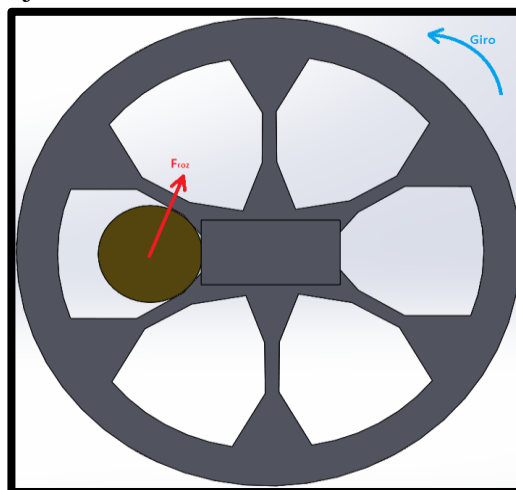


Figura 25: Fuerza de rozamiento de la probeta según sentido de giro. Fuente: Propia.

Se ha propuesto un grosor de algo menos que la mitad de una probeta de dimensiones medias, esto es 15 mm de grosor para el plato portamuestras. Dicho grosor se propone con la idea de que exista contacto de los lados de la probeta con el fondo lateral de los huecos de una manera apreciable, pero también dejando que la probeta sobresalga por

encima del plato y, además, se puedan obtener los 2 mm necesarios para el pulimento que hemos de tener en cuenta.

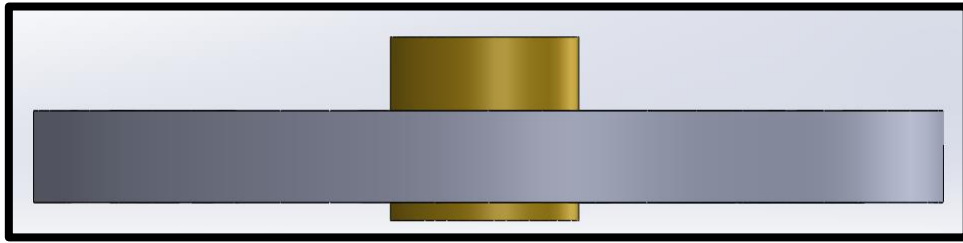


Figura 26: Vista lateral de una probeta insertada en uno de los orificios. Fuente: Propia.

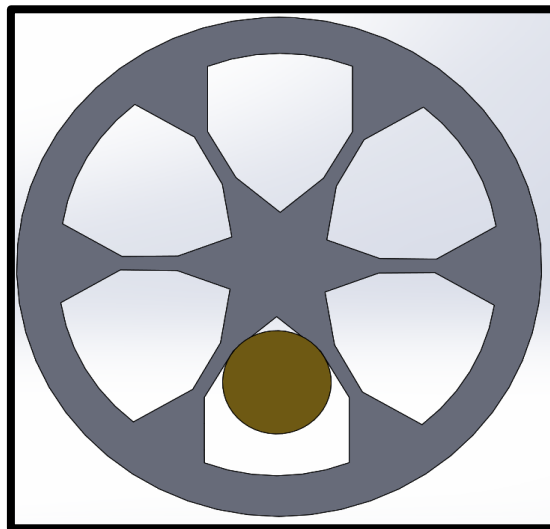


Figura 27: Vista en planta de una probeta insertada en el orificio. Fuente: Propia.

El material seleccionado será acero inoxidable AISI 304. Esta selección se justifica porque el acero inoxidable AISI 304 es un acero inoxidable austenítico, por lo que no es magnético (importante debido a que el plato de la pulidora sí que es magnético, evitando así interferencias), ampliamente disponible en el mercado, cuya composición viene dada esencialmente por la presencia del níquel (que varía entre un 8% a un 10.5%), y un porcentaje de cromo elevada (alrededor de un 20%), lo que le confiere alta resistencia a la corrosión.

	AISI 304
Carbono	0,08% máx.
Manganeso	2,00% máx.
Fósforo	0,045% máx.
Sulfuro	0,030% máx.
Silicio	1,00% máx.
Cromo	18,00%-20,00%
Níquel	8,00%-10,50%
Molibdeno	–

Tabla 5: Composición del acero inoxidable AISI 304. Fuente: <https://ferrosplanes.com/>

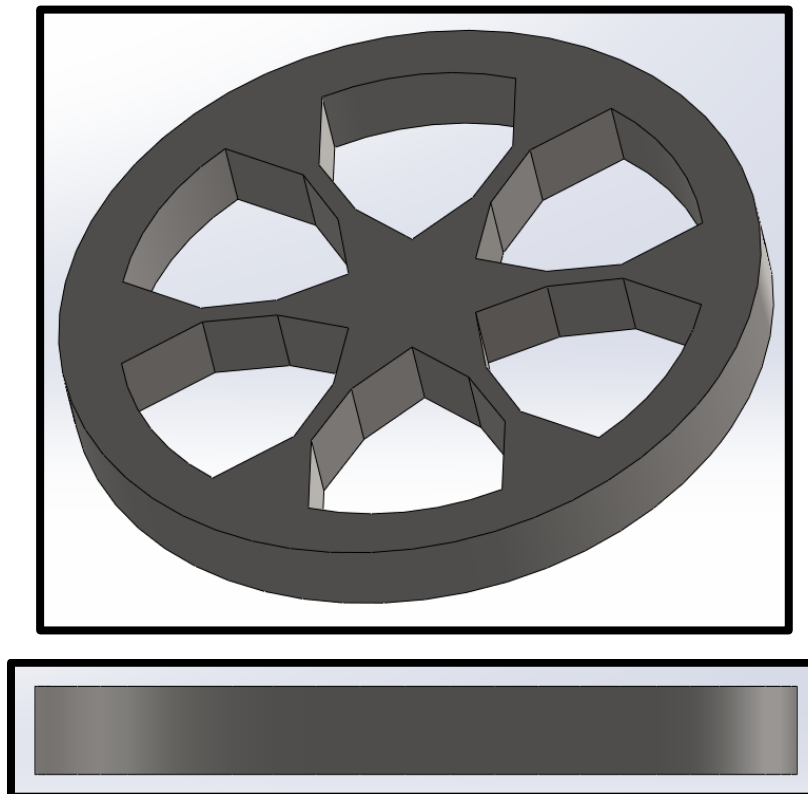


Figura 28: Vista isométrica y perfil del plato con 15 mm de grosor. Fuente: Propia.

Se agrega además una figura del plato portamuestras cargado con una probeta de máximas dimensiones medias de largo y diámetros medidos en el laboratorio (izquierda), así como otra de mínimas dimensiones medias (derecha).

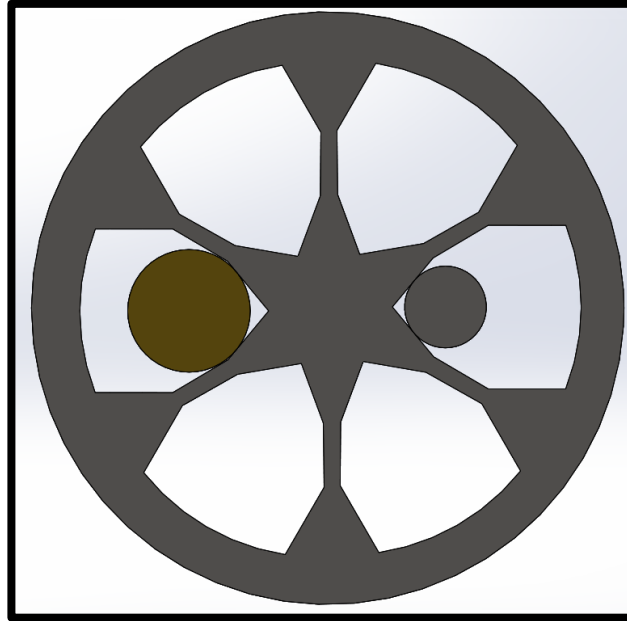


Figura 29: Posición de las probetas en los orificios del plato portamuestras. Fuente: Propia.

7.6 Sujeciones de accionamiento manual para las probetas.

El siguiente punto del diseño son las sujeciones que mantendrán las probetas fijas durante la operación de pulido.

El sencillo diseño que se propone consta de un tornillo de accionamiento manual que se introducirá en un orificio roscado, taladrado en la parte exterior del plato portamuestras, el cual se apretará manualmente hasta que sujete firmemente la probeta contra los puntos de apoyo en el plato portamuestras.

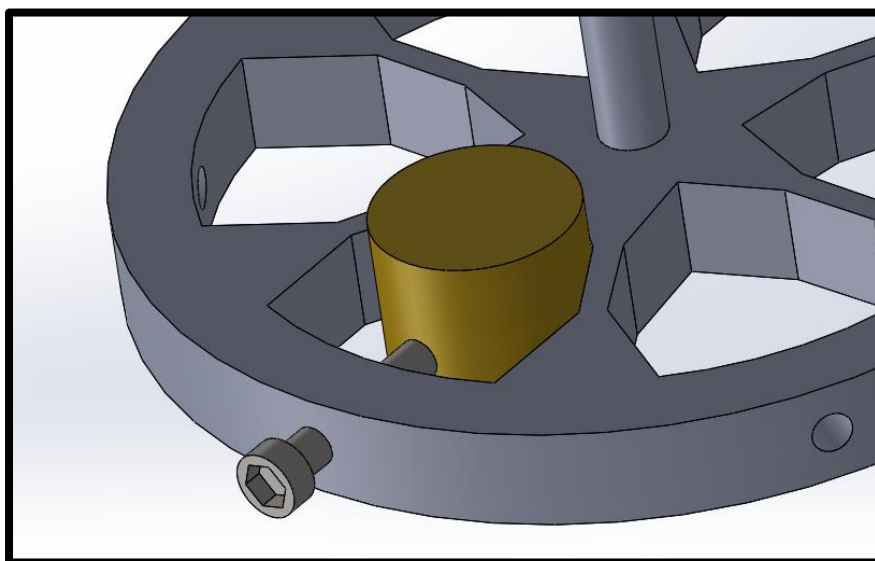


Figura 30: Detalle de sujeción manual con una probeta. Fuente: Propia.

El tornillo tendrá una cabeza redonda y orificio hexagonal, y podrá accionarse de manera manual, contando con moleteado exterior en su cabeza para mejorar en lo posible el accionamiento esta opción, pudiendo cubrirse los tramos hasta que comience el contacto de la punta con la probeta de forma rápida y terminando el apriete con una llave hexagonal.

El material del tornillo deberá ser compatible con el acero en el que estará maquinado el plato, optando por un acero inoxidable AISI 304.

8. RESULTADOS FINALES.

En este apartado se enumeran todos los componentes principales del conjunto diseñado, y además se adjunta una descripción de cada una de las funciones de los elementos más importantes del mismo, su necesidad y utilización.

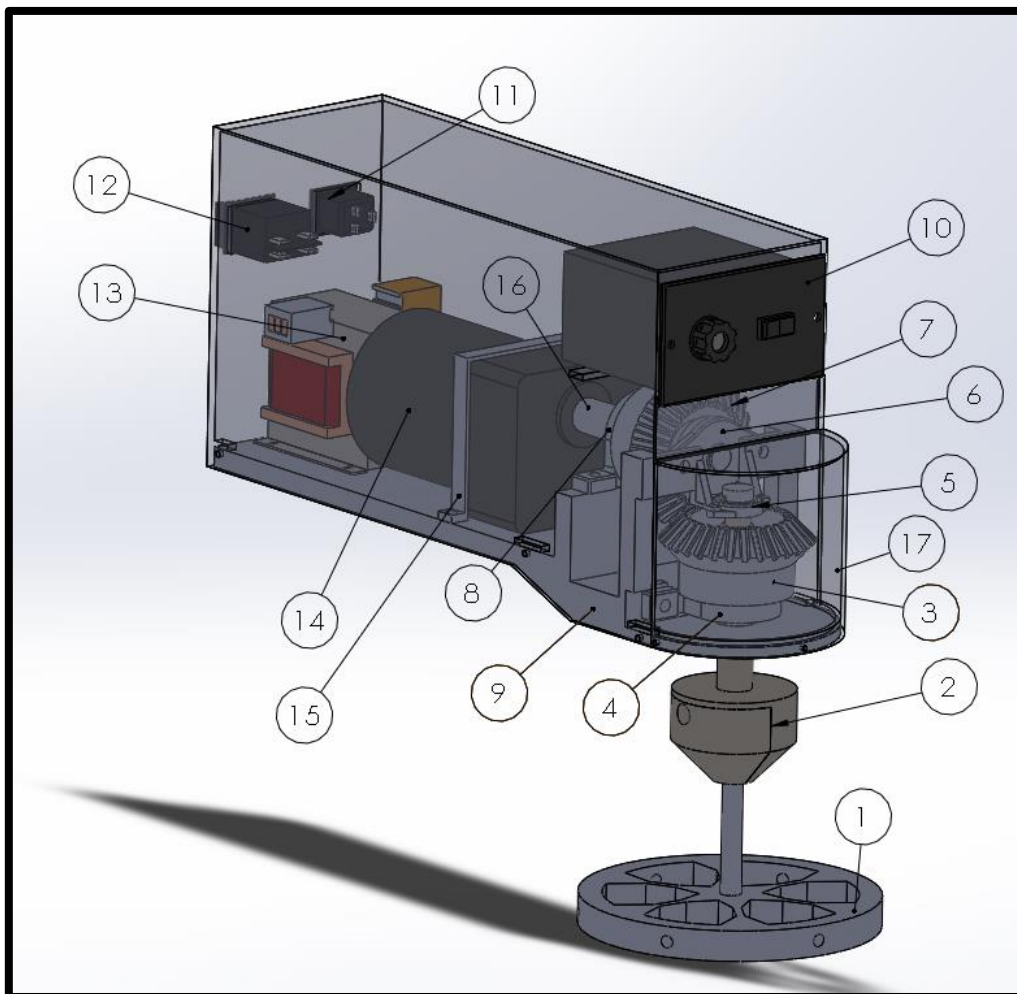


Figura 31: Conjunto del sistema de pulido. Fuente: Propia.

Numeración	Nombre del componente
1	Plato porta-muestras
2	Conjunto mordaza macho – hembra
3	Engranaje cónico recto conducido
4	Rodamiento C
5	Rodamiento D y soporte para rodamiento diseñado
6	Rodamiento B
7	Piñón cónico recto
8	Rodamiento A
9	Bastidor
10	Controlador de velocidad
11	Conector de corriente
12	Interruptor Encendido-Apagado
13	Transformador
14	Motor eléctrico
15	Anilla de sujeción del motor eléctrico
16	Eje de unión motor eléctrico – piñón cónico recto
17	Cubiertas metálicas

Tabla 6: Elementos que componen el sistema. Fuente: Propia.

Por una parte, el sistema compuesto por el plato portamuestras de probetas (1) unido a su eje para conectarlo al sistema de transmisión de movimiento, cuyo nexo es el conjunto de ambas partes de la mordaza (2).

La mordaza consta de un eje propio que conecta con el engranaje cónico recto conducido (3), que es movido por el piñón cónico motriz (7), ensamblado en un eje que conecta con la salida de potencia del motor (16).

Todos los ejes van soportados por rodamientos de bolas (4, 5, 6 y 8).

Finalmente, el motor eléctrico (14) va montado en un soporte de diseño propio (15), atornillado al bastidor (9), y todo recubierto por una carcasa exterior (17) donde irá alojado el potenciómetro de control de velocidad (10) que se conectará al motor eléctrico, incluyendo además el conector de potencia (11), el interruptor de encendido-apagado (12) y un transformador de corriente (13) que suministrará potencia al motor.

8.1 Elementos del sistema.

8.1.1. Plato nivelador.

El plato nivelador es un elemento que, si bien va a parte del conjunto montado sobre la pulidora, se utilizará siempre como sistema de calibración.

Se fabrica en acero inoxidable AISI 304, en consonancia con el resto del conjunto. Se selecciona este material por su disponibilidad y resistencia a la corrosión, así como por su facilidad de maquinado.

El plato nivelador será maquinado desde un tocho cilíndrico, con diferentes desniveles para colocar el plato portamuestras dentro y que se asiente en los extremos, dejando así que las probetas metálicas entren en contacto con fondo, de 2 mm de profundidad.

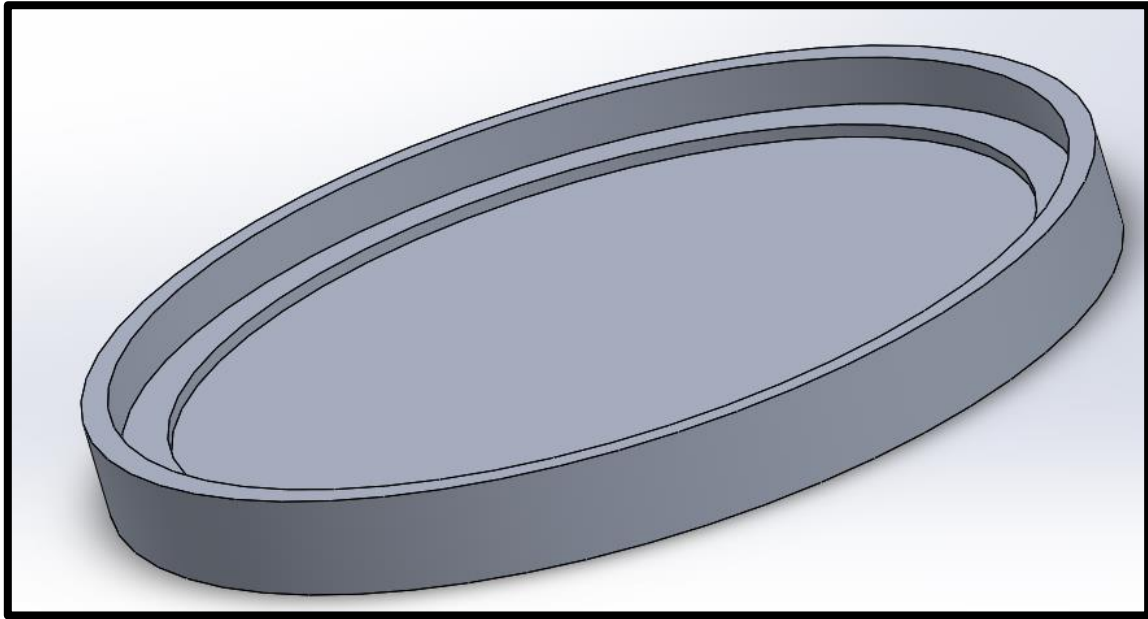


Figura 32: Plato nivelador de las probetas. Fuente: Propia.

Es un elemento pasivo del conjunto, necesario para poner en un mismo plano horizontal todas las probetas ya introducidas en el plato porta-muestras.

El plato nivelador tendrá dos niveles de profundidad, con un diámetro exterior de 153 mm, el primer nivel situado a 2,42 mm del borde exterior, donde se apoyará el plato porta-muestras, y el segundo nivel de 131 mm de diámetro, más profundo, es donde entrarán en contacto las probetas antes de ser sujetas, de 2 mm (altura requerida para el posterior pulido).

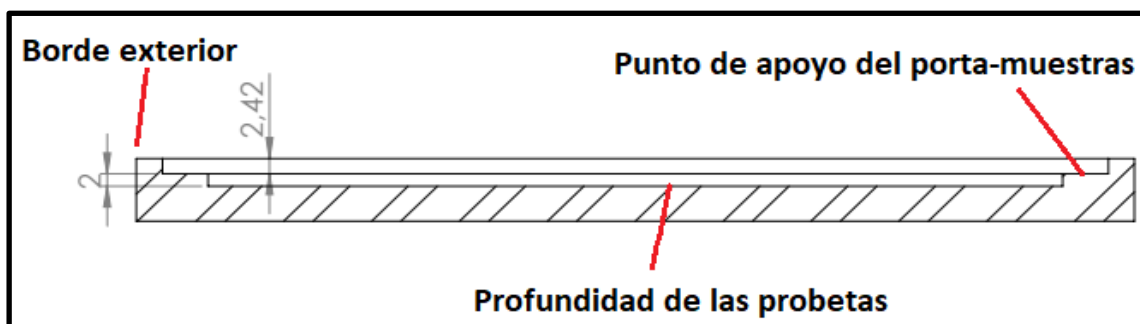


Figura 33: Vista en sección transversal del plato nivelador. Fuente: Propia.

Para el nivelado de las probetas, se colocará el plato portamuestras, con los tornillos de sujeción totalmente extendidos, luego se colocarán las probetas con la cara a pulir hacia abajo (en dirección al fondo del plato), se apretarán las sujeciones de las probetas y se retirará el plato una vez acabada esta última acción.

8.1.2. Plato porta-muestras.

Habiendo justificado anteriormente las dimensiones previas para la colocación de las probetas, se establecerá el resto de propiedades.

Este elemento en su totalidad se construye en acero AISI 304, y estará formado por el plato principal, con los orificios para las probetas en los extremos y el eje que conectará el plato porta-muestras con la mordaza, donde también se encuentra el apoyo en forma de paralelepípedo rectangular que ayudará a la transmisión del giro.

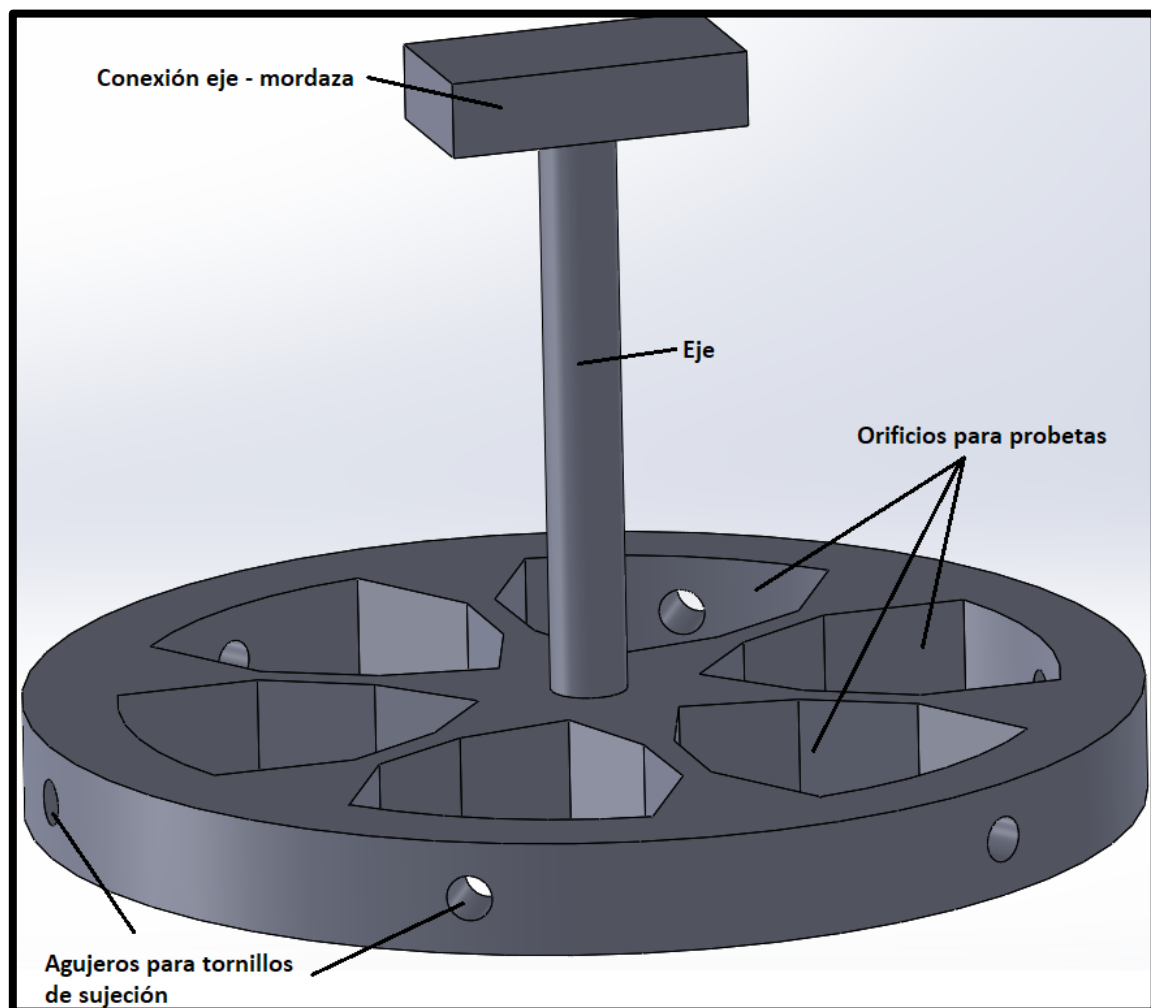


Figura 34: Detalles del plato porta-muestras. Fuente: Propia.

El acero elegido para el plato porta-muestras ha sido escogido por su resistencia a la corrosión y su disponibilidad, así como por sus propiedades mecánicas, aunque para esta aplicación no serán un punto limitante pues las sollicitaciones de esfuerzos en la operación de pulido son ligeras.

En cuanto al elemento de conexión entre el eje del plato porta-muestras y la mordaza, la primera aproximación para este elemento fue el diseño de un eje maquinado pequeño, de forma cilíndrica (Figura 35).



Figura 35: Modelo inicial propuesto para la sujeción del plato portamuestras. Fuente: Propia.

Sin embargo, este elemento no es óptimo para un diseño donde el plato porta-muestras estará girando, pues podría ocasionar deslizamientos al tener una geometría cilíndrica. Se decide cambiarlo por un apoyo de tipo rectangular, aumentamos la transmisión de par al tener mayor sección de contacto (las caras del paralelepípedo) y una geometría que impide el deslizamiento del porta-muestras.

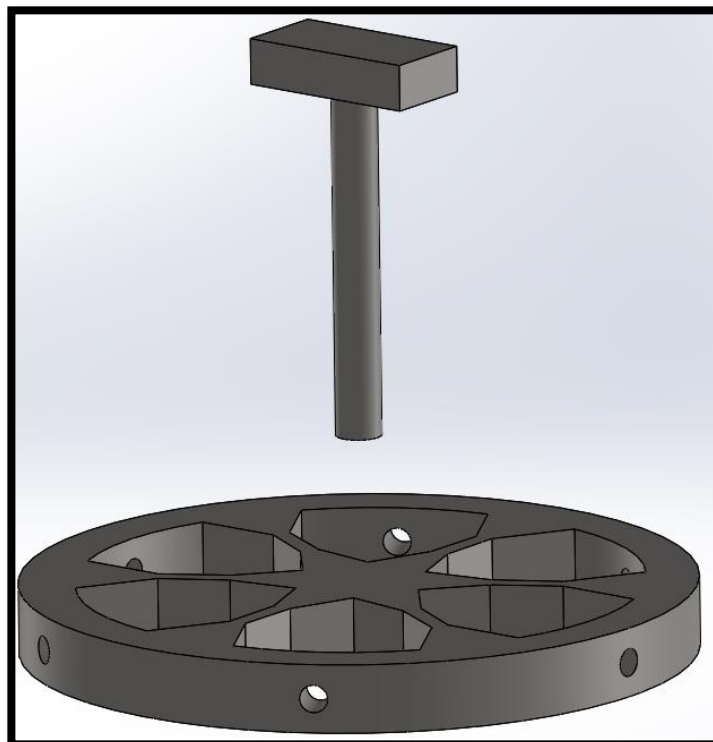


Figura 36: Detalle del eje y el plato del porta-muestras. Fuente: Propia.

Se maquina en dos piezas, el plato desde una plancha de acero, el eje y el paralelepípedo, respectivamente, torneado y fresado aparte, y se soldará mediante soldadura TIG al plato inferior.

8.1.3. Sujeciones de las probetas.

El sistema de sujeción para las probetas metálicas en el plato porta-muestras funciona de la siguiente manera: una vez colocado el plato porta-muestras con las probetas en el plato nivelador, se aprietan manualmente unos tornillos con cabeza hexagonal moleteada contra la superficie de las probetas.

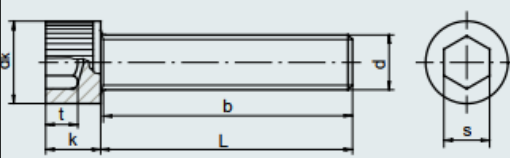
Estos tornillos fijan la muestra, que estará en contacto en todo momento en, al menos, dos puntos diferentes con las paredes interiores de los orificios del plato porta-muestras, y en uno con el propio tornillo, lo que permite una sujeción rápida, manual y simple.

Los tornillos seleccionados son tornillos allen con cabeza cilíndrica, rosca métrica normalizada M6 x 1, con moleteado exterior y una longitud de 40 mm que asegura geométricamente que el tornillo entre en contacto y apriete a probetas de diámetros mínimos (alrededor de los 17 mm, como se vio en las mediciones) o máximos.

Los tornillos serán de acero AISI 304 para no mezclar tipos de aceros entre el tornillo y el plato porta-muestras.

DIN 912
ISO 4762

TORNILLO ALLEN CABEZA
CILÍNDRICA Rosca Total



MATERIAL: ACERO

CALIDAD: 12.9

APLICACIÓN: Se utiliza como elemento de unión. Entre sus características están la de no sobresalir del elemento superior que se quiere unir y el necesitar menos espacio para el apriete mediante llave.

DIMENSIONES

d	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Paso	1	1,25	1,5	1,75	2	2
dk	10	13	16	18	21	24
k	6	8	10	12	14	16
s	5	6	8	10	12	14
t	3	4	5	6	7	8

PESOS

L	Peso Kg 1000 piezas					
40	11,0	20,9	34,1	47,3	63,0	91,0
45	12,1	22,9	37,2	51,7	69,0	97,6
50	13,2	24,9	40,3	56,1	75,0	106
55	14,3	26,9	43,4	60,5	81,0	114
60	15,4	28,9	46,5	64,9	87,0	122

Figura 37: Extracto del catálogo ROSMIL para tornillería de las sujeciones. Fuente: Catálogo ROSMIL.

8.1.4. Sistema de mordaza.

La mordaza es un elemento de transmisión y anclaje, en el cual se colocará el plato porta-muestras ya cargado con las probetas por medio de un simple acople tipo macho-hembra y sujeto por un único tornillo de cabeza hexagonal.

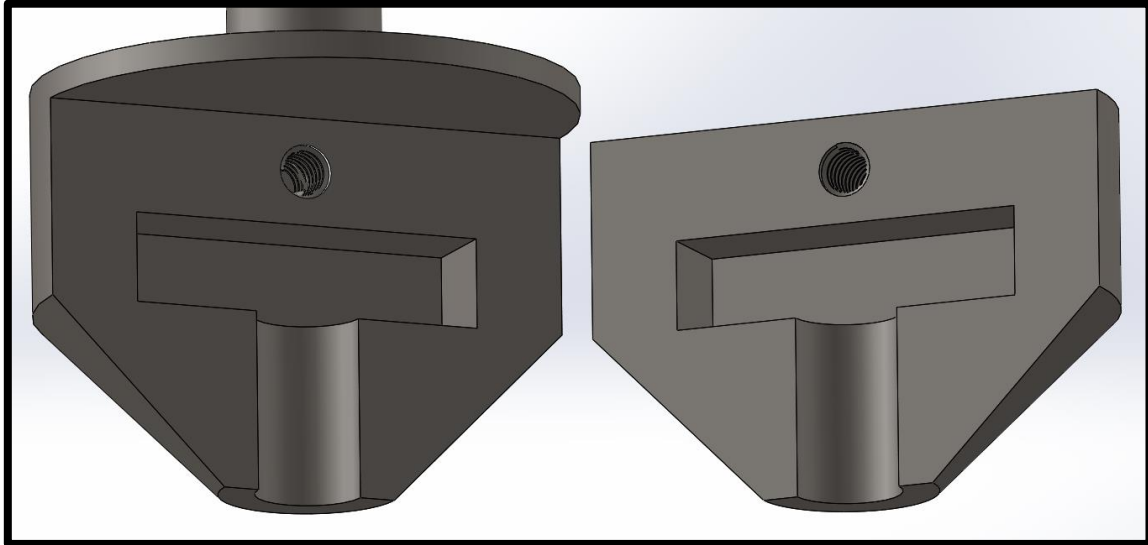


Figura 38: Mordaza hembra (izquierda) y macho (derecha). Fuente: Propia.

El conjunto de la mordaza será mecanizado en una pieza de acero AISI 304, seleccionado por ser adecuado con el conjunto, así como por ser un acero inoxidable, característica importante porque esta será una de las piezas con las que más entrará en contacto el personal que realice los pulidos, ya que es necesario abrir y cerrar el conjunto para introducir el plato porta-muestras.

El método de sujeción entre ambos es un único tornillo de cabeza cilíndrica hexagonal, que será de tipo M6 x 1, de un largo de 30 mm.

DIN 912	ISO 4762	TORNILLO ALLEN CABEZA CILÍNDRICA																		
		MATERIAL: ACERO CALIDAD: 12.9 APLICACIÓN: Se utiliza como elemento de unión. Entre sus características están la de no sobresalir del elemento superior que se quiere unir y el necesitar menos espacio para el apriete mediante llave.																		
DIMENSIONES																				
d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48	
Paso	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4,5	5	
b	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	78	84	90	96	108	
dk	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45	50	54	58	63	72	
k	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	42	48	
s	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	17	19	19	22	24	27	32	32	36	
t	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13,5	15,5	18	19	21	24	28	
L	Peso Kg 1000 piezas																			
10	1,80	2,70	4,70																	
16	2,25	3,45	5,75	12,1	20,9															
20	2,65	4,01	6,53	13,4	22,9	32,1														
25	3,15	4,78	7,59	15,0	25,9	35,7														
30	3,65	5,55	8,70	16,9	27,9	39,3	53,0	77,8												
35	4,15	6,32	9,91	18,9	31,0	42,9	58,0	84,4												

Figura 39: Tornillo de unión para unir ambas partes de la mordaza. Fuente: Catálogo de tornillería ROSMIL, 2017

En la parte de la mordaza denominada “macho” se mecanizarán dos orificios, uno de 6 mm de diámetro, roscado y pasante, otro exterior y liso de 5 mm de radio y 10 mm de profundidad.

Se seleccionan dichas profundidades para que, una vez introducido el tornillo, al apretarse del todo, quede totalmente fijado el conjunto, y la cabeza del tornillo ejerza presión sobre la superficie de apoyo lisa (flecha roja en la Figura 40).

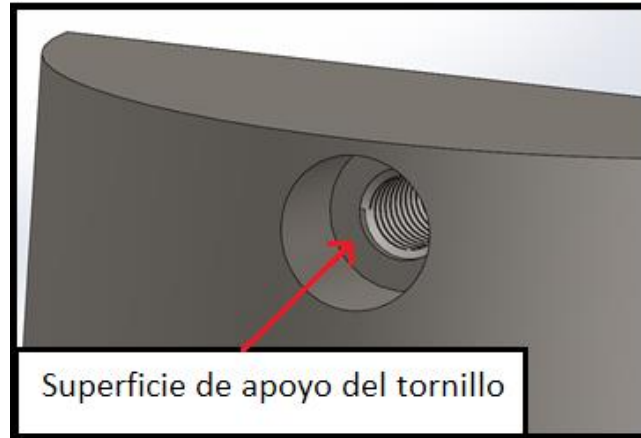


Figura 40: Detalle del orificio liso y el roscado de la mordaza macho. Fuente: Propia.

En cuanto a la parte de la mordaza “hembra”, tendrá un único orificio roscado de 10 mm de profundidad, donde se introducirá el tornillo una vez se acople la parte macho y se apriete con una llave allen.

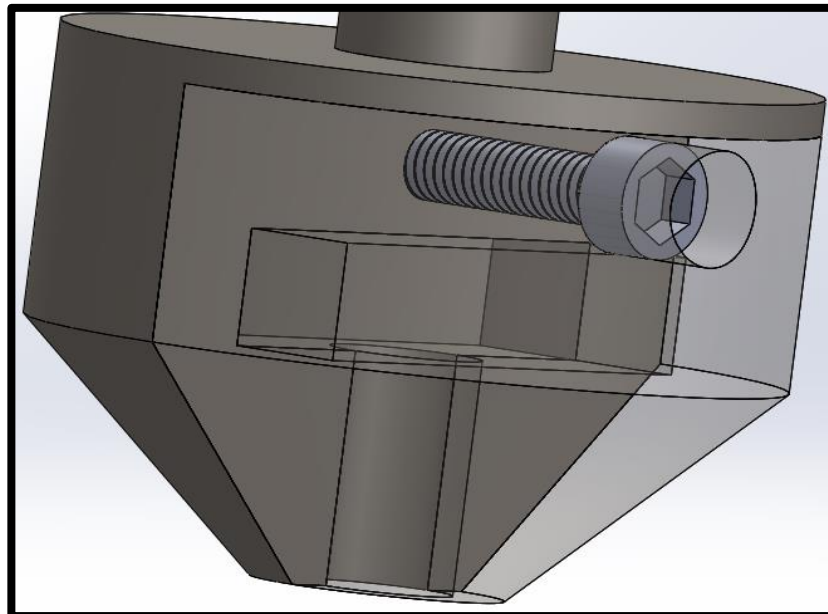


Figura 41: Detalle del conjunto ensamblado de ambas partes de la mordaza y el tornillo. Fuente: Propia.

8.1.5. Eje de la mordaza.

Este eje es el que transmite el giro desde el sistema de engranajes hasta el conjunto del plato porta-muestras con la mordaza, y estará unido a la parte “hembra” de la mordaza.

Se trata de un eje con rebajes en el diámetro exterior, pensados para su introducción en el rodamiento que soportará su peso y el del conjunto. Estará agujereado en su extremo final para alojar un anillo de sujeción, y se anclará al sistema de la mordaza por medio de un pasador cilíndrico (Figura 42).

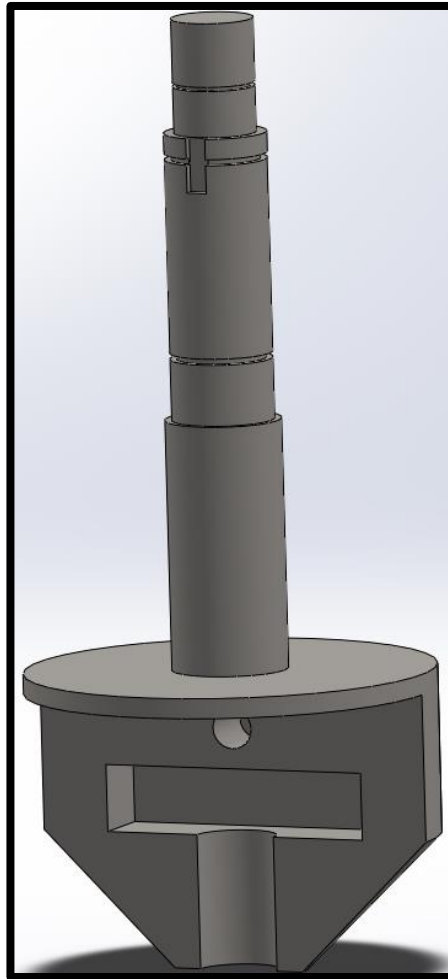


Figura 42: Imagen del eje de la mordaza. Fuente: Propia

Además, en la parte central del mismo tendrá un orificio para alojar la chaveta que conectará el eje con el engranaje cónico recto conducido, y en el rebaje intermedio se aprecian las dos partes mecanizadas que alojarán las anillas de sujeción de este eje.

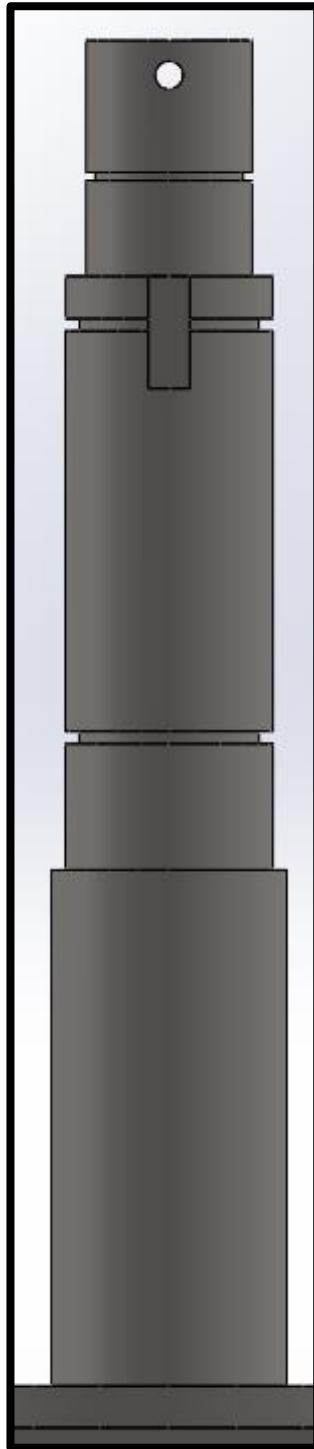


Figura 43: Detalle de variaciones de diámetro en el eje y el orificio para la chaveta. Fuente: Propia

La parte inferior del eje es de 17 mm de diámetro, el primer rebaje resta 2 mm a este diámetro (15 mm) y el diámetro superior es rebajado otros 3 mm (12 mm).

Para la parte superior del eje, se requiere la colocación de un anillo de sujeción perforado, que se unirá al eje con un pasador metálico del mismo diámetro que dicha perforación. De esta manera, el peso del conjunto se transmitirá al sistema de rodamientos, que a su vez lo transmitirá al bastidor una vez montado y atornillado.

El diámetro del orificio para el pasador será de 1 mm, mientras que las dimensiones del orificio interior del anillo de sujeción serán de 12 mm (para encajar con el eje).

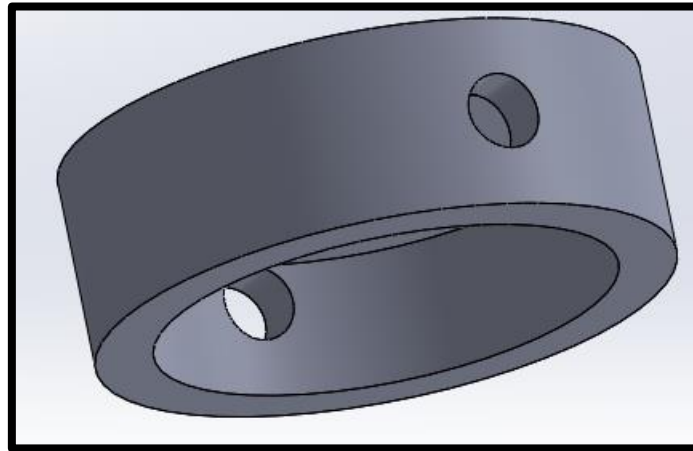

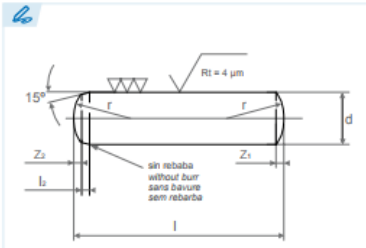


Figura 44: Anillo de sujeción agujereado para insertar el pasador metálico. Fuente: Propia

Las dimensiones del pasador, de la marca OPAC, serán de 2 mm de diámetro y de un largo de 15 mm.

DIN 6325

Pasador cilíndrico
 Parallel pins
 Goupille cylindrique rectifiée
 Caviilha cilíndrica

Resistencia a la tracción mínima: 600 N/mm²
 Tensile strength (minimum): 600 N/mm²
 Résistance à la traction minimum: 600 N/mm²
 Resistência à tração mínima: 600 N/mm²

Tolerancia: m6
 Tolerance: m6
 Tolérance: m6
 Tolerância: m6

Templado 60 ±2 HRC y rectificado
 Hardened 60 ±2 HRC and grinded
 Dureté 60 ±2 HRC rectifié
 Temperado 60 ±2 HRC e retificado

d	m6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	m6	d
l ₂		0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	2,5	3	4		l ₂
r	=	0,8	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	16	20	=	r
z ₁	=	0,12	0,15	0,23	0,3	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	=	z ₁
z ₂	=	0,06	0,08	0,12	0,18	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,3	1,7	2	=	z ₂

Figura 45: Pasador de acero. Fuente: Catálogo de pasadores OPAC.

El anillo de sujeción y el pasador serán mecanizados en el mismo acero AISI 304 que el eje, escogido por su compatibilidad con el resto de elementos con los que entrará en contacto, además de por su resistencia mecánica.

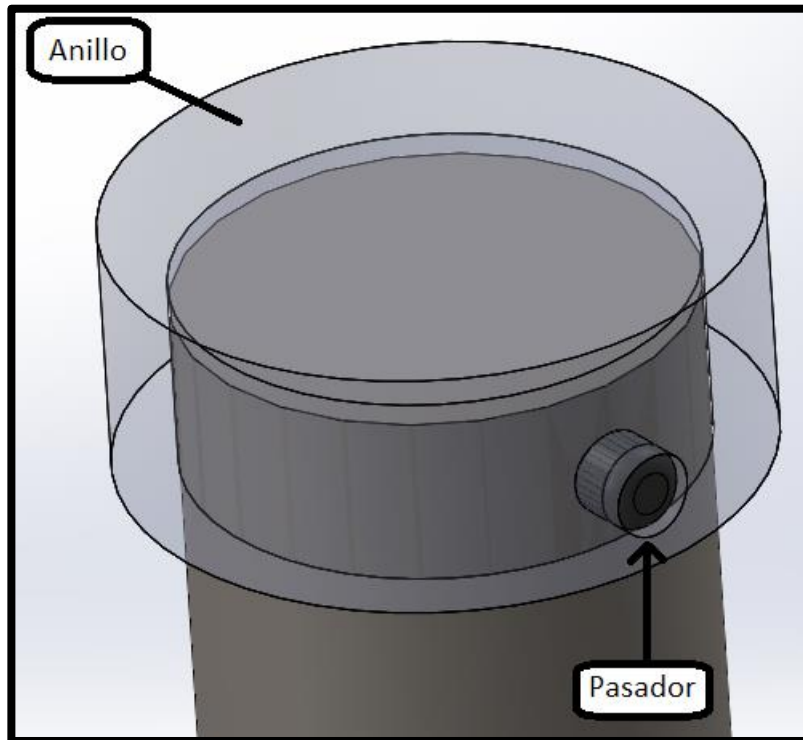


Figura 46: Detalle del conjunto Anillo - Pasador - Eje. Fuente: Propia.

8.1.6. Transmisión de potencia.

En muchos sistemas mecánicos con motores eléctricos, existen elementos de transmisión de la potencia de giro o de movimiento, reductoras, bandas de transmisión, cremalleras, y una gran variedad de formas de transformar la energía mecánica para un fin en concreto.

Citando alguno de los más interesantes, tendríamos:

- Transmisión por banda o cadena: se trata de sistemas donde se transmite la potencia mecánica de giro mediante la utilización de poleas lisas o curvas, unidas por una banda o una cadena.

Este tipo de transmisión es muy común en todo tipo de mecanismos, ya sea en automoción, pequeños y medianos electrodomésticos, hasta en mecanismos más simples.

Las bandas de transmisión, así como las cadenas pueden ser de diversos tipos, ya sea con una forma en concreta (triangular, cuadrada, redondeada...) para el tipo de aplicación necesaria, o de distintos materiales para las necesidades específicas de una aplicación (conducción de elementos alimenticios, escombros, material corrosivo, etc), además de poder incluso variar la inclinación de las mismas.

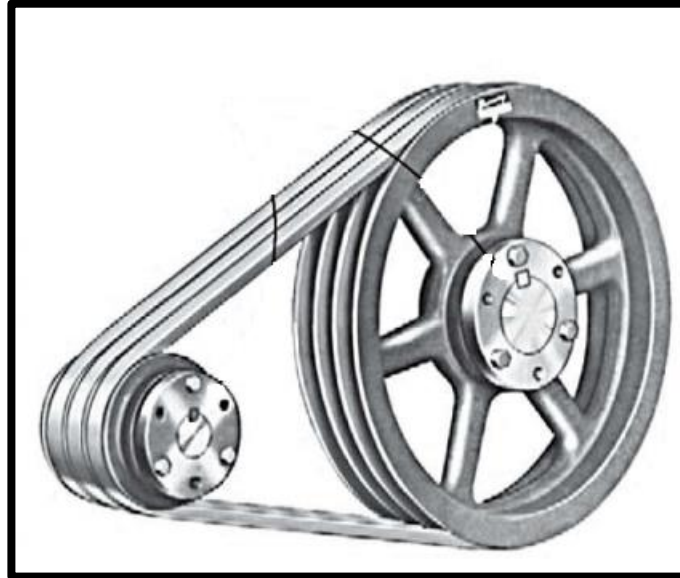


Figura 47: Ejemplo de transmisión por banda. Fuente: Robert L. Mott [23].

- Transmisión por trenes de engranajes: este tipo de transmisión de potencia mecánica se centra en el uso de dos o más engranajes (generalmente, un piñón que conecte el elemento que genera la potencia mecánica, y una corona conducida o engrane).

Los engranajes pueden ser de diversos tipos, ya sea de dientes rectos, cónicos, helicoidales o cremalleras, y se emplean en una inmensa variedad de elementos mecánicos, logrando con ellos una capacidad de transmitir movimiento mecánico en reducidos espacios como característica a destacar.

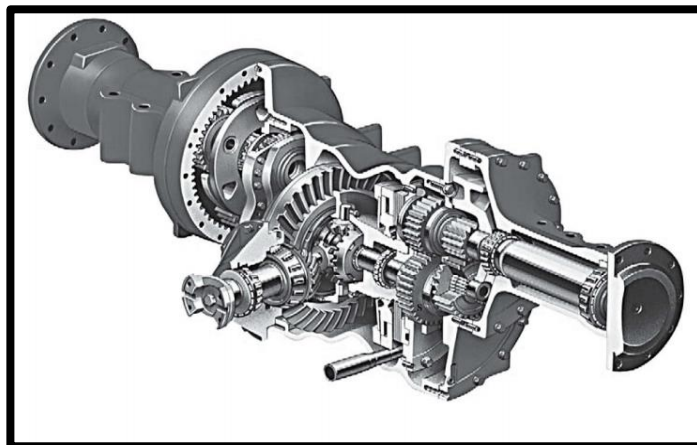


Figura 48: Ejemplo de una transmisión con engranajes. Fuente: Robert L. Mott

Estos son los sistemas más genéricos y principales de transmisión de potencia, hay muchos más, sin embargo, este proyecto se centrará en ellos.[24]

8.1.6.1 Sistema de transmisión de potencia en el brazo LABOFORCE.

La transmisión de potencia del sistema LABOFORCE utilizado en el laboratorio consiste en esencia en el mismo sistema que hemos diseñado, sin embargo, la potencia se transmite a través de un sistema de polea con banda elástica hasta el adaptador donde van alojadas las probetas.

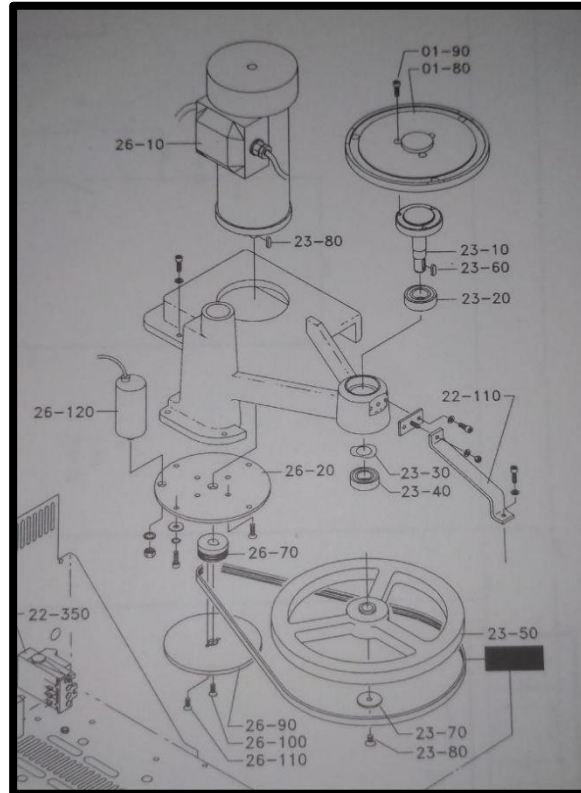


Figura 49: Extracto del plano de despiece del sistema LABOPOL - LABOFORCE. Fuente: Manual de instrucciones LaboPol-1 a 6, Struers.

Como se observa, el motor (26-10) transmite la potencia a un fino eje que es solidario a una polea lisa (26-70), y mediante una banda de transmisión se transmite el giro a una polea lisa de mayor diámetro (23-50), lo que logra una reducción en la velocidad de giro desde el motor al porta-muestras con las probetas.

8.1.6.1 Engranajes cónicos rectos.

Entre la variedad de tipos de engranajes, se opta por un tren de dos engranajes cónicos rectos, con el piñón conectado mediante un acople al eje del motor eléctrico seleccionado, y la corona solidaria al eje de la parte hembra de la mordaza, el cual transmitirá el movimiento a la misma.

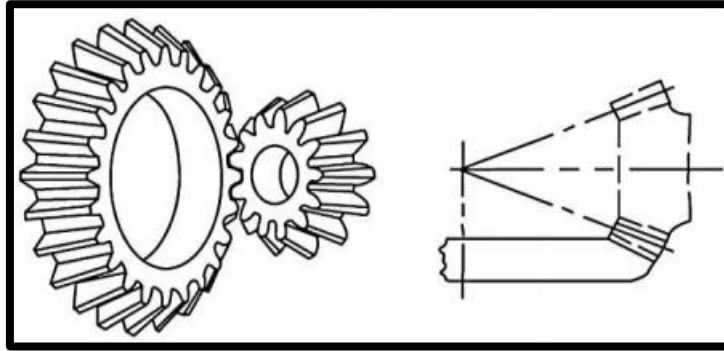


Figura 50: Ejemplo de dos engranajes cónicos de dientes rectos. Fuente: Robert L. Mott[23].

La razón por la que se elige este tipo de engranaje es por su capacidad de transmitir movimiento entre dos ejes perpendiculares, lo que nos habilita a la colocación del motor en un plano horizontal y además transmitir potencia al eje de la mordaza hembra, en el plano vertical.

Además, al ser engranajes de tipo cónico de dientes rectos, hay una inmensa variedad en las posibilidades de elección en el mercado, con materiales y tratamientos opcionales a escoger en caso de ser necesarios para nuestra aplicación.

Se eligen engranajes cónicos rectos de la marca Causer (acorde con la Norma UNI-6588:1969) y con las siguientes propiedades:

- Angulo de presión: 20°
- Material: Acero AISI 1045
- Relación de transmisión: 1:1 (transmisión de potencia, no conversión)
- Número de dientes: 30 para ambos engranajes.
- Paso diametral: 10
- Módulo métrico (mm): 2.5
- Diámetro primitivo (dp): 75 mm
- Diámetro interno del hueco para el eje: 15 mm
- Ancho de la cara nominal del diente: 15 mm

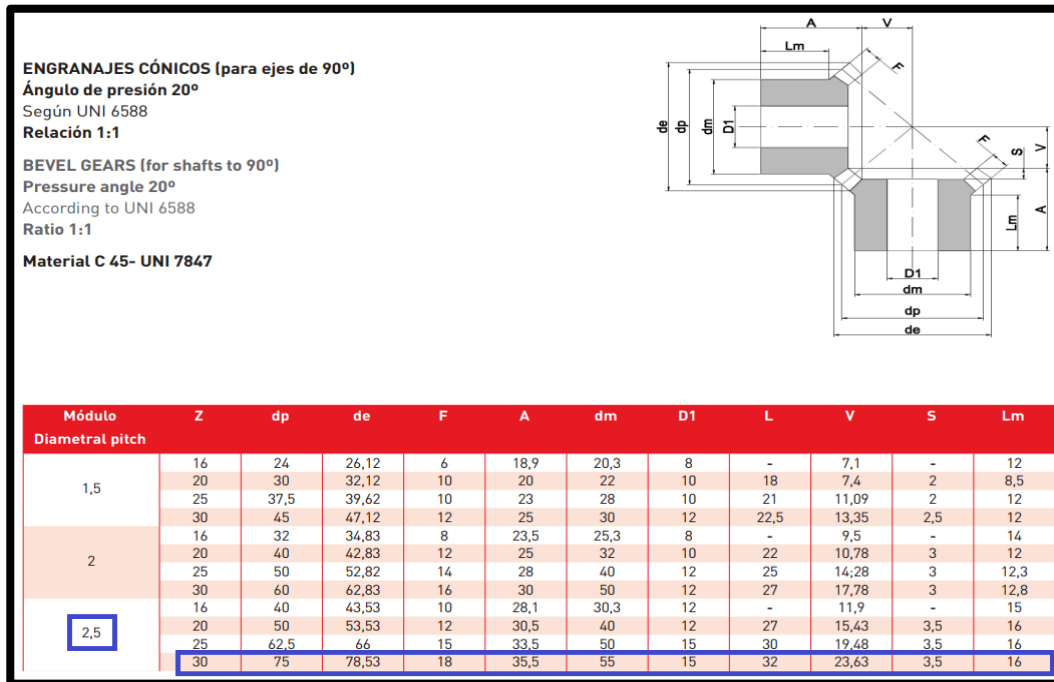


Figura 51: Identificación de los engranajes cónicos utilizados. Fuente: Catálogo Causser.

Ambos engranajes van montados en un ángulo de 90 grados, y cada uno se sitúa junto con uno de los ejes dimensionados.

Se escogen estos engranajes en concreto porque son capaces de transmitir la potencia del motor seleccionado a una velocidad de giro de 500 rpm con una transmisión idéntica (1:1).

También señalar que han de ser maquinados interiormente para alojar las cuñas y obtener una correcta transmisión de la potencia.

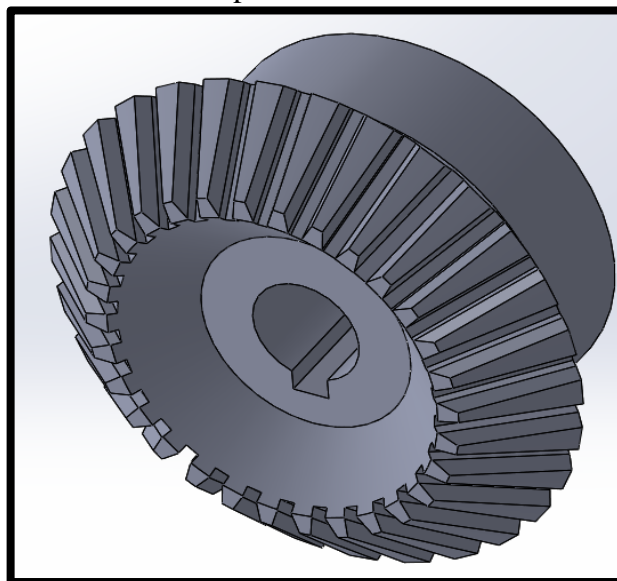


Figura 52: Detalle del chavetero del engranaje cónico recto, una vez mecanizados. Fuente: Propia.

El material en el que se fabrican los engranajes cónicos escogidos es el acero C45 – UNI 7847, que destaca por su soldabilidad, y más importante, maquinabilidad [8], y su composición es la siguiente:

STAND	C(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	Si(%)	Cr(%)	Mo(%)	Ni(%)
ASTM A29/A29M-05	0.43-0.50	0.60-0.90	Max 0.040	Max 0.050	Max 0.10	-	-	-
EN 10083/2-2006	0.42-0.50	0.50-0.80	Max 0.045	Max 0.045	Max 0.40	Max 0.40	Max 0.10	Max 0.40
JIS G4051-2009	0.42-0.48	0.60-0.90	Max 0.030	Max 0.035	0.15-0.35	-	-	≤0.20
ISO 683/18-1996	0.42-0.50	0.50-0.80	≤0.035	≤0.035	0.10-0.40	-	-	-

Figura 53: Composición acero C45 por la normativa ISO 683 /18-1996. Fuente: <https://es.steelpurchase.com>

El material mayormente empleado en el diseño y con el que entrará en contacto este par de piñón y engranaje cónicos es el AISI 304, acero que sí es inoxidable en comparación con el C45 por defecto que ofrece Causer en su gama de engranajes.

Composición \ Acero	AISI 304	C45
Carbono (%)	0,08	0,42 – 0,5
Manganeso (%)	2,00	0,50 – 0,80
Fósforo (%)	0,045 máximo	0,035 máximo
Sulfuro (%)	0,030	0,035 máximo
Silicio (%)	1,00 máximo	0,10 – 0,40
Cromo (%)	18,00 – 20,00	-
Níquel (%)	8,00 – 10,50	-
Molibdeno (%)	-	-

Tabla 7: Composición de acero inoxidable AISI 304 y acero inoxidable C45. Fuente:[6][8]

Como la combinación del acero mayoritario en el diseño (AISI 304) con el C45 causaría problemas y posibles pares galvánicos, se indica al fabricante la fabricación de los engranajes en AISI 304, opción que permite escoger para todos sus componentes.

8.1.7. Rodamientos.

En el mercado existen infinidad de tipos de rodamientos, por lo que se debe situar cada uno de los ejes en los que se colocarán, así como los esfuerzos que afectarán a los mismos en cada caso.

Los rodamientos irán colocados antes y después de cada engranaje. Se ha dictaminado esta solución porque de manera práctica es la mejor disposición para un conjunto de transmisión de engranajes rectos, colocándose en cada eje en pares. [23]

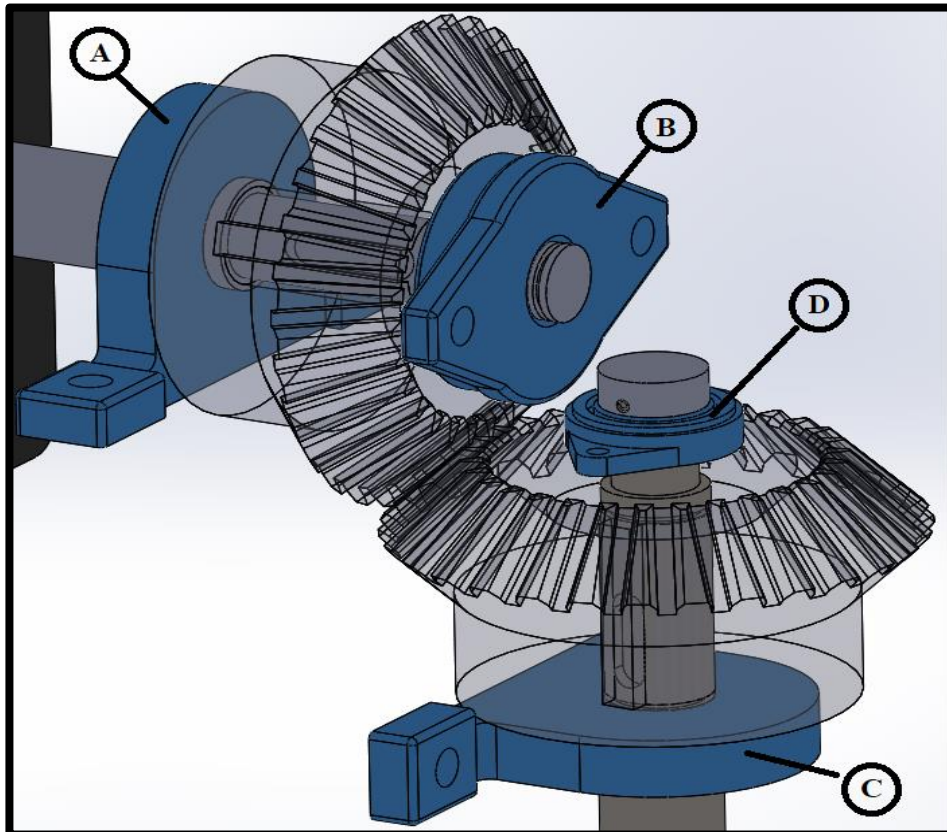


Figura 54: Detalle de los rodamientos una vez colocados en pares. Fuente: Propia.

Todos los rodamientos serán del tipo hilera única de bolas, variando en el diámetro interno y en el tipo de montaje asociado, ya se para el rodamiento “D” se selecciona un rodamiento de hilera única de bola aislado y se mecanizará un soporte para el mismo aparte, mientras que el resto de rodamiento (“A”, “B” y “C”) se elegirán de entre rodamientos comerciales montados en soportes.

Rodamiento	Diámetro interno
Rodamiento A	17 mm
Rodamiento B	12 mm
Rodamiento C	15 mm
Rodamiento D	12 mm

Tabla 8: Relación de los rodamientos y sus diámetros internos. Fuente: Propia

La elección de los rodamientos de hilera única de bolas metálicas viene fundamentada en la baja necesidad por parte de los mismos de soportar grandes cargas en el sentido de los ejes (axial) a excepción del rodamiento C y D, los cuales soportarán cargas axiales mayores por el peso del conjunto de la mordaza con el porta-muestras, y dicho peso se repartirá entre ambos. En el eje solidario al motor no existirá una carga axial apreciable.

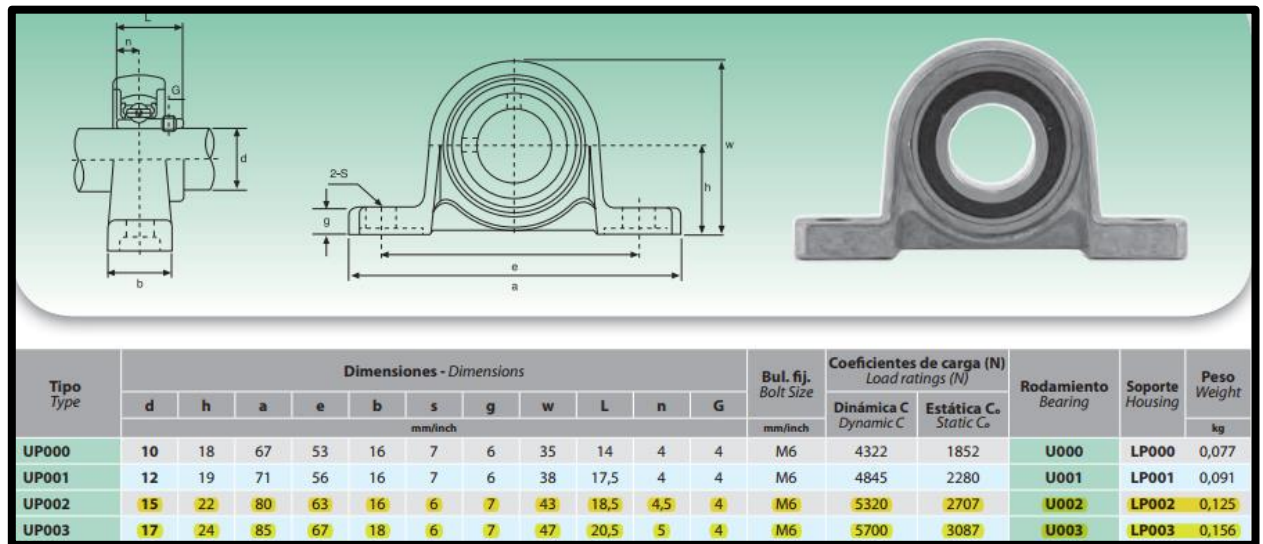


Figura 55: Rodamientos con soporte de 15 y 17 mm escogidos. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.

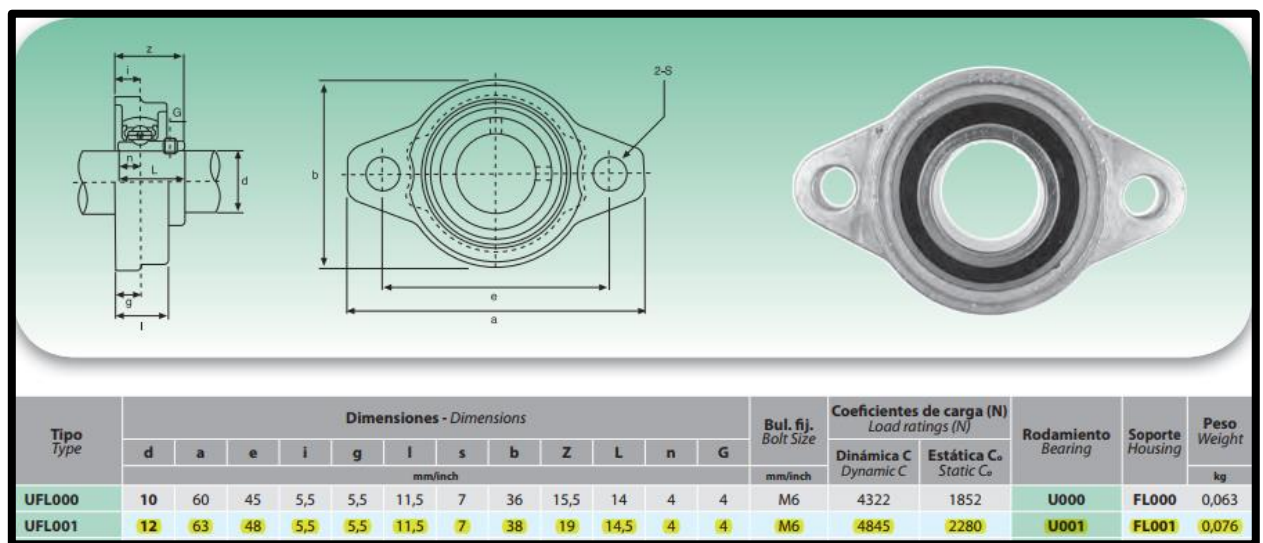



Figura 56: Rodamiento con soporte de 12 mm escogido. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.

En las dos figuras previas se muestran los rodamientos ya montados en su propio soporte.

Dicho soporte se solicitará en AISI 304 (posibilidad que ofrece el fabricante ISB), por la compatibilidad con el conjunto diseñado y la tornillería que se escogerá para su anclaje en el bastidor, y con una tolerancia de tipo P6 para los agujeros.



Dimensioni (mm) Dimension (mm)			Coefficiente di carico (KN) Load rating (KN)		Velocità limite (giri/min) Speed limit (Rpm)		Peso (Kg) Weight (Kg)	Sigla Designation
d (mm)	D (mm)	B (mm)	Dinamico Dynamic C	Statico Static C ₀	Lubrificazione Lubrication			
					Grasso Grease	Olio Oil		
12	21	5	1.186	0.627	32895	38700	0.0063	SS 61801
	24	6	1.862	0.931	30600	36000	0.011	SS 61901
	28	8	4.145	2.234	29070	34200	0.022	SS 6001
	32	10	5.733	2.940	24480	28800	0.037	SS 6201
	37	12	8.026	3.969	21420	25200	0.06	SS 6301

Figura 57: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB

Para este último rodamiento, que se escoge sin soporte, se opta por diseñar un soporte simple similar al que ofrece el fabricante ISB. Esta decisión se toma tras un estudio de posición en el montaje 3D con SolidWorks, en el que existen una serie de interferencias debidas al tamaño de los rodamientos con soporte de 12 mm.

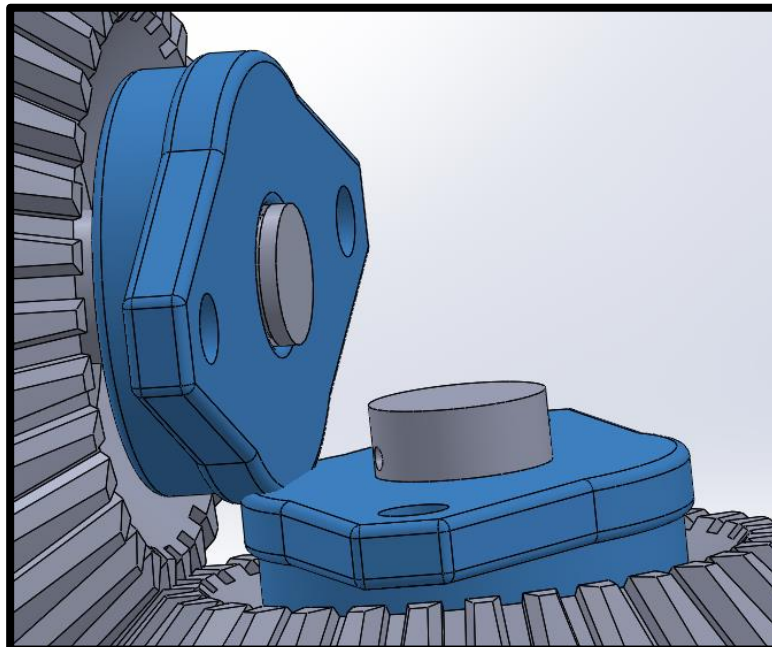


Figura 58: Detalle de la interferencia entre los rodamientos con soporte de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia.

Se diseña un único soporte de 12 mm de diámetro interno y no ambos para no incrementar el coste del conjunto, ya que la pieza diseñada requiere de un mecanizado y taladrado que aumentaría dicho coste en comparación con los rodamientos con soporte comerciales.

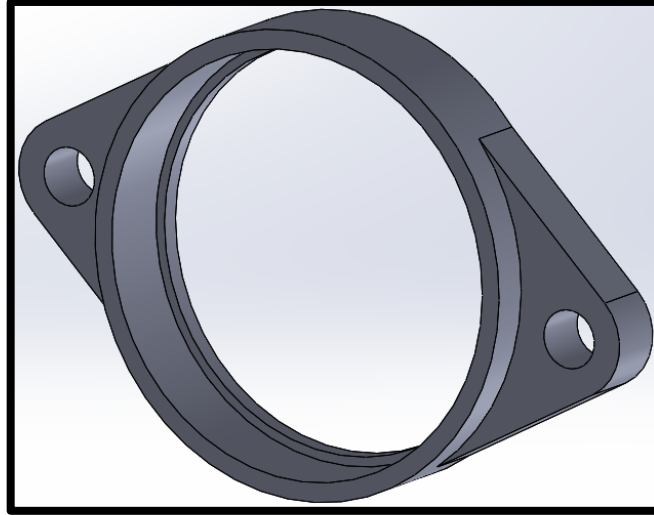


Figura 59: Soporte para rodamiento de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Propia.

Se maquina desde un tocho de AISI 304 (escogido por su accesibilidad en el mercado, así como por la compatibilidad con el resto de componentes), y se taladrará a ambos lados orificios roscados para el uso de tornillos con rosca métrica M3x0.7.

También se añaden a los esfuerzos a soportar las reacciones que aparecerán en los engranajes cónicos rectos y la masa de las probetas con máximas dimensiones, para tener en cuenta la resistencia del mecanismo en estado de carga, las cuales se analizan con más detalle en el Anexo – Cálculos, resumiéndose en que ambos son totalmente aptos para la aplicación que hemos propuesto, y su ciclo de vida estimada no se verá afectada en ningún caso ni por su función estática o dinámica.

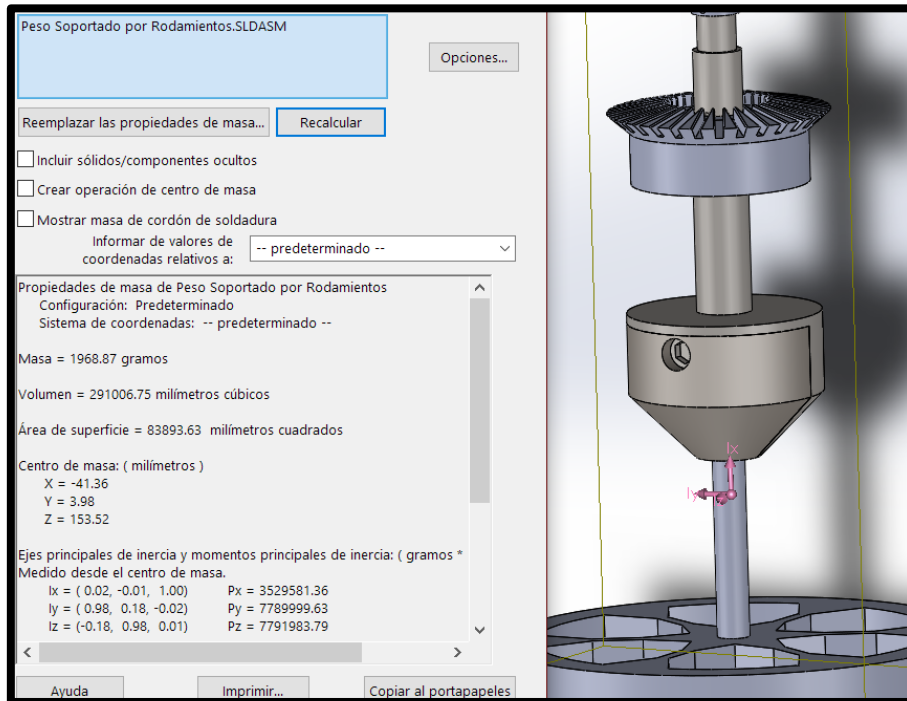


Figura 60: Cálculo del peso soportado por el rodamiento. Fuente: Propia.

Además, para fijar los rodamientos al bastidor, se mecanizará en el bastidor una serie de anclajes para su posicionamiento y montaje, así como una serie de agujeros roscados para los tornillos de los soportes.

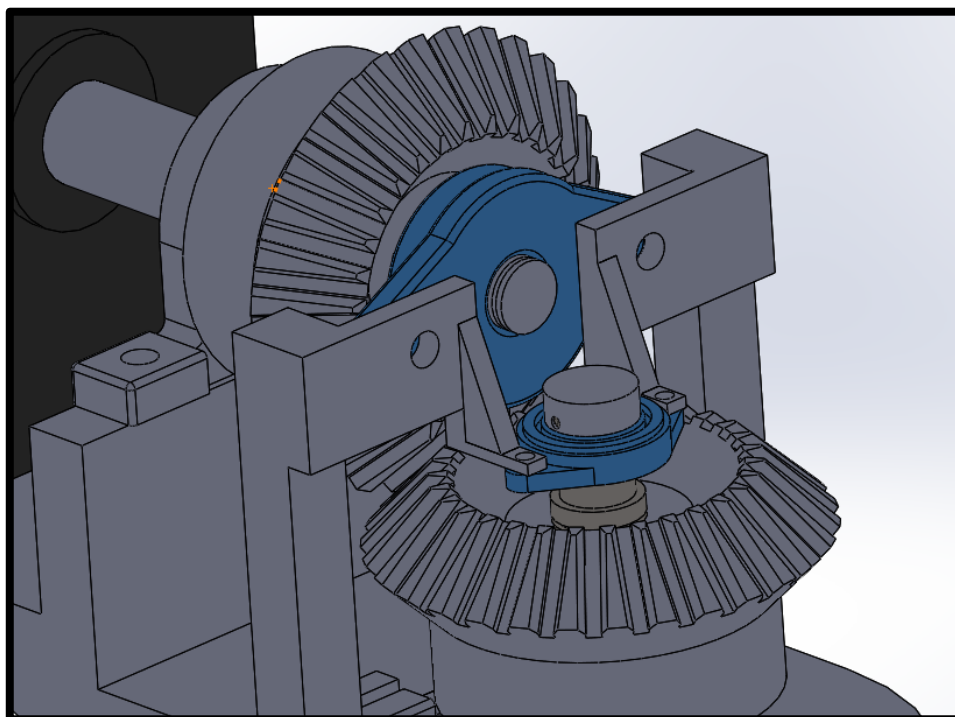


Figura 61: Detalle de la posición de los rodamientos en sus respectivos soportes respecto a los engranajes cónicos y ejes. Fuente: Propia.

8.1.8. Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón cónico recto.

Este elemento es el eje sobre el que irá montado el piñón, entre sus dos rodamientos dimensionados, y conectará directamente con el eje de salida de potencia del motor eléctrico.

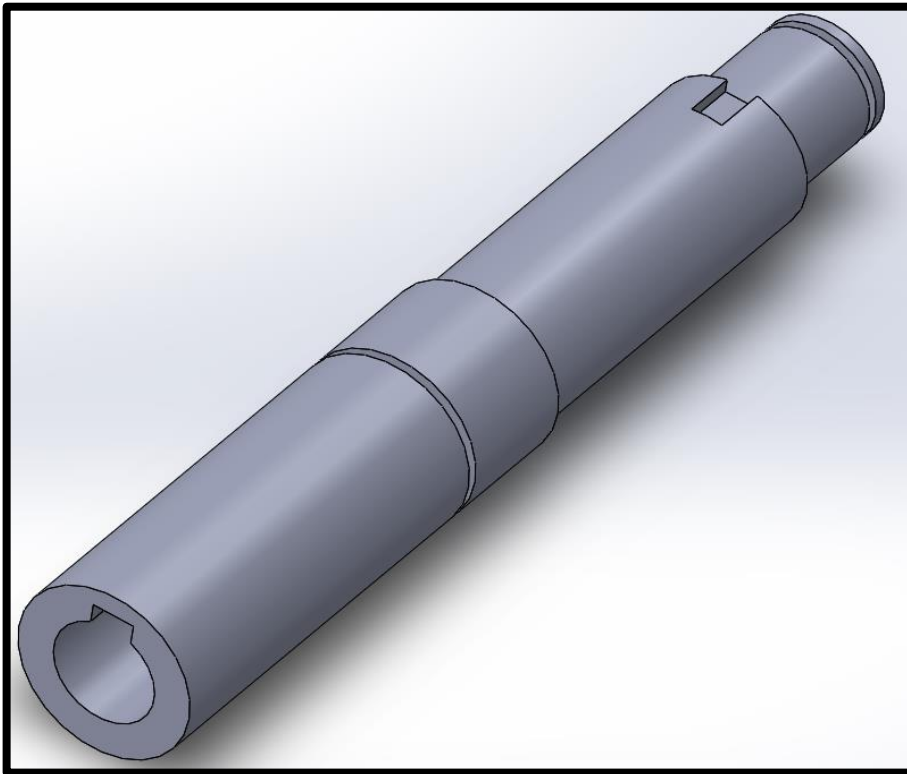


Figura 62: Eje de unión entre el motor eléctrico y el piñón recto. Fuente: Propia.

En la parte de entrada se puede apreciar el maquinado interno, con el chavetero listo para el montaje de la chaveta o cuña, y una sección semicircular para encajar nuestro eje de salida en el motor eléctrico.

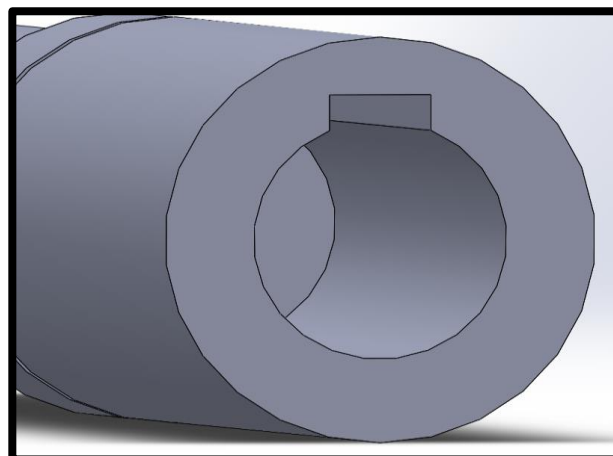


Figura 63: Detalle del punto de conexión del eje de salida del motor. Fuente: Propia.

La variación de los diámetros permite el apoyo del piñón cónico recto y el rodamiento B, una vez introducidos, lo que a su vez limita el que las vibraciones y giros que se produzcan no desplacen o muevan los componentes de esta parte de la transmisión entre el motor y el piñón cónico recto.

Además, en la parte más cercana al eje del motor, se le maquinará una ranura para una anilla de sujeción que mantenga el rodamiento A en su posición durante el pulido.

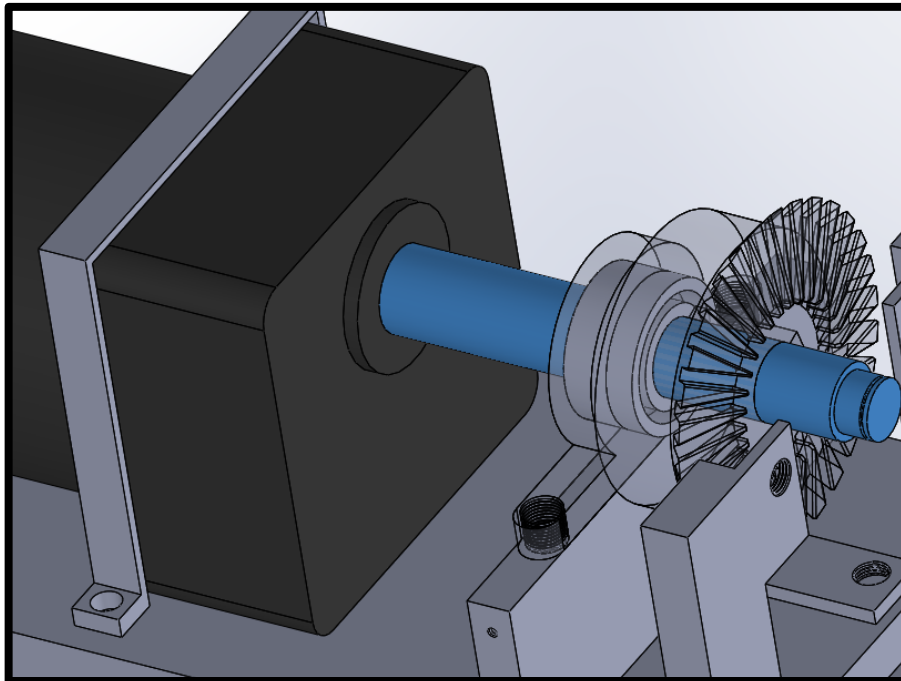


Figura 64: Detalle del eje de unión entre el motor y el piñón. Fuente: Propia.

Esta pieza se maquinará desde un cilindro de acero macizo en AISI 304, ya que tendrá que estar en contacto tanto con los rodamientos como con la chaveta y el piñón cónico recto, haciendo necesario un material resistente a la par que compatible con el resto de elementos, y dicho acero es apropiado para esta aplicación, al tratarse de un número de revoluciones medias y una carga flectora baja, aunque en todo caso se comprobará a flexión en el Anexo – Cálculos.

8.1.9. Anillas de sujeción.

Para la correcta colocación de los elementos que giran durante el pulido, se colocan una serie de anillas de sujeción a lo largo de los dos ejes principales ya mencionados (el eje del piñón y el eje de la mordaza hembra).

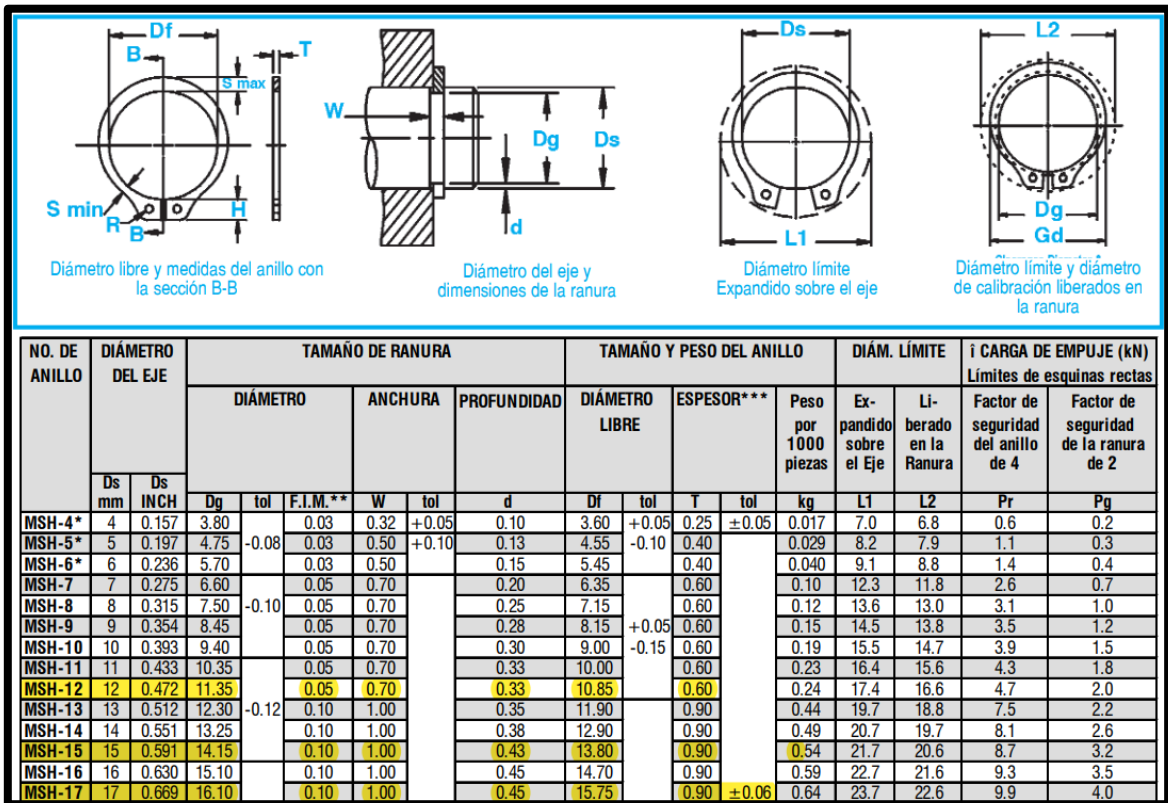


Figura 65 Anillas de sujeción según el diámetro del eje. Fuente: Catálogo de anillas de retención RotorClip.[37]

Se seleccionan 3 tipos de anillas de sujeción de acero, en concreto se instalarán fabricadas en AISI 304 (mismo material que el resto del conjunto), y se instalarán en las ranuras mecanizadas en cada uno de los ejes, en las siguientes posiciones:

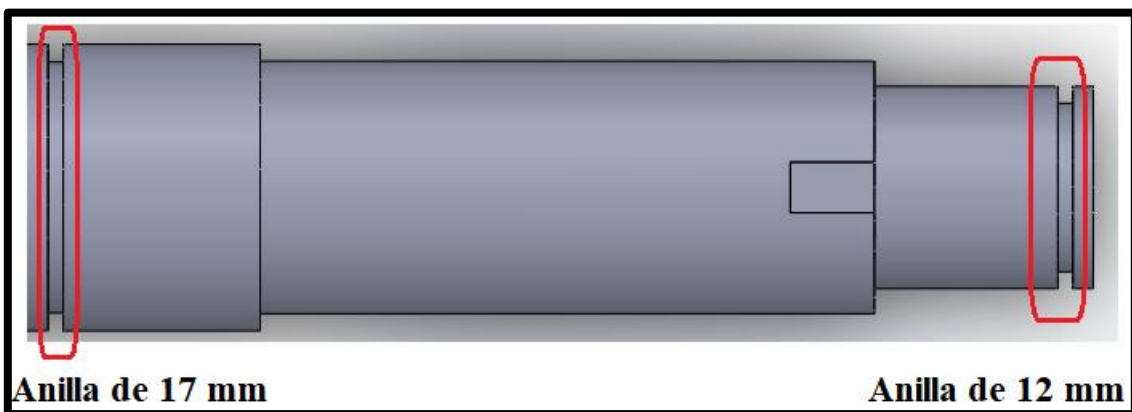


Figura 66: Posiciones de las anillas de 17 y 12 mm en el eje del piñón cónico. Fuente: Propia.

Se coloca la de 17 mm en la parte trasera del rodamiento de 17 mm de diámetro interno, y la de 12 mm, en la parte delantera del rodamiento de 12 mm de diámetro interno, manteniendo sujetos todos los elementos entre medias (el piñón cónico y la chaveta).

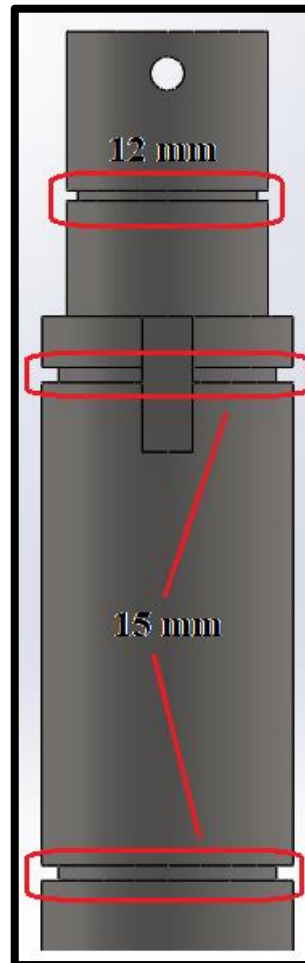


Figura 67: Posición de las anillas de 15 mm y la de 12 mm en el eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.

En el caso del eje de la mordaza, se emplazan 2 anillas de 15 mm, ambas para mantener en su posición el engranaje cónico conducido, y la anilla de 12 mm se colocará entre el rodamiento de 12 mm y la tapa metálica con pasador, que mantendrá dicho rodamiento fijo durante el pulido.

8.1.10. Motor eléctrico y accesorios.

El elemento que suministra potencia al conjunto será un motor eléctrico. Entre la amplia variedad de motores eléctricos, existen dos tipos fundamentales:

- Motor eléctrico de corriente alterna
- Motor eléctrico de corriente continua

Para seleccionar el tipo de motor, se debe tener en cuenta:

- La potencia mínima para el pulido: Se calcula en el apartado “5. Cálculo del par motor” del anexo de cálculos, dando como resultado una potencia mínima $P_{mínima} = 9,63 W$, y un par mínimo de $T = 0,184 Nm$

- Las tomas de corriente disponibles en el lugar de trabajo (laboratorio de materiales de la Universidad de La Laguna): En este caso se cuenta con tomas de corriente comunes de 230V a 50 Hz [20]

- El tipo de aplicación (si es una aplicación intermitente o una en la que el proceso de realice en un solo paso): La etapa de pulido se realiza con paradas para los distintos cambios de abrasivo de mayor a menor tamaño de partícula, pero no existen intermitencias durante el proceso de pulido en sí, así que será una aplicación constante.

- Número de revoluciones por minuto: Ya se ha descrito un número de revoluciones nominales máximas de 500 rpm.

Teniendo estos datos en consideración, nos decantamos por un motor de corriente alterna, y dado que uno de los requisitos en cuanto a revoluciones por minuto es un dato bastante pequeño para los motores de este tipo, se precisará de una reductora que lleve el motor eléctrico de las revoluciones de salida (altas) a las que se ajusten a nuestras necesidades.

Por todo ello, el motor escogido ha sido un Transmotec AI-006W-230-SC, con una reductora

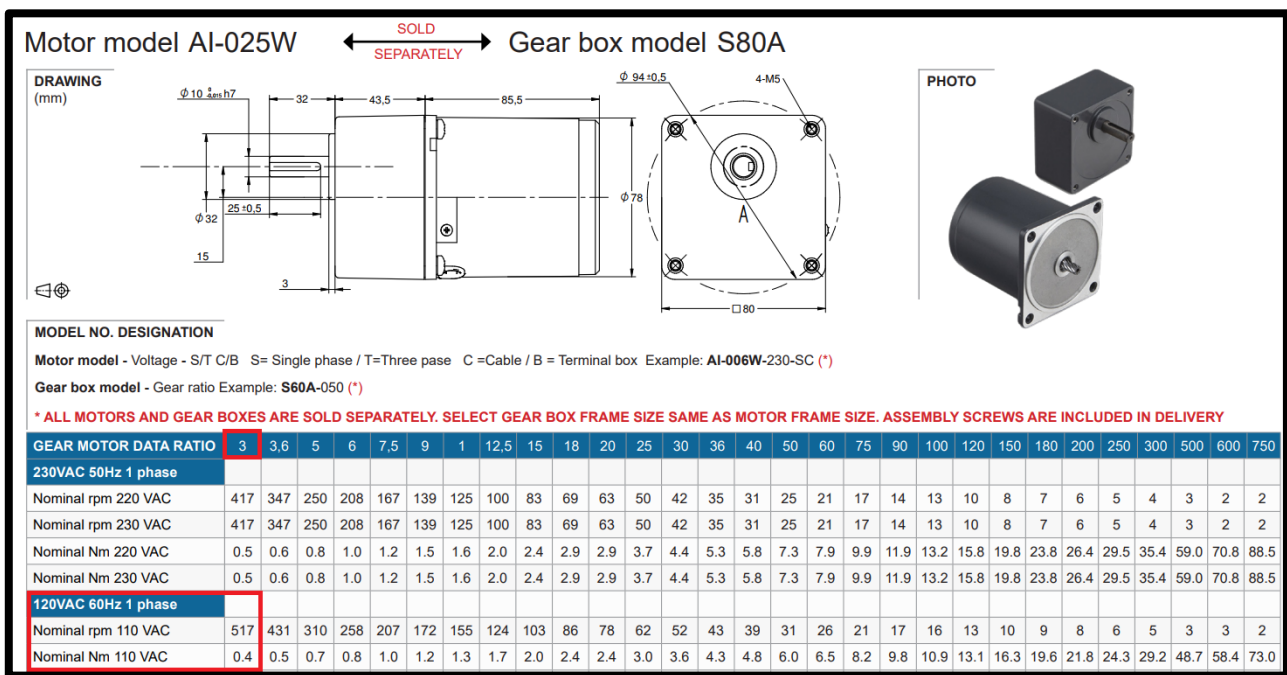


Figura 68: Motor AC Transmotec. Modelo AI-006W-230-SC. Fuente: Catálogo de motores eléctricos Transmotec [33].

Como se muestra en el extracto de la hoja de datos del motor, con una reductora de 1:3 acoplada al eje de salida, se obtienen hasta 517 rpm de velocidad nominal, con 0,4 Nm de par, cumpliendo con los requisitos de diseño calculados.

Para este motor en concreto, se necesita un convertor de voltaje (transformador), ya que la toma de corriente estándar que se utilizará será de 230V, y este motor funciona a un voltaje de 110 V, así que se debe seleccionar un transformador monofásico que cumpla con esta función.

<p>TENSIÓN PRIMARIA: 220 / 380Vac TENSIÓN SECUNDARIO: 110 / 220Vac NORMATIVA: CONFORME A EN-61558-2-4 CLASE DE AISLAMIENTO: T40/B RIGIDEZ DIELECTRICA: 4500V (entre primario y secundario) 2300V (entre primario y masa) GRADO DE PROTECCIÓN: IP00 CLASE DE PROTECCIÓN: I FRECUENCIAS: 50 / 60 Hz CONEXION: BORNAS DE TORNILLO/FASTON SISTEMA DE FIJACIÓN: MEDIANTE ÁNGULOS DIN 41307 BOBINADO: EN HILO DE COBRE CLASE H. PRIMARIO Y SECUNDARIO SEPARADO (separación galvánica)</p>										
Power Potencia (VA)	Code Código	Dimensions Dimensiones (mm)						Net weight Peso neto (kg)	Packing Embalaje	
40	TF040402300	A	B	C	D	H	MxN			
63	TF040632300	84	94	90	64	46	9x4,8	1,4		
100	TF041102300	84	102	90	64	60	9x4,8	1,8		
160	TF041162300	96	97	108	84	60	11x5,8	2,4		
200	TF041202300	96	108	108	84	70	11x5,8	2,8		
250	TF041252300	96	122	110	84	84	11x5,8	3,5		
315	TF041322300	120	104	120	90	69	11x5,8	4		
400	TF041402300	120	115	120	90	78	11x5,8	5		
500	TF041502300	120	135	120	90	102	11x5,8	6,5		
630	TF041632300	150	115	122	122	84	11x5,8	7,6		
800	TF041802300	150	126	145	122	105	13x7	10		
1000	TF042102300	150	155	145	122	127	13x7	12,6		
1600	TF042162300	150	165	145	122	135	13x7	14,8		
2000	TF042202300	195	140	177	150	110	18x10	18,2		
2500	TF042252300	195	150	177	150	120	18x10	20,8		
3000	TF042302300	195	176	177	150	144	18x10	24,7		

Figura 69: Extracto de la tabla de datos del transformador monofásico TF040402300, marca Manumag. Fuente: Catálogo de Transformadores Manumag [30].

Se puede observar que cumple con las ratios de conversión seleccionados, escogiéndose el TF040402300 en concreto por la capacidad de ofrecer hasta 40 VAC de potencia (aproximadamente 40 W), y por los rangos de frecuencia de 50 – 60 Hz.

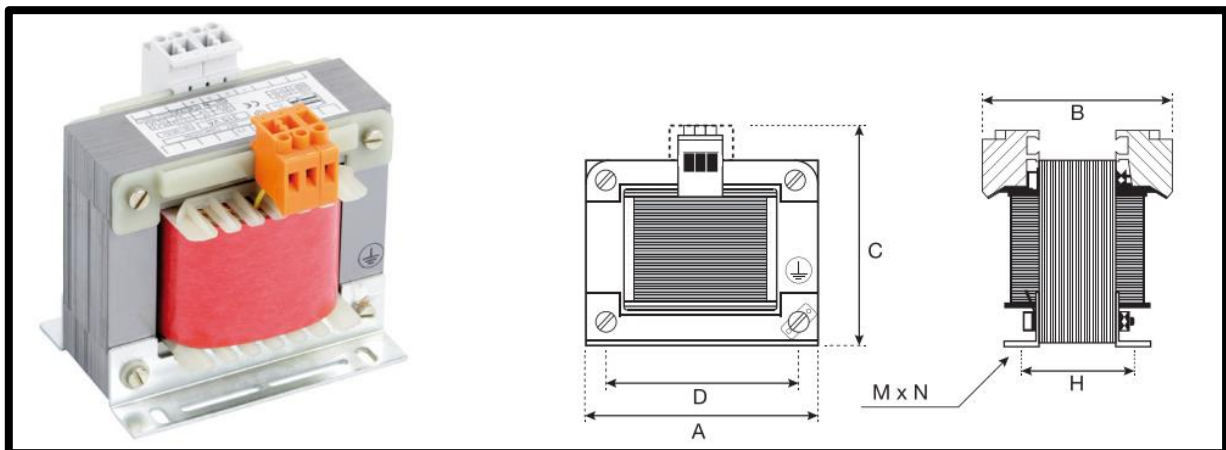


Figura 70: Transformador TF040402300. Fuente: Catálogo de transformadores Manumag [30]

La marca Transmotec permite además escoger un controlador de velocidad dentro de su catálogo de productos.

Se escoge un controlador de velocidad de la potencia seleccionada del motor (25 W), y con un voltaje compatible (110V), cumpliendo este requisito de diseño.



Figura 71: Controlador de velocidad marca Transmotec. Fuente: Ficha técnica de controlador de potencia Transmotec, series DA.

Es necesario que exista en el conjunto un elemento que sujete el motor con el bastidor de la máquina, por lo que se diseñan una anilla de sujeción para la parte frontal del mismo (donde se encuentra la caja de engranajes reductores), con un conjunto de aletas maquinadas que entren en contacto con la parte trasera e impidan el movimiento horizontal del conjunto.

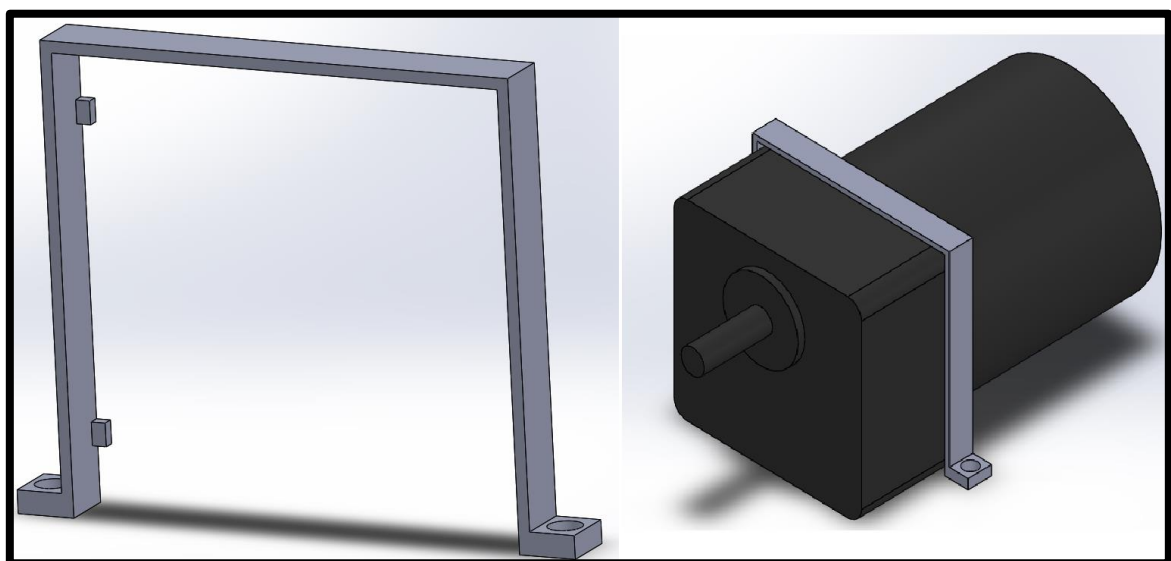


Figura 72: Anilla de sujeción metálica con aletas y detalle de montaje. Fuente: Propia.

Se fabricará en acero AISI 304, mecanizada y taladrada en una sola pieza, eligiendo dicho material, de nuevo, por su cualidad no magnética que permitirá que no existan interferencias durante el funcionamiento del motor eléctrico. También se taladrarán dos orificios roscados a ambos lados, donde se colocarán los tornillos y fijarán la anilla al bastidor, con una rosca M3 x 0,5 en ambos.

8.1.11. Componentes eléctricos.

Para el suministro de energía eléctrica desde la red al motor se seleccionan componentes eléctricos comerciales, empezando por un cable de potencia con recubrimiento de PVC (igual que los cables internos del resto del conjunto), de tipo hembra y de 5 metros, con conector europeo y con tierra.



Figura 73: Cable de potencia tipo hembra. Fuente: Ficha técnica cable de potencia RSPRO SP-023 [38].

Se escoge este cable por sus especificaciones eléctricas que lo convierten en un conector apto para trabajar en rangos de 10 amperios y hasta 250 V, suficientes para su uso.

Con dicho cable de potencia se escoge un conector macho, que se insertará a presión en la carcasa del conjunto y será el punto medio entre la toma de corriente y el interruptor de encendido-apagado.



Figura 74: Conector IEC macho. Fuente: Ficha Técnica Conector RSPRO de tipo IEC 60320-1 [39].

Al igual que el cable de potencia, este conector es apto para trabajar en rangos de amperajes de hasta 10 A, y con voltajes máximos de 250V. Se escoge la separación entre el cable de potencia y el conector para poder mantener aislado el conjunto eléctrico de la red sin tener que mover la conexión con la misma, haciéndolo más cómodo.

Este conector emplea una triple conexión (fase, neutro y tierra), e irá conectado a un interruptor de encendido-apagado de doble polo. El interruptor se instala en otra ranura, también por presión y con este se controlará el paso de corriente hasta el transformador.

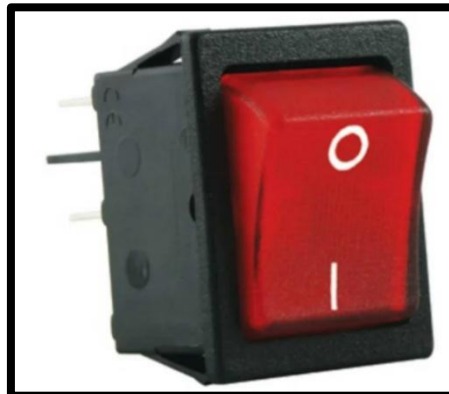


Figura 75: Interruptor de Encendido-Apagado. Fuente: Ficha técnica del interruptor Encendido-Apagado de SX82 [40].

Se selecciona este componente por la facilidad de montaje, compatibilidad eléctrica (10 A y hasta 250 V) y además por incorporar un led rojo como señal visual de que el aparato está conectado y el interruptor en modo “Encendido”.

Por último, y por lo estipulado en la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión [20] sobre la utilización de motores eléctricos y las protecciones de sobretensión, se agrega un fusible escogido tras los cálculos realizados para el mismo en el Anexo de cálculos. Se agrega además un portafusibles específico para dicho elemento.



Figura 76: Fusible NITD6 de 6A y portafusibles RedSpot. Fuente: Catálogo de fusibles de baja tensión BUSSMAN [35].

El fusible de 6 A está calculado para proteger los componentes internos del conjunto diseñado (transformador, controlador de voltaje y motor) y cortar el suministro de corriente cuando se excedan los límites establecido, todo ello más detallado en el Anexo de cálculos.

El portafusibles se ha escogido para evitar contactar con el resto de componentes, fabricado en un material polimérico no conductor donde se introducirá el fusible por presión, quedando encajado, y conectando a posteriori los cables de corriente al portafusibles.

El esquema general de las conexiones será el siguiente:

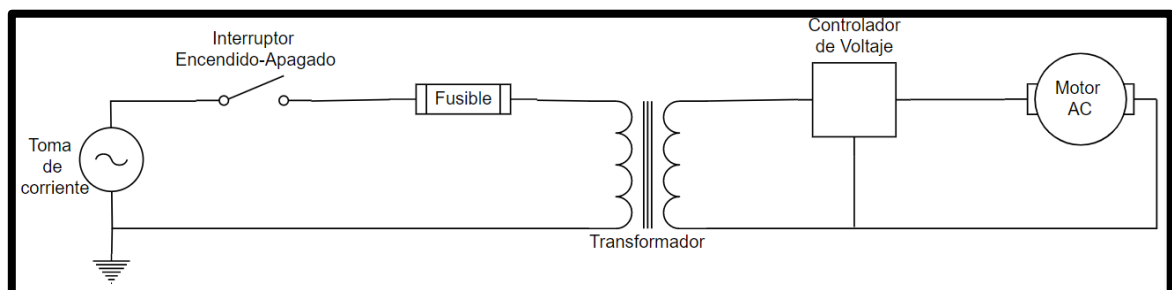


Figura 77: Esquema de conexiones. Fuente: Propia.

8.1.12. Bastidor.

El bastidor es el elemento donde se acoplan y atornillan todos los componentes que deban sujetarse y permanecer fijos, y será el punto de unión de todos los componentes y la pulidora, por lo que se le dotará de un eje a modo de soporte para que mantenga el conjunto fijo.

Será mecanizada en acero AISI 304 en consonancia con el resto de componentes y por su disponibilidad, con un grosor variable en la base, pero de 10 mm de espesor mínimo, y se escoge fabricarlo en 3 piezas, una placa inferior y tres superiores, que se soldarán en dicha base por soldadura TIG periférica.

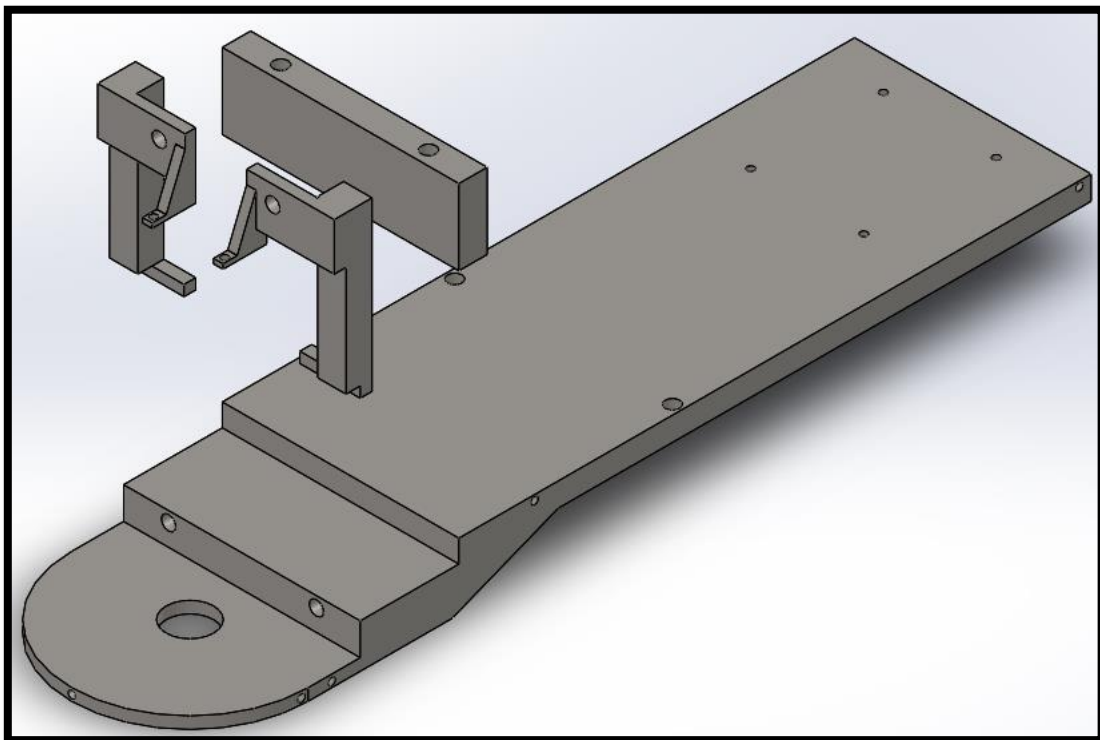


Figura 78: Vista general del bastidor. Fuente: Propia.

En la base, así como en los laterales, se le taladrarán una serie de orificios roscados de diferentes diámetros de agujero, donde se atornillarán todos los componentes. Además, se realizará un orificio sin roscar en la parte delantera, de 19 mm de diámetro externo, por donde pasará el eje de la mordaza.

8.1.13. Soporte del bastidor.

El soporte del bastidor es el elemento que conecta el bastidor con la base de la pulidora. Para su diseño se acude a los planos del brazo LABOFORCE-3 disponible en el

laboratorio de Materiales (Figura 79) y se utilizan los datos de diámetro del tubo del mismo para que el soporte se pueda introducir sin problemas en el orificio de la pulidora y se mantenga firme una vez atornillado.

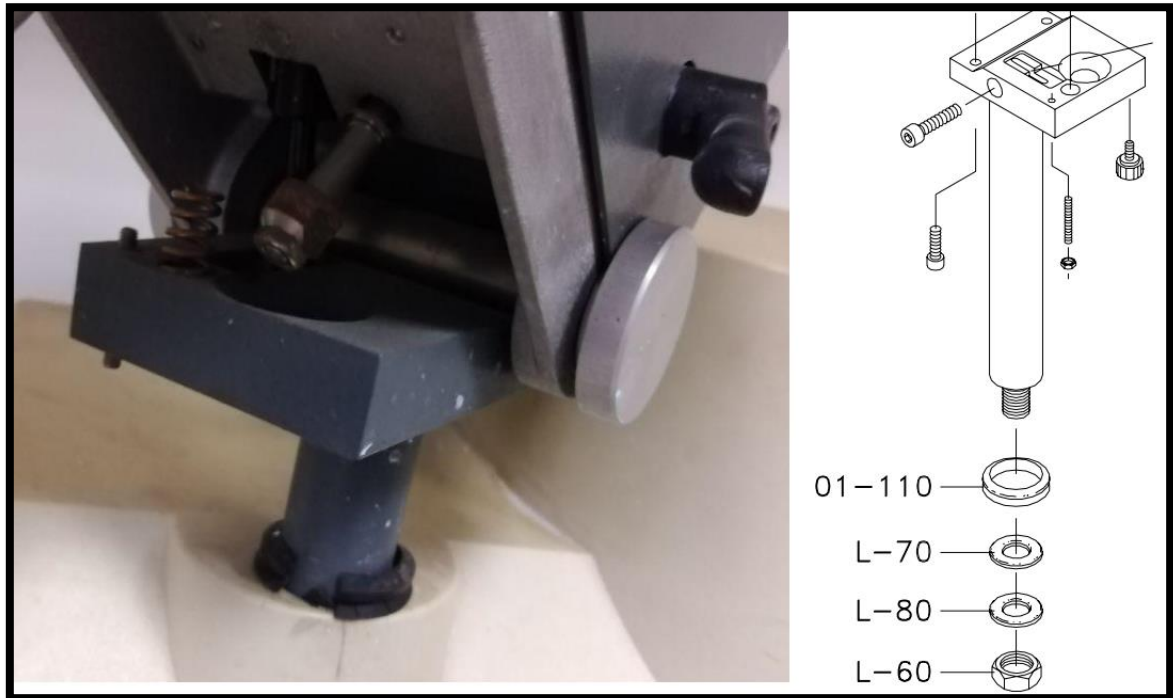


Figura 79: Elemento de unión LABOFORCE-3 con la pulidora (Izquierda, Fuente: Propia). Detalle del elemento de unión (derecha, Fuente: www.struers.com)

Se diseña un tubo similar, de AISI 304, hueco, maquinado desde un tubo macizo y torneado para realizar la rosca métrica M20x1 de la parte inferior. Se seleccionan dos arandelas de presión gruesas y una tuerca simple del mismo material y diámetro.

El soporte será de 30 mm de diámetro externo y 25 mm de diámetro interno, con un largo de 292,15 mm hasta la base desde donde comienza la punta roscada, la cual tendrá un largo de 30 mm.

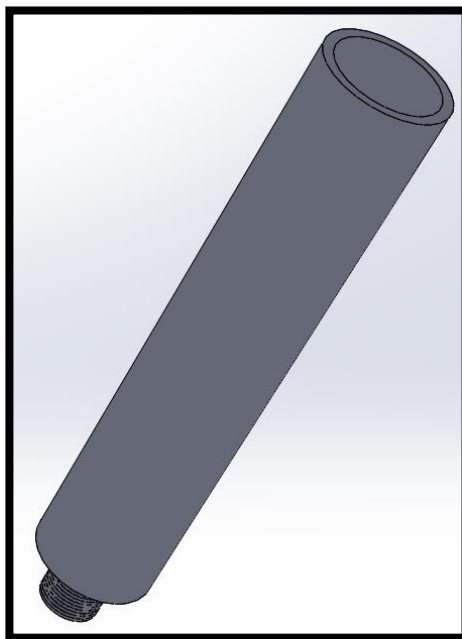
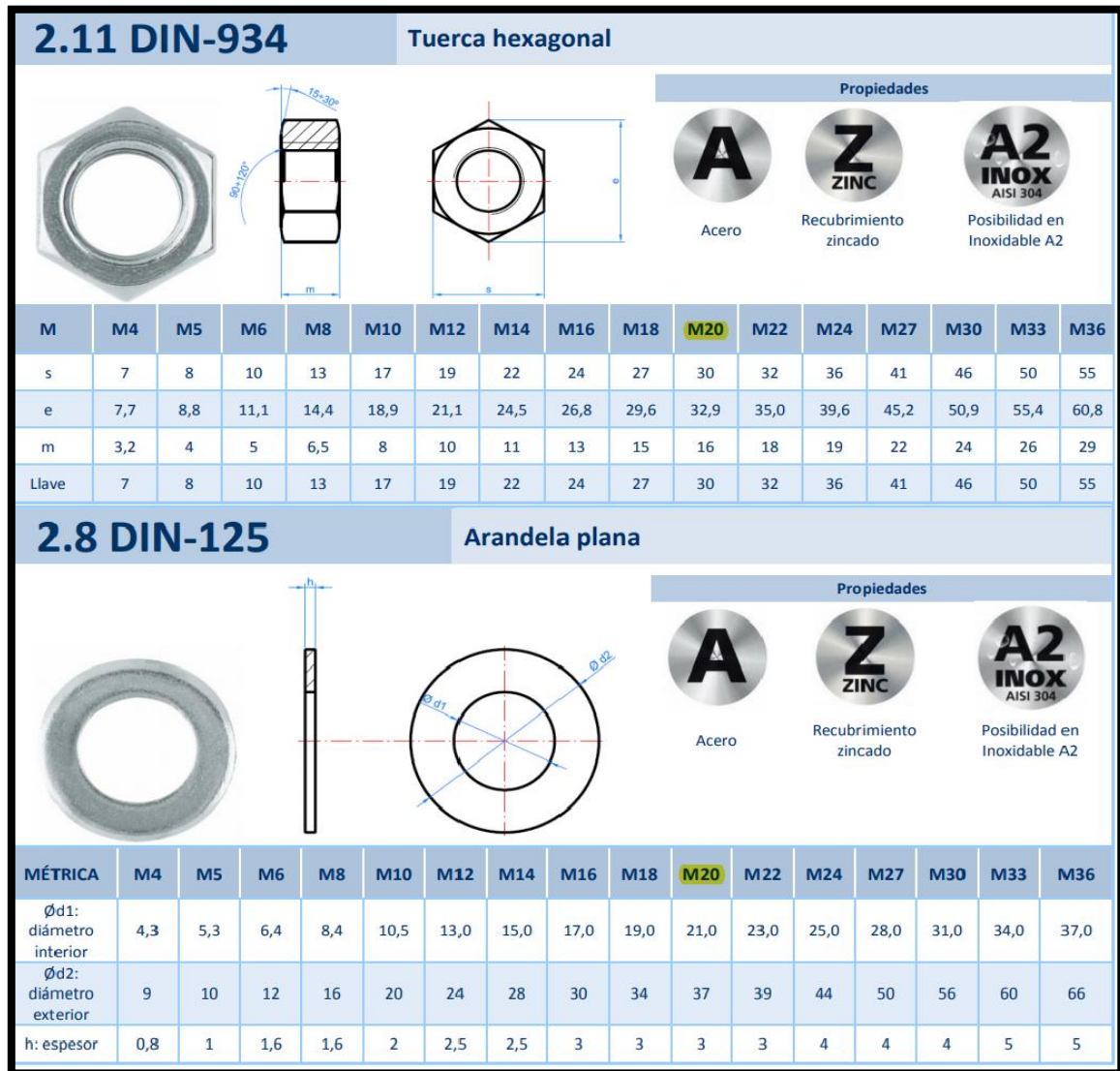


Figura 80: Soporte del bastidor. Fuente: Propia.

Las arandelas y la tuerca se colocarán tal y como se observó previamente en la Figura 79, y el soporte deberá soldarse en su parte superior como se define en los planos, en la parte inferior del bastidor, ambas del mismo material que el soporte (AISI 304).



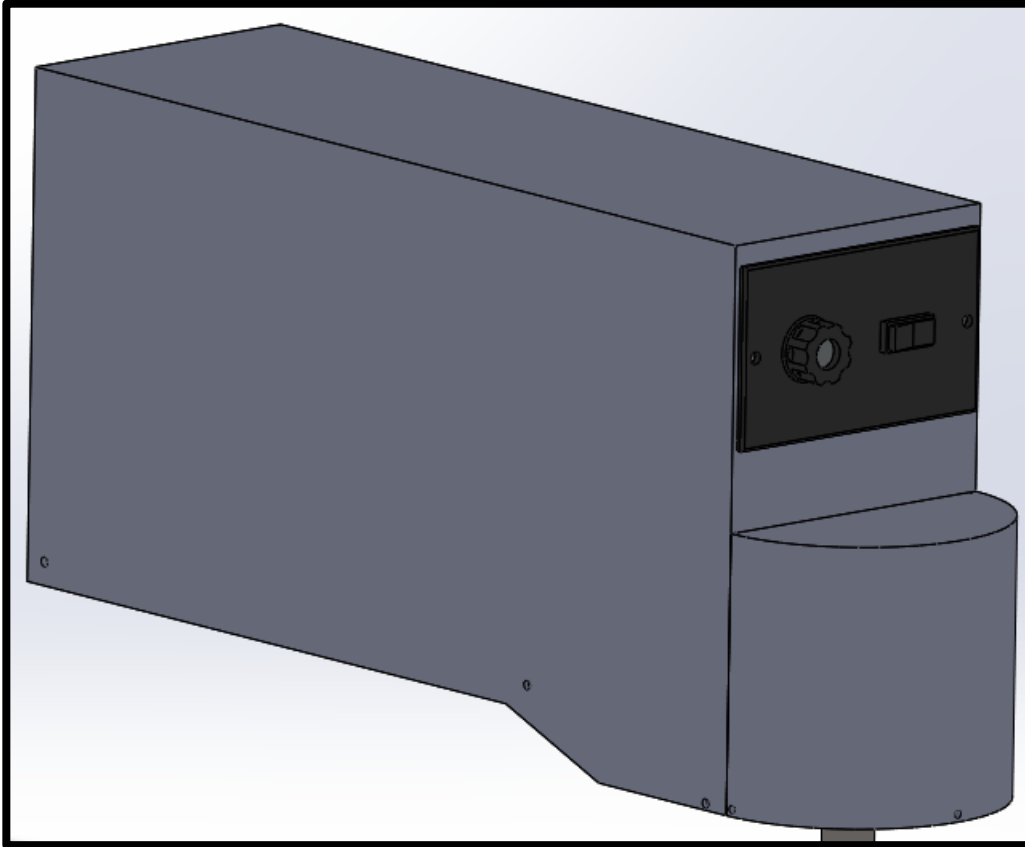


Figura 82: Detalle de la chapa protectora una vez montada. Fuente: Propia.

Estas cubiertas tendrán que ser taladradas con orificios en su perímetro, que permita que se atornillen las mismas al bastidor y permanezcan fijas.

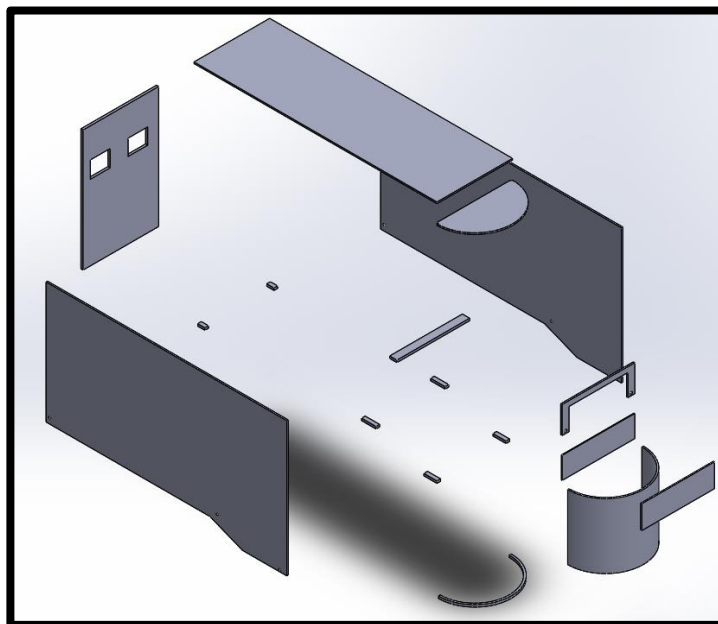


Figura 83: Vista explosionada de las partes de la carcasa. Fuente: Propia.

Las cubiertas (excepción de la parte delantera curva) se fabricarán desde un tocho laminado, tras lo cual, se mecanizarán y taladrarán por separado todas las piezas, troquelando únicamente la parte trasera para los huecos del conector y el interruptor de Encendido-Apagado.

En el caso de la cubierta curva que se colocará en la parte delantera (Figura 83), se deberá curvar en frío con rodillos tras haber cortado una sola plancha de acero con su perímetro específico.

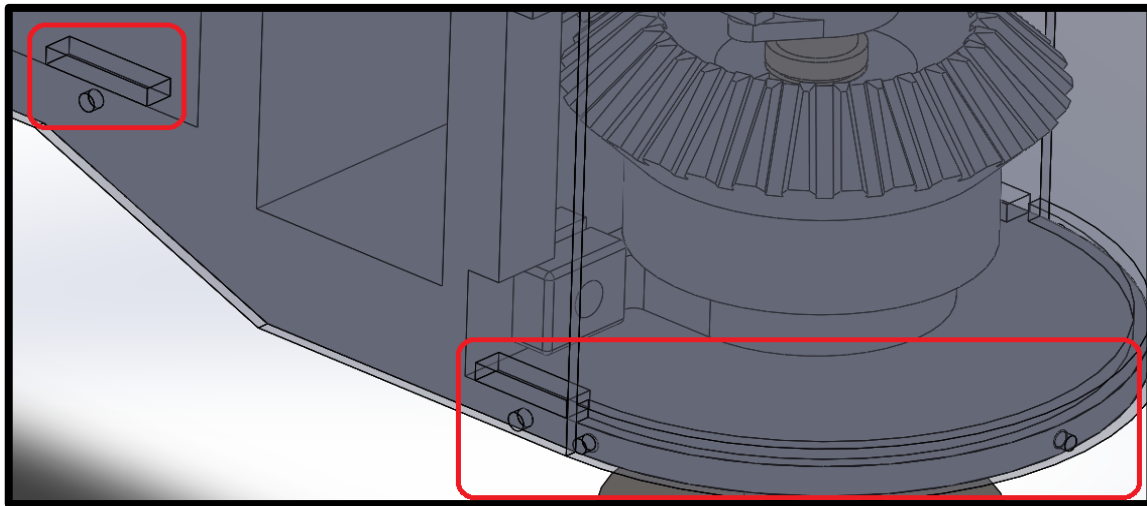


Figura 84: Detalles de los topes en contacto con el bastidor. Fuente: Propia.

La unión de las placas metálicas entre sí se realizará mediante soldadura TIG tanto en las uniones entre placas como para las partes interiores pensadas para hacer de tope con el bastidor, escogiendo dicho método por las bajas prestaciones y cargas que se situarán en este elemento pasivo del conjunto.

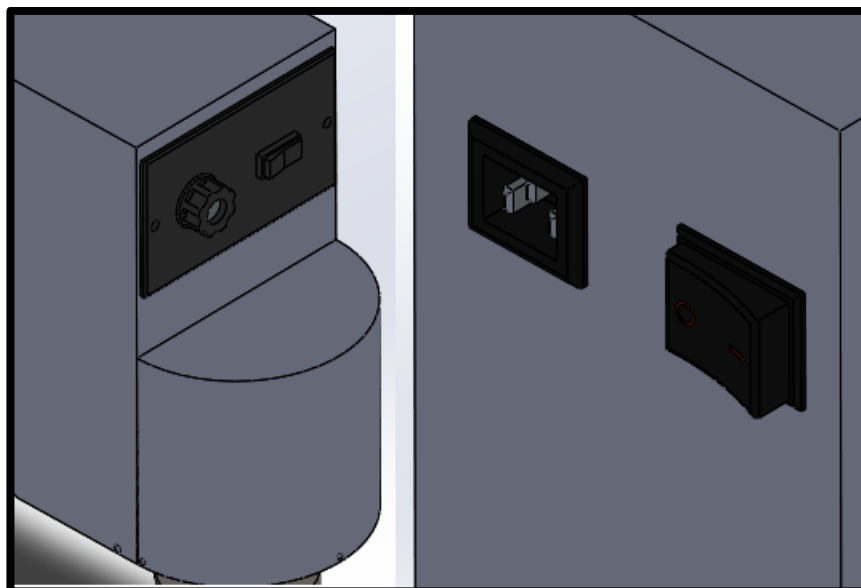


Figura 85: Detalle de las posiciones del controlador de velocidad (izquierda) y el conector de corriente con el interruptor (derecha). Fuente: Propia.

8.1.15. Tornillería.

En este apartado se describe la tornillería utilizada para fijar las partes externas, así como los soportes de los rodamientos, incluyendo tanto tornillos, tuercas y arandelas. También se añade a forma de recopilación los tornillos seleccionados para la mordaza y para las sujeciones de las probetas en el plato porta-muestras.

Elemento	Diámetro (mm)	Largo (mm)	Unidades	Designación
Carcasas metálicas laterales	3	6	6	M3 x 0.5
Carcasa delantera curva	3	6	3	M3 x 0.5
Soporte diseñado de 12mm	3	10	2	M3 x 0.5
Controlador de velocidad	4	10	2	M4 x 0.7
Anilla de sujeción del motor	6	10	2	M3 x 0.7
Soportes de los rodamientos	x6	15	6	M6 x 1
Transformador de corriente	3	5	4	M3 x 0.5
Sujeciones de probetas	6	40	6	M6 x 1
Conjunto de las mordazas	6	30	1	M6 x 1
Tuercas para soporte diseñado de 12 mm	6	-	2	M6 X 1
Tuercas para soporte del rodamiento B	3	-	2	M3 X 0.5
Tuerca para el soporte del bastidor	1	-	1	M20X1
Arandelas para el soporte del bastidor	2	-	2	M20

Tabla 9: Recopilación de tornillería escogida. Fuente: Propia.

Toda la tornillería se fabricará en acero AISI 304 igual que la ya señalada, por consonancia con el resto de componentes y el bastidor, y sin contar los tornillos de sujeción de las probetas y el de la mordaza, serán con cabeza de tipo Phillips (comúnmente conocidos como “de estrella”).

		MÉTRICO		ESTUCHADO	€/ 100 PIEZAS	
		CALIDAD 8	CALIDAD 10		€/ 100 PIEZAS	€/ 100 PIEZAS
M 3	0,5	4	5,5	1000	1,40	
M 4	0,7	5	7	1000	1,50	
M 5	0,8	5	8	1000	1,50	
M 6	1	6	10	1000	1,90	14,00

Figura 86: Tuercas hexagonales. Fuente: Catálogo ROSMIL [34].



Figura 87 Tornillos y roscas seleccionados para el resto de componentes. Fuente: Catálogo de tornillos INDEX [41].

9. PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.

El siguiente es el orden de prioridad de los documentos en este TFG:

1 - PLANOS

2 - PLIEGO DE CONDICIONES

3 - PRESUPUESTO Y MEDICIONES

4 - MEMORIA



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ANEXOS

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ANEXO: CÁLCULOS

**Automatización del sistema de pulido de
probetas metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

ÍNDICE GENERAL DEL ANEXO DE CÁLCULOS

1. Introducción	9
2. Referencias utilizadas:.....	9
2.1. Referencias Online.....	9
2.2. Fichas técnicas y catálogos.....	9
2.3. Normativa y reglamentos.....	9
2.4. Bibliografía.....	9
3. Coeficiente de rozamiento estático.....	10
4. Masa del conjunto cargado.....	14
5. Cálculo del par motor.....	16
5.1. Consideraciones previas	16
5.2. Cálculo del par motor.....	16
6. Cálculos relacionados con los engranajes.....	18
7. Reacciones en los rodamientos	21
8. Dimensionamiento de los ejes.....	34
9. Simulación de análisis estático para los ejes.....	39
9.1. Eje que conecta la salida del motor con el piñón cónico recto.....	40
9.2. Eje de la mordaza hembra.....	46
9.3. Eje del plato porta-muestras	52
10. Dimensionamiento de las chavetas y chaveteros.....	56
11. Análisis de esfuerzos axiales en los rodamientos.....	57
9.4. Estudio de tensiones del soporte para el rodamiento de 12 mm aislado.....	59
12. Determinaciones del apartado eléctrico.....	61
12.1. Sección de cable a utilizar.....	61
12.2. Cálculo del fusible de protección contra sobretensiones	63
13. Tolerancias.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Suspensión de alúmina de 0.5 μm , marca Struers. Fuente: Propia.	9
Figura 2: Vista de la preparación del experimento. Fuente: Propia.	10
Figura 3: Plano inclinado formado durante el experimento. Fuente: Propia.	10
Figura 4: Desglose de fuerzas en el plano inclinado. Fuente: Propia.	11
Figura 5: Resultado de la masa del conjunto cargado y acoplado. Fuente: Propia.	14
Figura 6: Sentido de giro y fuerza de rozamiento, Fr. Fuente: Propia	16
Figura 7: Posición de los engranajes y los rodamientos. Fuente: Propia.	
Figura 8: Dimensiones importantes en el dimensionamiento de los engranajes cónicos. Fuente: Propia.	18
Figura 9: Designación y posición de los rodamientos y las dimensiones importantes implicadas. Fuente: Propia.	
Figura 10: Medidas de distancias en los engranajes y rodamientos. Fuente: Propia.	22
Figura 11: Diagrama de cuerpo libre del conjunto de engranajes cónicos con los rodamientos. Fuente: Propia.	23
Figura 12: Diagrama de cuerpo libre para piñón cónico recto. Plano X-Z. Fuente: Propia.	25
Figura 13: Diagrama de esfuerzo cortante para el piñón cónico recto. Plano X - Z Fuente: Propia.	25
Figura 14: Diagrama de momento flector para el piñón cónico recto. Fuente: Propia.	26
Figura 15: Diagrama de cuerpo libre del piñón cónico recto. Plano Y-X. Fuente: Propia.	26
Figura 16: Diagrama de esfuerzo cortante en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	27
Figura 17: Diagrama de momento flector en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	27
Figura 18: Diagrama de cuerpo libre para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	28
Figura 19: Diagrama de esfuerzo cortante para el engranaje, Plano Y - X. Fuente: Propia.	29
Figura 20: Diagramas momento flector) para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.	30
Figura 21: Diagrama de cuerpo libre del engranaje cónico conducido, Plano Y - X. Fuente: Propia.	31
Figura 22: Diagrama de esfuerzo cortante (izquierda) y de momento flector (derecha) para el engranaje cónico conducido, Plano Y - Z. Fuente: Propia.	32
Figura 23: Listado de factores por tipo de material C_m . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.	34
Figura 24: Factores de confiabilidad C_r . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott	34
Figura 25: Factores de tamaño C_s según diámetros (en mm). Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.	34
Figura 26: Puntos clave en el dimensionamiento del eje del piñón cónico. Fuente: Propia.	36
Figura 27: Puntos clave del dimensionamiento del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.	37

Figura 28: Detalle del elemento a simular. Fuente: Propia.	39
Figura 29: Resultado del análisis estático. Tensiones. Fuente: Propia.	42
Figura 30: Detalle del punto de máximas tensiones. Fuente: Propia.	43
Figura 31: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.	44
Figura 32: Análisis de deformaciones unitarias. Fuente: Propia.	45
Figura 33: Detalle del modelo analizado. Fuente: Propia.	46
Figura 34: Análisis de tensiones en el sistema. Fuente: Propia.	49
Figura 35: Detalle del punto de mayor concentración de tensión. Fuente: Propia.	50
Figura 36: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.	50
Figura 37: Análisis de deformaciones unitarias. Fuente: Propia.	51
Figura 38: Análisis de tensiones del estudio. Fuente: Propia.	53
Figura 39: Análisis de desplazamientos del estudio. Fuente: Propia.	54
Figura 40: Análisis de deformaciones unitarias del estudio. Fuente: Propia.	54
Figura 41: Tabla de cuñas y cuñeros estándar. Fuente: Catálogo Intermecc de cuñas y cuñeros estandarizados.	56
Figura 42: Rodamiento con soporte de 12 mm. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.	57
Figura 43: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB.	57
Figura 44: Rodamientos con soporte seleccionados de 15 y 17 mm. Fuente: Catálogo Rodamientos ISB.	58
Figura 45: Tensiones en el soporte. Fuente: Propia.	60
Figura 46: Desplazamientos del soporte. Fuente: Propia.	60
Figura 47: Tabla REBT para conductores "al aire". Fuente: REBT [5]	62
Figura 48: Tabla de aplicaciones de los fusibles. Fuente: NORMA UNE 2070132004 [6]	63
Figura 49: Corriente asignada y convencional para fusibles gG y gM. Fuente: [7]	64
Figura 50: Extracto del catálogo de fusibles de baja tensión, marca BUSSMAN. Fuente: [7]	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de acero inoxidable. Fuente: Propia	12
Tabla 2: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de latón. Fuente: Propia	12
Tabla 3: Densidades de los materiales. Fuente: http://www.valvias.com/prontuario	13
Tabla 4: Dimensiones máximas para una probeta de latón. Fuente: Propia.	13
Tabla 5: Dimensiones y valores propuestos para los engranajes. Fuente: Propia.	19
Tabla 6: Definición y determinación de longitudes para los rodamientos. Fuente: Propia.	21
Tabla 7: Valores del adimensional Kt. Fuente: Propia.	35
Tabla 8: Datos para los diferentes puntos de los engranajes, con sus diámetros mínimos. Fuente: Propia	38
Tabla 9: Detalles del material de los ejes. Fuente: Propia.	39
Tabla 10: Detalles del análisis del eje de impulsión. Fuente: Propia.	41
Tabla 11: Detalles del análisis del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.	49
Tabla 12: Detalles del análisis estático del eje del porta-muestras. Fuente: Propia.	53
Tabla 13: Dimensiones normalizadas para cuñas. Fuente: Propia.	55
Tabla 14: Cargas axiales máximas para cada rodamiento. Fuente: Propia.	58
Tabla 15: Restricciones y fuerzas aplicadas al soporte diseñado. Fuente: Propia.	59
Tabla 17: Datos y resultados para la sección de cable de cobre. Fuente: Propia.	61

1. Introducción

En el siguiente anexo se exponen todos cálculos en los que se ha basado cada uno de los apartados del documento Memoria, a los que se aluden o que han sido necesarios para cada uno de sus subapartados.

En cada sección se describirá tanto las consideraciones analíticas como los cálculos posteriores y, además, las elecciones pertinentes cuando procedan.

2. Referencias utilizadas:

2.1. Referencias Online.

- [1] *Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica* [En línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica: Propiedades, densidad, dureza - <https://www.materialmundial.com/acero-inoxidable-ss-astm-sae-aisi-304-ficha-tecnica/>

- [2] *Fuerza de rozamiento. Coeficientes estático y cinético.* [En Línea] [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020] Disponible en Internet: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/dinamica/rozamiento/rozamiento.html>

2.2. Fichas técnicas y catálogos.

- [3] Catálogo Intermec para cuñas y cuñeros estandarizados.
- [4] Ficha de identificación del conjunto motor AI-025W y caja reductora S80A, de Transmotec
- [9] Catálogo de fusibles para baja tensión BUSSMAN

2.3. Normativa y reglamentos.

- [5] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT (2019)
- [6] NORMA UNE 2070132004 – Guía de aplicación de fusibles en baja tensión.
- [7] Norma UNE EN-60269-1:2014 – Fusibles de baja tensión. Reglas generales
- [9] ISO 286-1:2010 – Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales.

2.4. Bibliografía.

- [8] Norton, Robert L. Diseño de máquinas. Un enfoque integrado, 4ª edición. 2011.

3. Coeficiente de rozamiento estático.

En la operación de pulido, una de las primeras barreras a superar por el conjunto que se propone es la capacidad de superar el rozamiento entre el plato pulidor y las probetas que estén en contacto con el mismo.

Por lo cual, lo primero que se debe tener en consideración es el coeficiente de fricción estático que existirá entre la superficie devastada de las probetas en el plato porta-muestras y el plato pulidor de la LABOPOL.

El coeficiente de rozamiento se trata de un coeficiente de tipo adimensional, propio del par de materiales en contacto y del tipo de esfuerzo al que se sometan en ese momento, además de variable en los estados estáticos y en movimiento (dinámicos). Este coeficiente es intrínseco a la rugosidad de cada material, variando con la misma.

Durante el pulido, existirá una fuerza de rozamiento entre las superficies del plato pulidor y las probetas. Esta fuerza será mayor en el comienzo de la operación (donde existe un coeficiente de fricción estático), y disminuirá una vez esté el conjunto en movimiento (con un coeficiente de fricción dinámico, de menos consideración).

El coeficiente de fricción para el par de materiales latón – tela y acero inoxidable – tela no está tabulado, si bien existen un gran número de coeficientes ya normalizados y tabulados, para nuestros casos contamos con la particularidad de que la tela que se coloca encima del plato de la pulidora LABOPOL estará humedecida con una suspensión de alúmina, lo que resulta en una situación muy particular.

El coeficiente de fricción que se aproximará en este apartado se limitará a las probetas del conjunto que fueron medidas en el laboratorio (Tabla 2 y 3 - Memoria), por lo que se centrará el cálculo para dichas catorce probetas de acero inoxidable y otras catorce de latón.

El experimento a llevar a cabo en el laboratorio consistió en seleccionar 2 probetas de ambos materiales y colocar la cubierta de tela encima del plato de la pulidora, humedecerlo con una suspensión de alúmina de $0,5 \mu\text{m}$ de la marca Struers y colocar la probeta encima de dicho soporte humedecido.

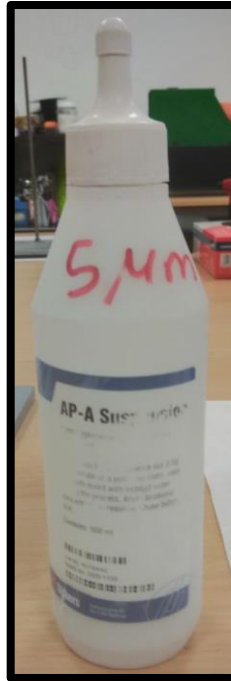


Figura 1: Suspensión de alúmina de 0.5 μm , marca Struers. Fuente: Propia.

Sólo se humedeció con suspensión de alúmina la parte del soporte necesaria para que hubiera contacto entre esta parte y la probeta, y que, al inclinar el soporte humedecido, la probeta se deslizara en un pequeño carril húmedo con suspensión. Además, se colocó perpendicular al plano del plato una regla metálica que servirá para la medición de la altura.



Figura 2: Vista de la preparación del experimento. Fuente: Propia.

Para medir empíricamente el coeficiente de fricción estático se debe inclinar lentamente el plato de la pulidora, con cuidado de que se mantenga en contacto durante todo el proceso con la regla, hasta la altura en la que la probeta comience a deslizarse por el plano inclinado que formará el plato al levantarlo.

Una vez empiece a deslizarse la probeta sobre el plano, se toma la medida de la altura en la regla, se devuelve el conjunto a su posición original con la probeta en el extremo, y se repite la operación.

Se toman las medidas de altura (H), largo de la base (L) y se tiene como dato el diámetro del plato de la pulidora LABOPOL, 200 mm. Así, se calcula el ángulo resultante mostrado en la figura siguiente (θ) [2].

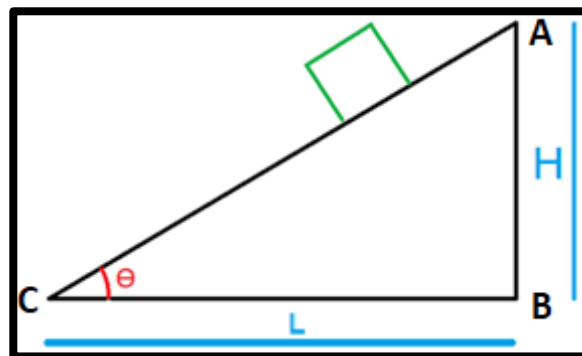


Figura 3: Plano inclinado formado durante el experimento. Fuente: Propia.

Se repite dicha operación con cada probeta un total de 6 veces, y se calcula el coeficiente a partir de estas medidas para ambas, utilizando el teorema del coseno a nuestro plano inclinado y especificando las fuerzas que actúan:

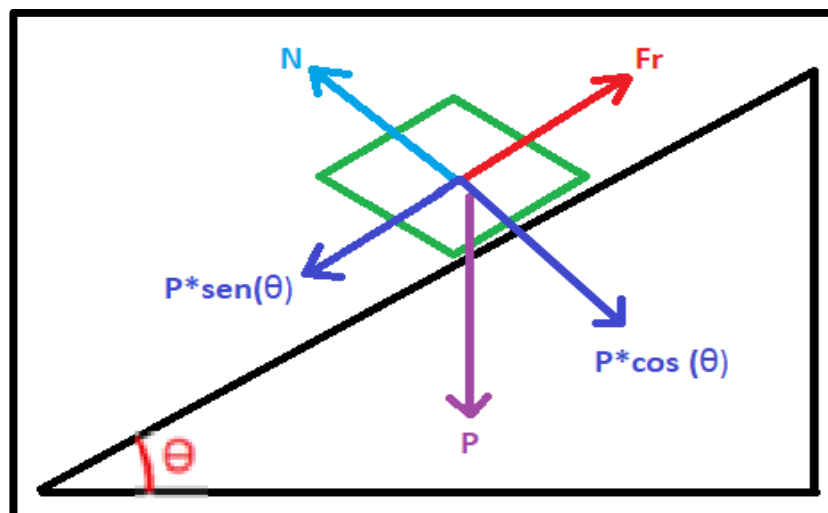


Figura 4: Desglose de fuerzas en el plano inclinado. Fuente: Propia.

Por tanto:

$$F_r = P * \text{sen}(\theta)$$

Sabiendo que F_r y N son:

$$F_r = \mu_{est} * N \quad y \quad N = P * \cos(\theta)$$

Se sustituye F_r y N , resultando que:

$$\mu_{est} = \tan \theta$$

Por lo que, aplicando el teorema del coseno para el cálculo del ángulo θ que se forma en el plano inclinado, obtenemos la siguiente expresión:

$$\theta = \arccos \left(\frac{H^2 - D_d^2 - L^2}{2 * D_d * L} \right)$$

Estas dos últimas expresiones son las utilizadas para el cálculo de, respectivamente, el coeficiente de rozamiento estático y el ángulo formado, recogidos en las siguientes tablas.

PROBETAS DE ACERO INOXIDABLE		
L	H	μ_{est}
17,81	9,100	0,0257
17,96	8,800	0,0257
18,01	8,700	0,0257
17,96	8,800	0,0257
18,01	8,700	0,0257

Tabla 1: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de acero inoxidable. Fuente: Propia

PROBETAS DE LATÓN		
L	H	$\mu_{estático}$
17,49	9,700	0,0257
17,38	9,900	0,0257
17,55	9,600	0,0257
17,49	9,700	0,0257
17,43	9,800	0,0257

Tabla 2: Mediciones del coeficiente de fricción, probeta de latón. Fuente: Propia

Se obtiene que el coeficiente de fricción estático apenas variaba para ambos materiales, siendo su valor medio $\mu_{estático} = 0,0257$.

El hecho de que el valor no varíe con ambos materiales se debe a que las probetas tienen una superficie muy similar en rugosidad, pues ambas son desbastadas de igual forma, dando una superficie de contacto muy parecida en cuanto a esta característica superficial se refiere.

Además, también se ha de notar que las cifras significativas tomadas durante la medición y cálculo son tales que el resultado es el mismo en ambos experimentos con sendos materiales.

4. Masa del conjunto cargado

La masa del conjunto del plato porta-muestra cargado con las seis probetas de máximas dimensiones y anclado a la mordaza será el utilizado para calcular la fuerza de rozamiento que se generará en el plano del plato de la pulidora una vez se vaya a comenzar el pulido, ya que la fuerza de rozamiento dependerá de este dato.

Lo primero que se necesita es conocer el peso de las 6 probetas de máximas dimensiones y con la mayor densidad.

Material	Densidad (g/cm ³)
Latón	8.730
Acero Inoxidable	7.850

Tabla 3: Densidades de los materiales. Fuente: <http://www.valvias.com/prontuario>

En este caso, el material con mayor densidad de las probetas estudiadas es el latón, por lo que utilizaremos este dato.

Las dimensiones máximas para la probeta dentro de los estudiado en el Anexo – Memoria, son las siguientes:

Latón	
Masa (M), en g	
M máxima	57,88
Largo (H), en mm	
H máximo	21,30
Diámetro (D), en mm	
D máximo	21,80

Tabla 4: Dimensiones máximas para una probeta de latón. Fuente: Propia.

Por lo que, con seis probetas cargadas la masa total que tendremos es:

$$M_{prob} = 6 * 57,88 \text{ g} \rightarrow M_{prob} = 347,28 \text{ g} = 0,34728 \text{ kg}$$

Ya teniendo el peso de las seis probetas, utilizando el software de diseño 3D SolidWorks y proponiendo las combinaciones de carga y materiales del conjunto plato porta-muestras, tornillería y conjunto de mordaza, se calcula su masa.

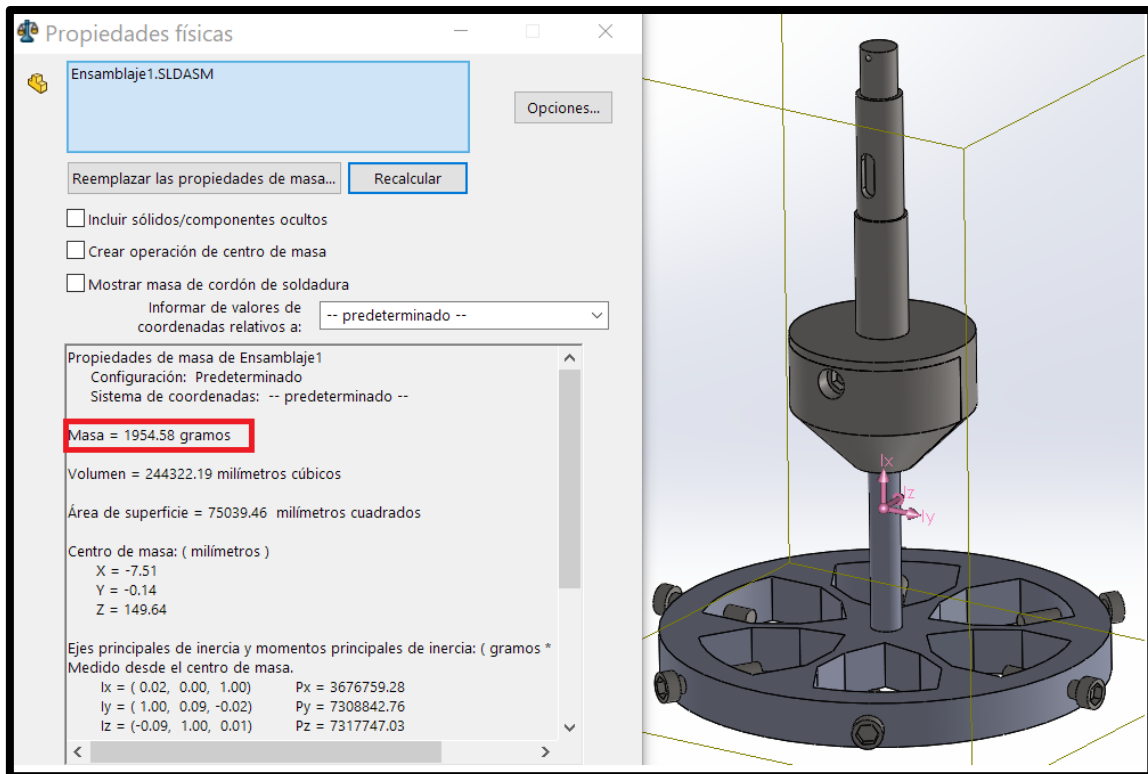


Figura 5: Resultado de la masa del conjunto cargado y acoplado. Fuente: Propia.

Los materiales supuestos para este caso serán los ya descritos en los diferentes apartados del documento Memoria, recordando que se ha optado para todas las piezas diseñadas el AISI 304, por compatibilidad, disponibilidad y, en el caso de los elementos más cercanos al plato de la pulidora, por la cualidad de dicho acero de no ser magnético.

A continuación, se suma el peso de las probetas a este último dato para obtener la masa total, añadiendo un factor de corrección de seguridad " C_s " de 1.25, factor de seguridad que se aplica para dejar un margen de error en los cálculos:

$$M_{Total} = (M_{prob} + M_{adaptador}) * C_s = (347,28 \text{ g} + 1954,58 \text{ g}) * 1,25$$

$$M_{Total} = 2877,33 \text{ g} = 2,8773 \text{ kg}$$

Esta es la masa total de los elementos que se apoyarán en el plato pulidor, necesaria a la hora de estipular el momento torsional que existirá y se resistirá al movimiento durante el pulido.

5. Cálculo del par motor.

5.1. Consideraciones previas

En esta sección se cubre cada uno de los elementos que actúan para dimensionar el par motor necesario para mover todo el sistema, enumerando los puntos clave que se tendrán en cuenta previamente:

- Rozamiento de las 6 probetas de máximas dimensiones con el plato pulidor.
- Velocidad de salida necesaria para que se efectúe el movimiento de pulido, con los requisitos previos de obtener, al menos, 500 revoluciones por minuto del adaptador en uso.
- Peso de los componentes y pérdidas de diseño estipuladas.

Se comienza teniendo en cuenta unas hipótesis previas para pasar al cálculo.

-Hipótesis de trabajo 1: Se tendrá en cuenta que el sistema portamuestras – mordaza es el que se apoya sobre el plato pulidor del sistema LABOPOL 20, por lo que se considerará que su peso en conjunto es el importante a la hora del cálculo de las fuerzas de rozamiento.

-Hipótesis de trabajo 2: Consideramos que las probetas no se insertan de forma excesivamente forzada en la posición de contacto con la tela impregnada por la suspensión de abrasivo.

-Hipótesis de trabajo 3: Se considera la carga máxima del adaptador, esto es, 6 probetas de máximas dimensiones nominales (obtenidas en el documento Memoria – “7.1 Tamaños nominales de las probetas metálicas”), con la tornillería necesaria para el pulido y todos los elementos que tomen parte en la acción de la máquina.

5.2. Cálculo del par motor.

Lo siguiente para el cálculo del par motor necesario para mover el conjunto es el cálculo de la fuerza de rozamiento que existirá en el plano del plato pulidor.

Las consideraciones previas al cálculo serán:

- La fuerza de rozamiento es independiente del movimiento, y se opone a este en todo momento.
- Se utilizará el centro de masas de las probetas de máximas dimensiones como el punto más alejado desde donde se medirá para el cálculo de la distancia hasta el centro eje del adaptador.
- Se supone el giro del plato pulidor de las probetas en sentido horario, y el del adaptador, antihorario. Sin embargo, el cálculo del par torsional se calculará desde cero,

con el sistema totalmente parado (el coeficiente de rozamiento será el estático, estimado anteriormente, siendo $\mu=0,0257$).

- Se considera un apoyo sin presión. Esto es, las 6 probetas alineadas y posicionadas de igual manera, con su superficie de contacto donde soportarán en peso de la estructura por encima de las mismas, a una altura de 2 mm por debajo del plato porta-muestras.

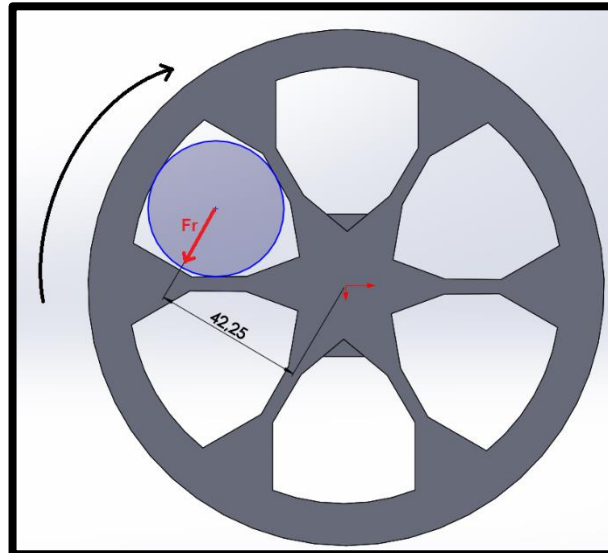


Figura 6: Sentido de giro y fuerza de rozamiento, Fr. Fuente: Propia

En la Figura 6 se puede observar cómo la fuerza de rozamiento “Fr” se opone al movimiento, y eso sucederá en cada una de las probetas. Esto genera un momento torsor sobre el eje. Dicho momento se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_{adaptador} = Fr * d * n_{prob}$$

Donde:

- $T_{adaptador}$ es el momento torsor, en N·m.
- Fr es la fuerza de rozamiento generada en el pulido al inicio, que será el resultado de multiplicar la masa del conjunto por el coeficiente de rozamiento calculado empíricamente.
- d es la distancia que separa el centro del adaptador con el centro de masas de cada una de las probetas, el cual se estipula en la Figura 6, en mm.

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$T_{adaptador} = \mu * (M_{Total}) * g * d * n_{prob}$$

$$T_{adaptador} = 0,0257 * 2,8773 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 42,25 * 10^{-3} \text{ m} * 6$$

$$T_{adaptador} = 0,184 N * m$$

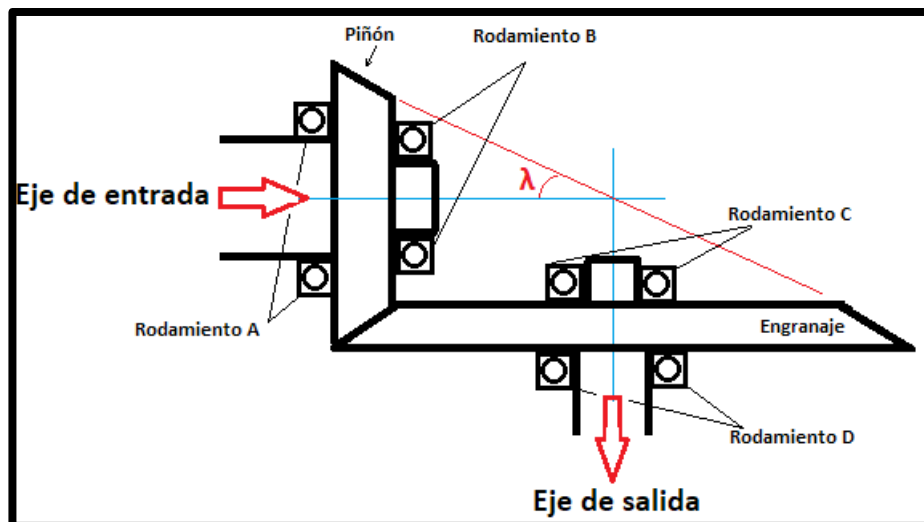
Este par torsional será el utilizado para el cálculo de la potencia necesaria para el motor eléctrico.

6. Cálculos relacionados con los engranajes.

Para la solución de transmisión de este proyecto se ha propuesto un tren de engranajes, que consiste en un sistema de piñón y engranaje, ambos de tipo cónico y dientes rectos.

Las alternativas a esta solución, discusión de las mismas y el porqué de esta solución final vienen detallados en el apartado Memoria.

Siguiendo con lo que concierne al cálculo, para un engranaje cónico recto se deben introducir primero una serie de conceptos, así como una tentativa inicial de posicionamiento para los cojinetes que se les acoplarán.



Cualitativamente la Figura 7 muestra un posicionamiento de los elementos propuestos para la transmisión de potencia desde el motor eléctrico hasta el eje donde va acoplada la mordaza, señalado como “eje de salida”.

Para los cálculos, también se requieren una serie de medidas, distancias, ángulos y también una tentativa de diseño preliminar.

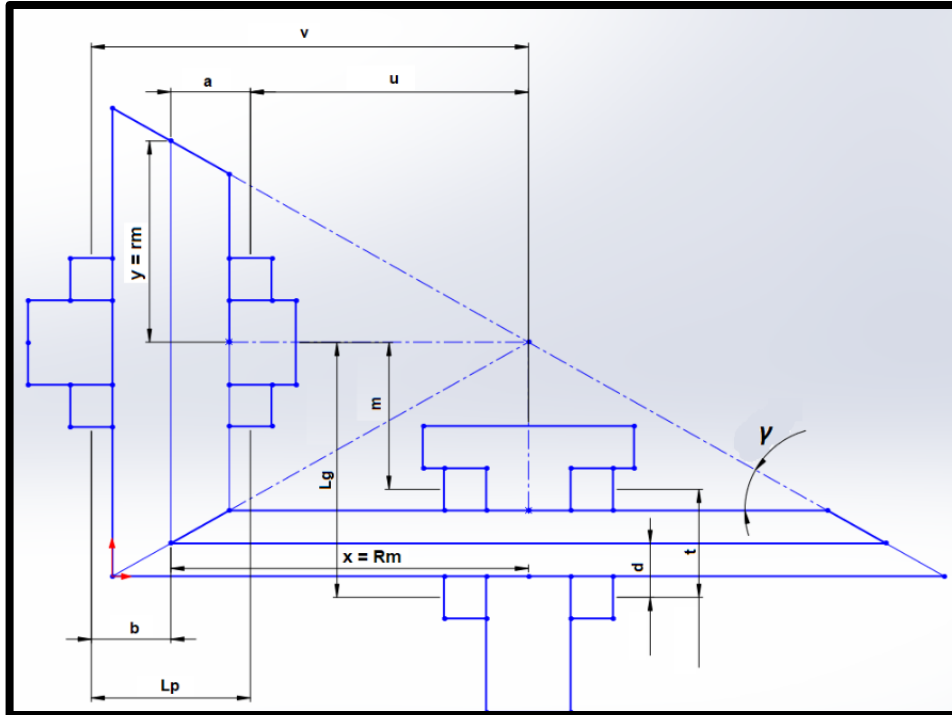


Figura 8: Dimensiones importantes en el dimensionamiento de los engranajes cónicos. Fuente: Propia.

En la Figura 8 se muestra un desglose de cada una de las distancias necesarias a la hora de calcular nuestra transmisión, distinguiendo:

- R_m y r_m como radios promedio de engranaje y piñón, respectivamente.
- L_p y t son las distancias entre los rodamientos del piñón y engranaje, respectivamente.
- b y d son las distancias entre los rodamientos posteriores y la línea de engrane de piñón y engranaje, respectivamente
- x e y son los radios promedios para piñón y engranaje, respectivamente.
- L_g es la distancia entre el centro del eje del piñón y el rodamiento C
- m es la distancia entre el centro del eje del piñón y el rodamiento D
- γ es el ángulo del cono de paso del piñón.
- T es el ángulo del cono de paso del engranaje conducido.

Continuando con los cálculos, se introducirán una serie de datos mínimos para proceder al resto de dimensionamientos, entre ellos, el número de dientes del piñón y engranaje, de donde derivarán todos los demás datos conjunto al par y número de revoluciones.

Dato	Valor propuesto
Número de dientes del Piñón (N_p)	30 dientes
Número de dientes del Engranaje (N_g)	30 dientes
Diámetro de paso del Piñón (D_p)	75 mm
Ancho de la cara (F)	18 mm
Velocidad de giro de entrada al Piñón (n_p)	500 rpm
Velocidad de giro de salida en el Engranaje (n_g)	500 rpm
Ángulo de presión de los dientes (ϕ)	20°
Paso Diametral (P_d) y módulo métrico	10 y 2.5

Tabla 5: Dimensiones y valores propuestos para los engranajes. Fuente: Propia.

Cálculo del ancho de la cara aproximado (F) viene dado por la siguiente expresión:

$$\frac{8}{P_d} < F < \frac{16}{P_d} \rightarrow \frac{8}{10} < F < \frac{16}{10} \rightarrow 0,8" < F < 0,16" \rightarrow$$

$$\rightarrow 20,32 \text{ mm} < F < 40,64 \text{ mm}$$

Por tanto, se estima que F es un valor menor, pero muy cercano para mejorar las posibilidades de selección comercial.

$$F = 18 \text{ mm}$$

Se continua ahora con el análisis de fuerza en los engranajes. Primero se ha de calcular la fuerza tangencial que incide en el cono de paso del piñón y del engranaje, que viene dada según el par torsional ($T_{adaptador}$) ya calculado.

$$T_{adaptador} = \frac{P}{n_p} \rightarrow P = T_{adaptador} * n_p$$

Donde:

- P es la potencia recibida por el piñón, en vatios [W]

- n_p es el número de revoluciones por minuto, en este caso, del piñón

Sustituyendo los valores:

$$\rightarrow P = 0,184 \text{ Nm} * 500 \text{ rpm} * \frac{2\pi \text{ radianes}}{1 \text{ revolución}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}}$$

$$\rightarrow P = 9,63 \text{ W}$$

Esta potencia es la potencia de referencia para la selección del motor eléctrico, siendo la máxima necesaria para el arranque en condiciones superiores a la media (más

desfavorables). Se elegirá un motor con una potencia similar, pero con un valor por encima de este resultado para asegurar un par y velocidad de giro adecuados.

7. Reacciones en los rodamientos

Para el cálculo de las reacciones que se originan en los rodamientos por la acción del movimiento de los engranajes cónicos durante el pulido, lo primero es establecer las posiciones de cada uno de los rodamientos.

Como norma general, se colocan los rodamientos en la parte anterior y posterior de los engranajes cónicos, con esta consideración se disminuye al mínimo la flexión de los ejes que soporten los engranajes y se reparten los esfuerzos entre ambos de una manera más eficiente.

En la siguiente figura se establecen una serie de longitudes con las que se calcularán, mediante un diagrama de cuerpo libre, todas las fuerzas actuando en los puntos más importantes del conjunto.

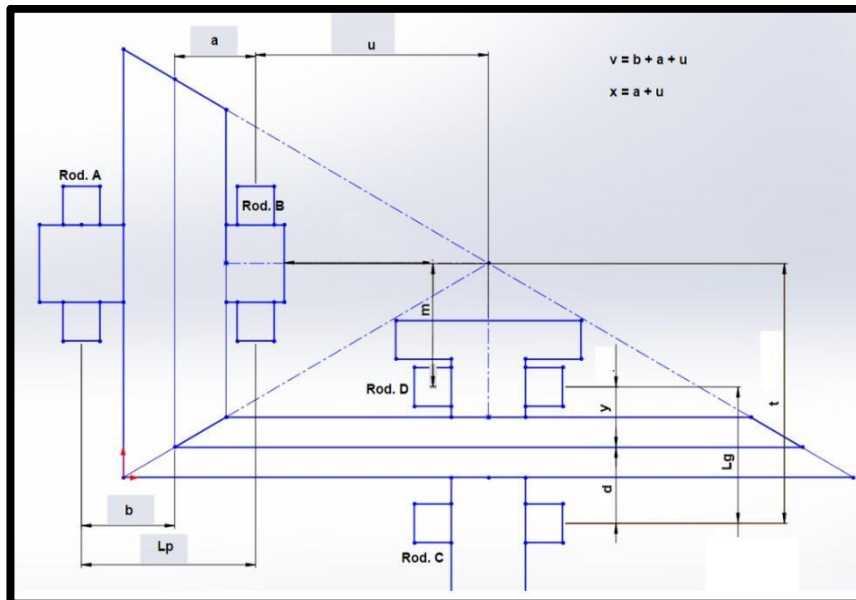


Figura 9: Medidas de distancias en los engranajes y rodamientos. Fuente: Propia.

Como se puede observar en la Figura 9, los rodamientos deben estar ligeramente apartados de cada engranaje, a necesidad práctica, y los ejes no van a ser de sección constante si no es necesario.

A continuación, se proponen una serie de medidas para las posiciones, que servirán a la hora del cálculo de las reacciones:

Designación	Longitud (mm)	Definición
a	10,00	Distancia entre diámetro medio de engrane del piñón y centro del rodamiento B.
b	10,00	Distancia entre el centro del rodamiento A hasta el diámetro de engrane del piñón.
d	12,00	Distancia entre el centro del rodamiento C y el diámetro medio de engrane del engranaje conducido
y	12,00	Distancia entre el centro del rodamiento D y el diámetro medio de engrane del engranaje conducido.
m	15,40	Distancia entre el centro del rodamiento D y el centro del eje impulsor.
u	13,40	Distancia entre centro del rodamiento B y centro del eje del adaptador de probetas
t	35,40	Distancia entre el centro del rodamiento C y el centro del eje impulsor.
Lp	24,00	Separación entre rodamientos A y B
Lg	20,00	Separación entre rodamiento C y D

Tabla 6: Definición y determinación de longitudes para los rodamientos. Fuente: Propia.

Estas longitudes se estiman para dejar un espacio en caso de necesitar el acople de elementos adicionales, como anillos de sujeción o como rebajes para la colocación de los propios rodamientos y/o engranajes.

Las dimensiones mínimas " R_m " y " r_m " han sido calculadas en el apartado de los engranajes cónicos, siendo $R_m = r_m = \left(\frac{D_p}{2}\right) = \left(\frac{75\text{ mm}}{2}\right) = 37.5\text{ mm}$, y también el ancho de la cara, " F ", que será primordial a la hora de tener en cuenta estas separaciones, ya que en todas las dimensiones se considerará dicho ancho.

Así resulta, a falta del dimensionamiento de los ejes, la disposición:

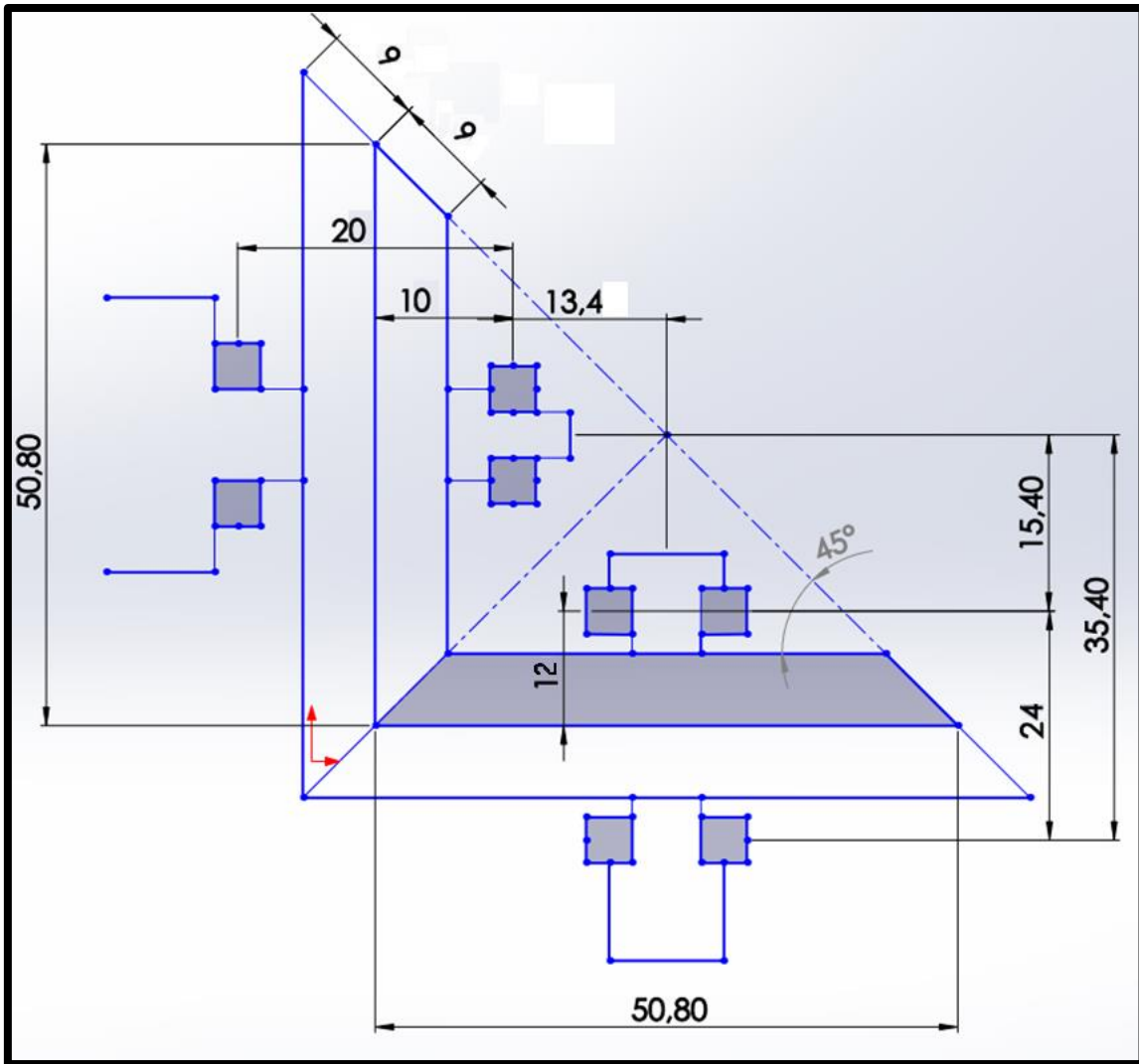


Figura 10: Medidas de distancias en los engranajes y rodamientos. Fuente: Propia.

El ángulo de 45° marcado se denominará “ γ ”, siendo complementario de “ T ”.

Con todas las dimensiones establecidas, cada engranaje cónico generará 3 fuerzas distintas, una radial, otra de empuje y otra tangencial, uno sobre el otro.

En el siguiente diagrama de cuerpo libre se muestran todas las fuerzas y reacciones que se ven involucradas.

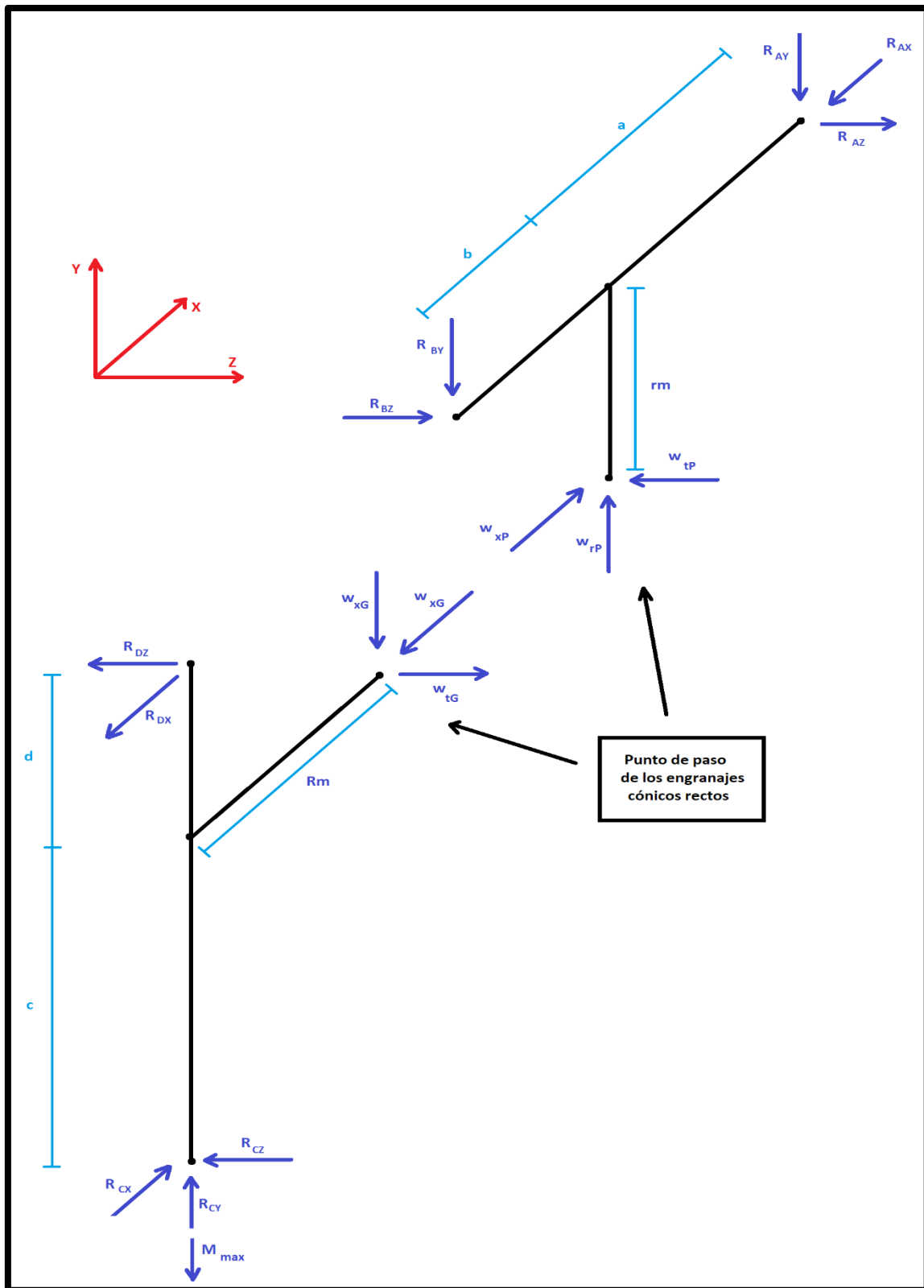


Figura 11: Diagrama de cuerpo libre del conjunto de engranajes cónicos con los rodamientos. Fuente: Propia.

Donde:

- R_{ax} , R_{ay} y R_{az} son las reacciones en el punto “A” en los ejes X, Y y Z, respectivamente.

- R_{bx} y R_{bz} son las reacciones en el punto “B” en los ejes X y Z, respectivamente

- R_{cx} , R_{cy} y R_{cz} son las reacciones en el punto “C” en los ejes X, Y y Z, respectivamente

- R_{dx} y R_{dz} son las reacciones en el punto “D” en los ejes X y Z, respectivamente

- M_{max} es la masa máxima que soportará el conjunto, calculada anteriormente.

- W_{tP} , W_{xP} y W_{rP} son las fuerzas en la cara de los dientes del piñón en su componente tangencial, axial y radial respectivamente.

- W_{tG} , W_{xG} y W_{rG} son las fuerzas en la cara de los dientes del engranaje conducido, en su componente tangencial, axial y radial respectivamente.

Ahora se comienza a calcular las reacciones, empezando por las fuerzas en los puntos de paso de los engranajes:

$$W_{tP} = \frac{T_{adaptador}}{r_m} = \frac{0,184 \text{ N} \cdot \text{m}}{37,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \rightarrow W_{tP} = 4,91 \text{ N}$$

Esta es la fuerza tangencial a la que se verá sometido el punto de paso de los engranajes, la que produce el par torsional sobre los mismos. Con ella calculada se halla la fuerza radial y axial, respectivamente, sobre los dientes:

$$W_{rP} = W_t \cdot \tan \phi \cdot \cos(\gamma) = 4,91 \text{ N} \cdot \tan(20^\circ) \cdot \cos(45^\circ) \rightarrow$$

$$\rightarrow W_{rP} = 1,26 \text{ N (Fuerza radial)}$$

$$W_{xP} = W_t \cdot \tan \phi \cdot \sin(\gamma) \rightarrow 4,91 \text{ N} \cdot \tan(20^\circ) \cdot \sin(45^\circ) \rightarrow$$

$$\rightarrow W_{xP} = 1,26 \text{ N (Fuerza axial)}$$

Tiene sentido que ambas sean iguales, por el ángulo idéntico de 45° .

Ahora se analiza el piñón cónico recto y sus fuerzas, descomponiendo sólo la parte que interesa de cara al cálculo de las reacciones.

-Plano X – Z:

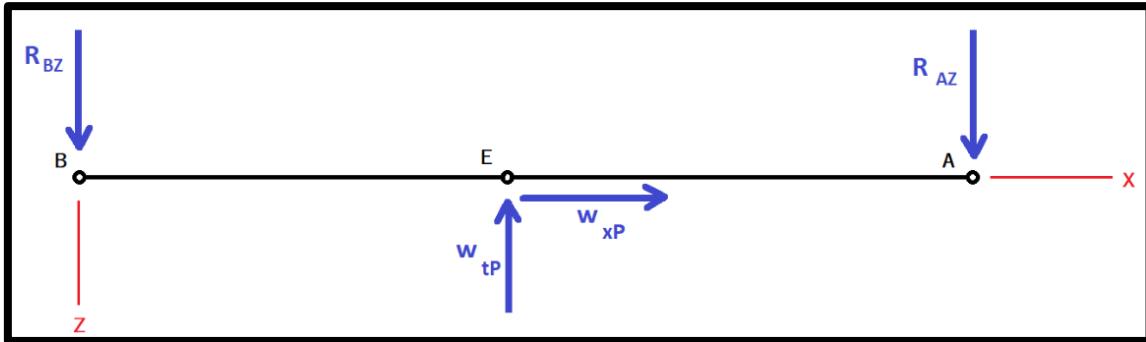


Figura 12: Diagrama de cuerpo libre para piñón cónico recto. Plano X-Z. Fuente: Propia.

Para las reacciones R_{az} y R_{bz} , realizamos un sumatorio de momentos respecto el punto B:

$$\begin{aligned}\Sigma M_B = 0 &\rightarrow 0 = W_{tP} * b - R_{az} * (b + a) \rightarrow \\ 0 &= 4,91 \text{ N} * (12 * 10^{-3} \text{ m}) - R_{az} * (12 * 10^{-3} \text{ m} + 12 * 10^{-3} \text{ m}) \rightarrow \\ &\rightarrow R_{az} = 2,455 \text{ N}\end{aligned}$$

Sumatorio de momentos respecto punto A:

$$\begin{aligned}\Sigma M_A = 0 &\rightarrow 0 = W_{tP} * a - R_{bz} * (b + a) \rightarrow \\ &\rightarrow 4,91 \text{ N} * (12 * 10^{-3} \text{ m}) - R_{bz} * (12 * 10^{-3} \text{ m} + 12 * 10^{-3} \text{ m}) \\ &\rightarrow R_{bz} = 2,455 \text{ N}\end{aligned}$$

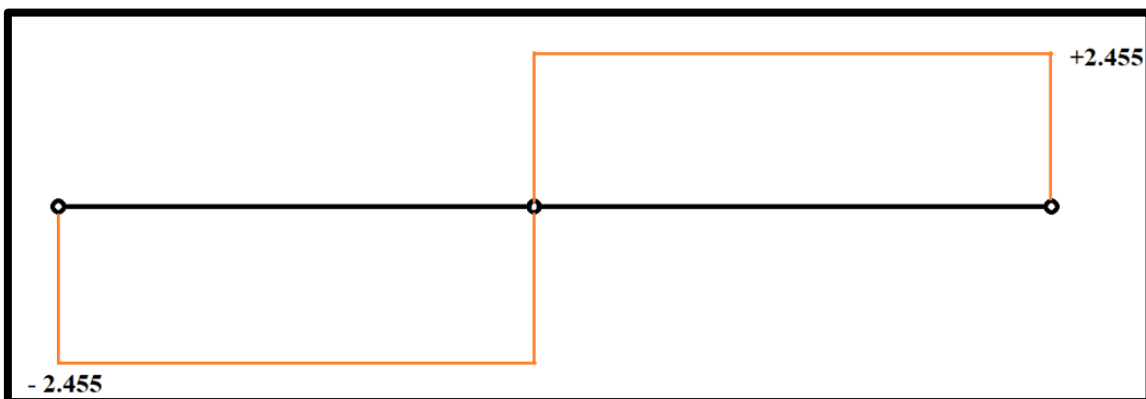


Figura 13: Diagrama de esfuerzo cortante para el piñón cónico recto. Plano X - Z Fuente: Propia.

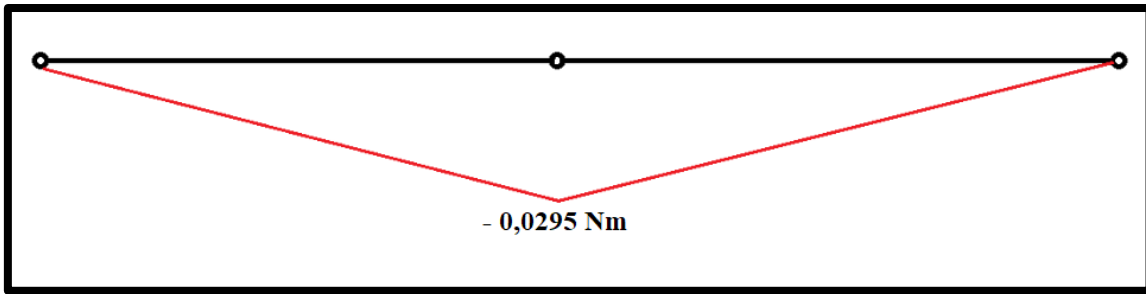


Figura 14: Diagrama de momento flector para el piñón cónico recto. Fuente: Propia.

Plano Y – X

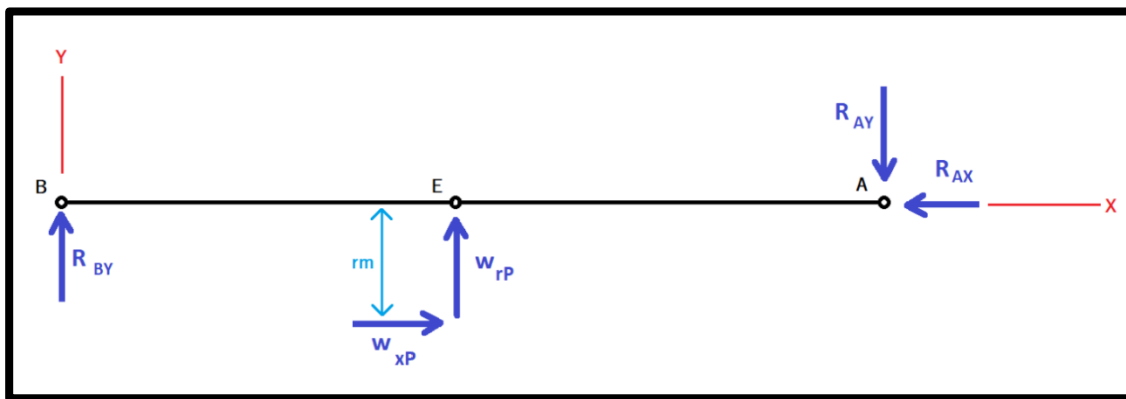


Figura 15: Diagrama de cuerpo libre del piñón cónico recto. Plano Y-X. Fuente: Propia.

Para las reacciones R_{ay} y R_{by} , sumatorio de momentos respecto al punto B:

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow 0 = W_{rP} * b + W_{xP} * (r_m) - R_{ay} * (b + a) \rightarrow$$

$$\rightarrow 0 = 1,26 \text{ N} * (12 * 10^{-3} \text{ m} + 37,5 * 10^{-3} \text{ m}) - R_{ay} * (12 * 10^{-3} \text{ m} + 12 * 10^{-3} \text{ m})$$

$$\rightarrow R_{ay} = 2,59 \text{ N}$$

Y sumatorio de momentos respecto el punto A:

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow 0 = -W_{rP} * a + W_{xP} * (r_m) - R_{by} * (a + b) \rightarrow$$

$$\rightarrow R_{by} = 1,339 \text{ N}$$

Para la reacción A_x tenemos: $A_x = W_{xP} = 1,26 \text{ N}$, la cual es la fuerza de empuje que soportará el rodamiento A.

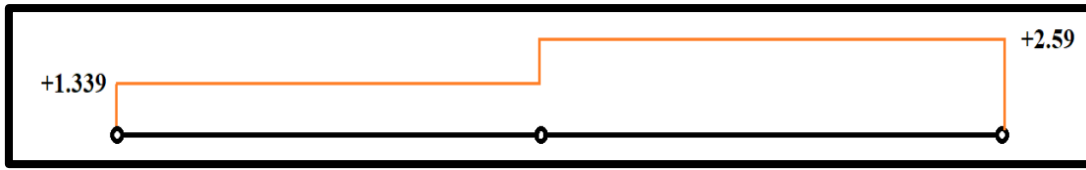


Figura 16: Diagrama de esfuerzo cortante en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.

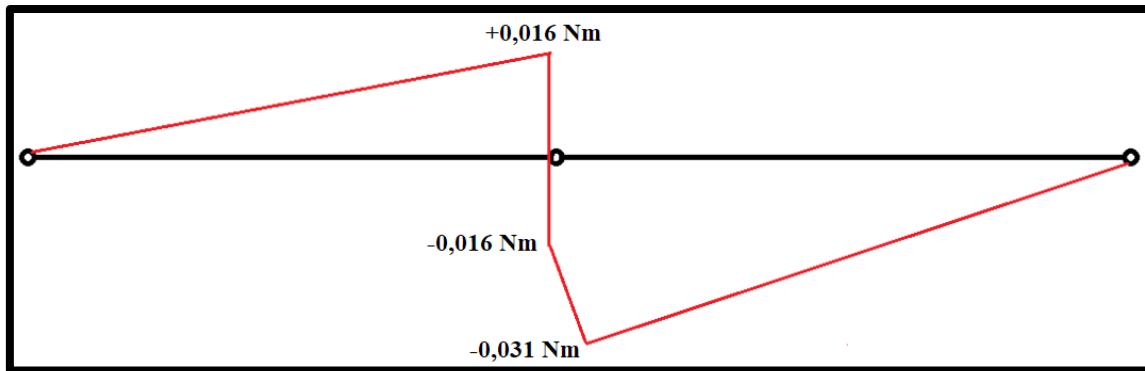


Figura 17: Diagrama de momento flector en el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.

Finalmente calculamos la fuerza radial total en los rodamientos A y B:

$$\text{Rodamiento A} = \sqrt{(R_{ay})^2 + (R_{az})^2} = 3,57 \text{ N}$$

$$\text{Rodamiento B} = \sqrt{(R_{by})^2 + (R_{bz})^2} = 2,80 \text{ N}$$

En cuanto a los momentos, en el punto "E" se tiene que el momento flector máximo será:

$$M_E = \sqrt{M_{Fz}^2 + M_{Fy}^2} = \sqrt{(0,0295 \text{ Nm})^2 + (0,031 \text{ Nm})^2} \rightarrow$$

$$M_E = 0,043 \text{ Nm}$$

Se realizará el mismo procedimiento para el caso de los rodamientos "C" y "D".

Plano Y – X

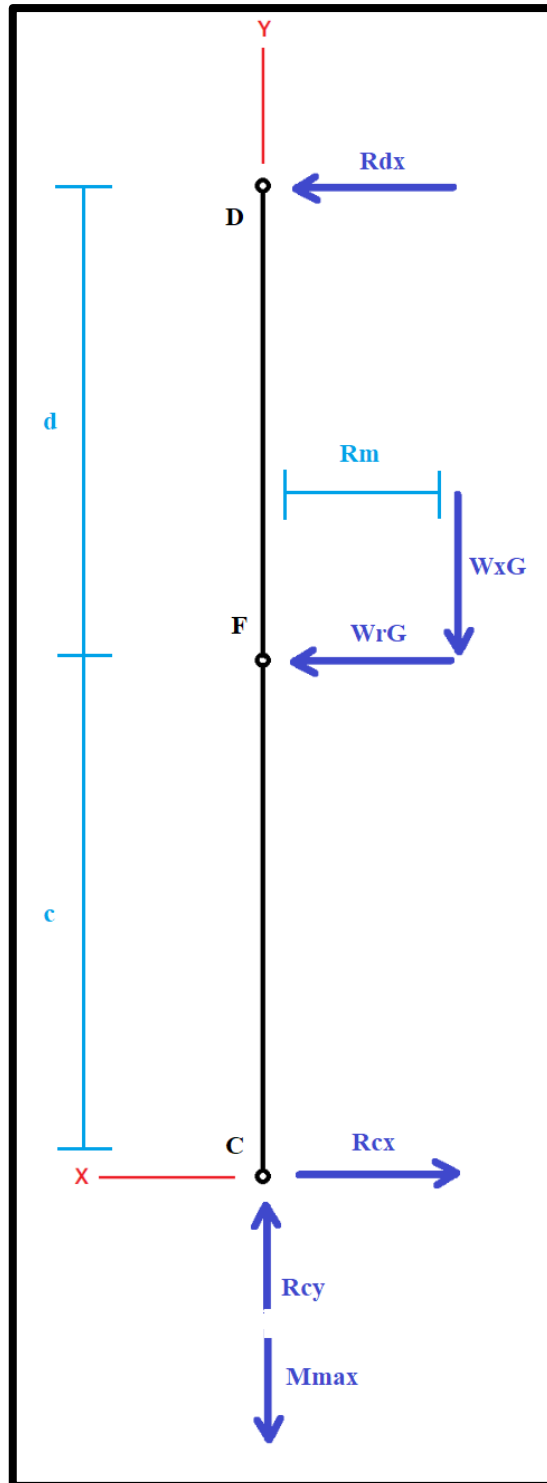


Figura 18: Diagrama de cuerpo libre para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.

Para el plano Y – X, el sumatorio de momento respecto al punto D:

$$\Sigma M_D = 0 \rightarrow 0 = W_{xG} * R_m + W_{rG} * y - R_{cx} * (c + d) \rightarrow$$

$$\rightarrow ||Recordemos que W_{xG} = W_{rP} \text{ y } W_{rG} = W_{xP}|| \rightarrow$$

$$\rightarrow R_{cx} = 2,99 \text{ N}$$

Sumatorio de momentos respecto al punto C:

$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow 0 = -W_{xG} * R_m - W_{rG} * y + R_{dx} * (y + d) \rightarrow$$

$$\rightarrow R_{dx} = 1,73 \text{ N}$$

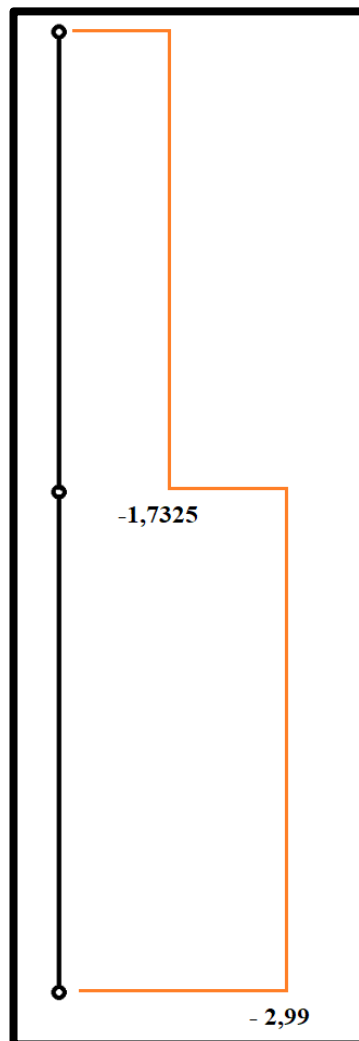


Figura 19: Diagrama de esfuerzo cortante para el engranaje, Plano Y - X. Fuente: Propia.

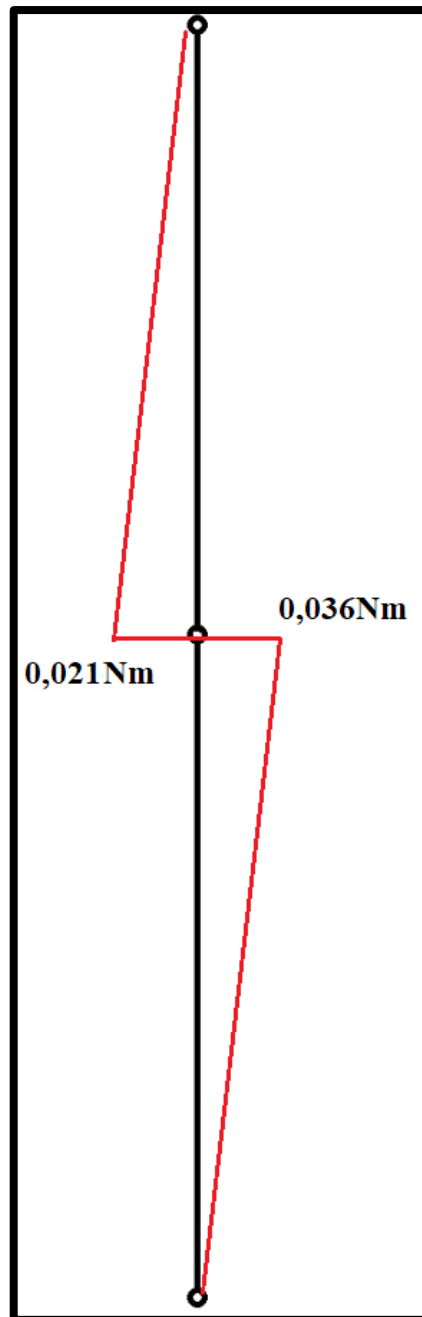


Figura 20: Diagramas momento flector) para el engranaje cónico conducido. Plano Y - X. Fuente: Propia.

Plano Y – Z

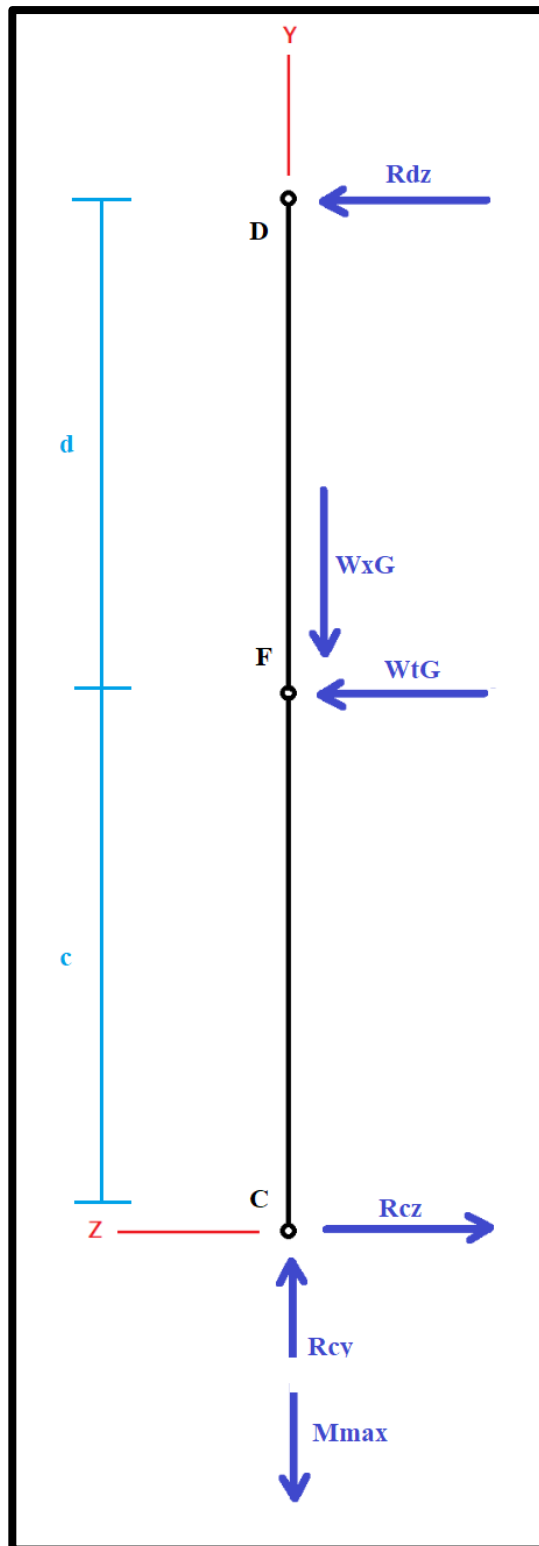


Figura 21: Diagrama de cuerpo libre del engranaje cónico conducido, Plano Y - X. Fuente: Propia.

Para el plano Y – Z, el sumatorio de momentos con respecto al punto D:

$$\Sigma M_D = 0 \rightarrow 0 = W_{tG} * y - R_{cz} * (y + d) \rightarrow R_{cz} = 2,455 N$$

Y el sumatorio de momentos respecto al punto C:

$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow 0 = W_{tG} * d - R_{dz} * (d + y) \rightarrow R_{dz} = 2,455 \text{ N}$$

Mientras que la reacción en el eje Y para el rodamiento C viene dada por la expresión:

$$R_{cy} = W_{xG} + M_{MAX} * g = 1,26 \text{ N} + 2,8773 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\rightarrow R_{cy} = 29,49 \text{ N}$$

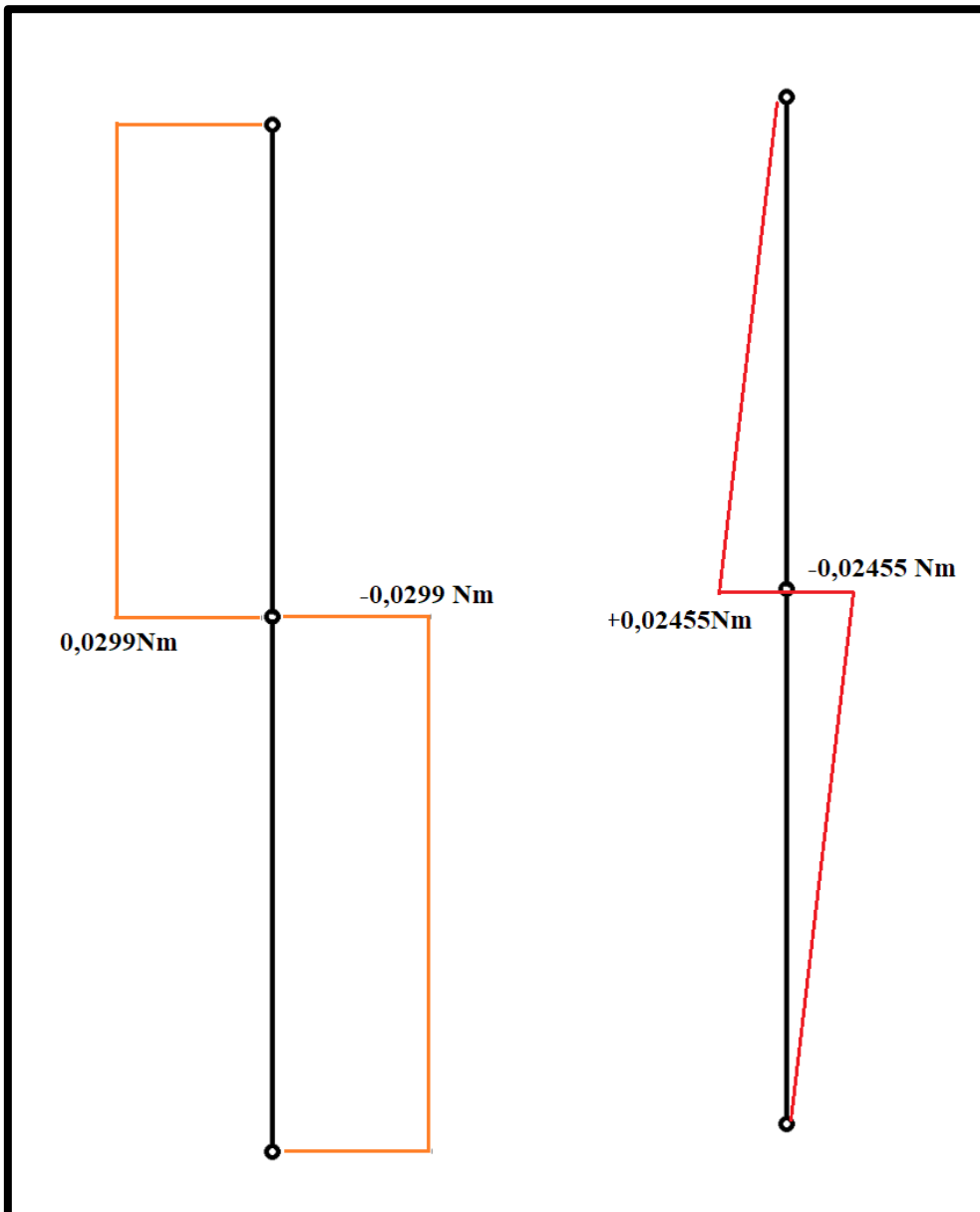


Figura 22: Diagrama de esfuerzo cortante (izquierda) y de momento flector (derecha) para el engranaje cónico conducido, Plano Y - Z. Fuente: Propia.

Nótese que la componente mayor para estos rodamientos es la del rodamiento C, pues soportará el peso del adaptador cargado, por lo que se dimensionará dicho rodamiento teniendo en cuenta dicho esfuerzo.

Finalmente se calcula la fuerza radial total en los rodamientos C y D:

$$\text{Rodamiento C} = \sqrt{(R_{cx})^2 + (R_{cz})^2} = 3,87 \text{ N}$$

$$\text{Rodamiento D} = \sqrt{(R_{dx})^2 + (R_{dz})^2} = 3,01 \text{ N}$$

Y para el momento flector máximo en el punto F (punto medio entre C y D):

$$M_F = \sqrt{M_{Fx}^2 + M_{Fz}^2} = \sqrt{(0,02455 \text{ Nm})^2 + (0,036 \text{ Nm})^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow M_F = 0,044 \text{ Nm}$$

8. Dimensionamiento de los ejes.

Habiendo calculado los engranajes y las fuerzas de acción y reacción sobre ellos, en este siguiente apartado se determinará el diámetro mínimo para los ejes propuestos en el diseño, teniendo en consideración las distintas fuerzas a los que se verán expuestos.

Se distinguen esencialmente dos ejes:

-Eje del piñón: es donde se encuentran los puntos de apoyo de los rodamientos A y B, la chaveta de unión con el motor eléctrico, y la chaveta del piñón cónico. También se deben tener en cuenta las anillas de sujeción de los rodamientos de ambos rodamientos.

-Eje del engranaje: soporta los puntos de apoyo de los rodamientos C y D, la chaveta de unión con el engranaje conducido, la tapa de sujeción con pasador del conjunto de la mordaza y el plato porta-muestras, así como las anillas de sujeción para el engranaje cónico conducido.

Ambos ejes estarán contruidos en AISI 304, acero escogido por las razones ya citadas en la Memoria, y cuyas características mecánicas son las siguientes [1]:

-Límite elástico $\sigma_y = 210 \text{ MPa}$

-Resistencia a tracción $\sigma_n = 520 \text{ MPa}$

Teniendo en cuenta estos esfuerzos y su geometría, se decide realizar el cálculo en base a este material y establecer un diámetro mínimo acorde con estas propiedades mecánicas, y en caso de que el diámetro mínimo calculado sea excesivamente grande, se podría optar por uno con mayores resistencias.

Acero forjado:	$C_m = 1.00$	Hierro colado maleable:	$C_m = 0.80$
Acero colado:	$C_m = 0.80$	Hierro colado gris:	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado:	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil:	$C_m = 0.66$

Figura 23: Listado de factores por tipo de material C_m . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.

-Factor de tipo de material “ C_m ”, estimado 0,66 por la utilización de un acero de tipo dúctil.

-Factor de tipo de esfuerzo “ C_{st} ”, con un valor de 1 para el eje del piñón por ser un esfuerzo flexionante principal, y 0,80 para el eje de la mordaza por tener una fuerza axial como elemento predominante.

-Factor de confiabilidad “ C_r ” de 0,81 debido a la necesidad de una confiabilidad del 99% aproximadamente.

Factores de confiabilidad aproximados C_R	
Confiabilidad deseada C_R	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Figura 24: Factores de confiabilidad C_r . Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

-Factor de tamaño “ C_s ”, calculada a partir de $C_s = \left(\frac{D}{7.62}\right)^{-0.11} = 0,812$

Factores de tamaño	
Rango de tamaño	Para D en mm
$D \leq 7.62$	$C_s = 1.0$
$7.62 < D \leq 50$	$C_s = (D/7.62)^{-0.11}$
$50 < D < 250$	$C_s = 0.859 - 0.000837D$

Figura 25: Factores de tamaño C_s según diámetros (en mm). Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott.

Al aplicar estos factores de corrección, se llega a una resistencia corregida para el material, aplicando la siguiente fórmula:

$$\sigma'_n = C_m * C_{st} * C_r * C_s * \sigma_n \rightarrow \sigma'_n = 180,58 \text{ MPa}$$

Con esta resistencia a la fatiga corregida, se analizarán cada una de las partes críticas y se calculará así el diámetro mínimo de un eje circular macizo de AISI 304:

$$D_{min} = \left[32 * \frac{N}{\pi} * \sqrt{\left(K_t * \frac{M}{\sigma'_n} \right)^2 + \frac{3}{4} * \left(\frac{T}{\sigma_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

- “N” es el factor de diseño, tabulado a continuación
- “K_t” es el factor de concentración de esfuerzos, también expresado a continuación
- “M” es la resultante de los momentos implicados en cada punto, ya calculados anteriormente
- “T” es el momento torsor

Este diámetro es para el supuesto de un eje sometido a momento torsor y flector puros.

En el caso de un momento cortante tendremos que analizar la comprobación con la siguiente ecuación:

$$D_{min} = \sqrt{2,94 * K_t * V * \left(\frac{N}{\sigma'_n} \right)}$$

Donde “V” es el esfuerzo cortante.

Se interpreta que este diseño se compondrá de ejes que no se ven afectados por cargas cíclicas o de choque, requiriendo un factor de diseño de $N = 2$ en todo caso [8], ya que para el grado de cargas y revoluciones implicadas será suficiente.

Tipo de geometría en el eje	Valor de “K _t ”
Cuña de perfil	2,0
Cuña de trineo	1,6
Rebaje o chaflán agudo	2,5
Rebaje o chaflán bien redondeado	1,5
Ranura para anilla de retención	3,0

Tabla 7: Valores del adimensional K_t. Fuente: Propia.

Seguidamente se dispondrán de los datos y las razones de la elección de cada uno de los factores adimensionales.

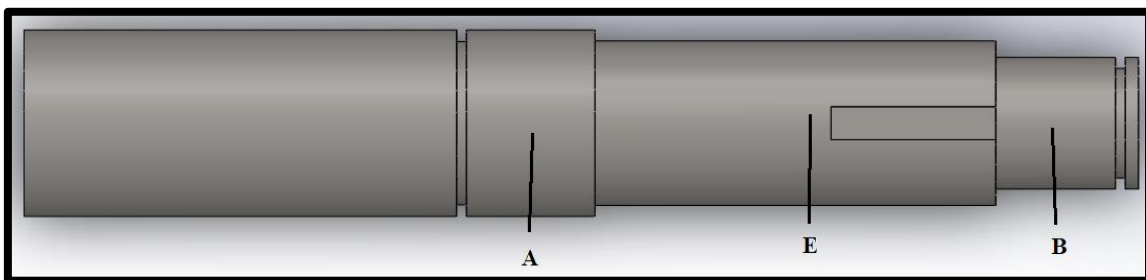


Figura 26: Puntos clave en el dimensionamiento del eje del piñón cónico. Fuente: Propia.

-Punto A

Es el punto donde se encontrará el rodamiento A, y entre este y la sección de eje donde se encuentra el chavetero conector hasta el motor eléctrico, habrá un rebaje de diámetro donde se dejará un escalón de radio de tipo agudo. Se tendrá en cuenta la ranura para la anilla de retención como factor importante en el cálculo.

-Entre A y E

Esta parte es el eje impulsor, ya rebajado, y va desde el rodamiento A hasta el piñón cónico, de forma continua.

-Punto E

Es el punto donde irá alojado el piñón cónico. Este punto del eje estará maquinado para que se aloje un conjunto de chaveta y chavetero que mantenga el piñón en su sitio, de tipo cuadrado.

-Entre E y B

Parte del eje impulsor hasta el rodamiento B, con el rebaje agudo del diámetro.

-Punto B

Es el punto donde irá el rodamiento B, en cuyo extremo final irá alojado una anilla de retención que permite que durante el movimiento todo se ajuste en su sitio y permanezca sujeto, siendo el factor limitante del cálculo para este eje.

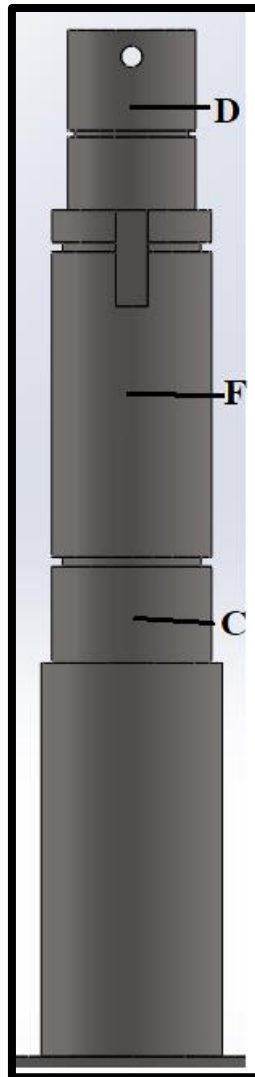


Figura 27: Puntos clave del dimensionamiento del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.

-Punto D

Es el punto donde se encontrará el rodamiento D. En su extremo tendrá otro anillo de sujeción, similar al del punto B.

-Entre D y F

Es parte del eje, entre ambos puntos habrá un ensanche del diámetro y el radio del asiento del rodamiento D será agudo. En este espacio se encuentran las ranuras para las anillas.

-Punto F o punto donde irá alojado el engranaje cónico conducido

Tal y como ocurría con el lugar de acople del piñón, también se situará un conjunto chaveta y chavetero, cuadrados, que mantendrá este engranaje en su sitio.

-Entre F y C

Parte del eje que conecta los dos puntos.

-Punto C

Es el punto donde estará el rodamiento C, previo el cuál el diámetro debe de ser mayor. Aquí se encuentran mayores concentraciones de esfuerzos, pues el rodamiento D es el que soportará el peso del conjunto del adaptador cargado y los ejes, habrá un asiento con radio agudo por encima del mismo, que permitirá que se apoye todo el peso sobre dicho rodamiento de forma cómoda, además se encuentra la última de las anillas de retención.

Se escriben todos los adimensionales y esfuerzos en la siguiente tabla para obtener una mayor claridad, habiendo calculado el diámetro mínimo para cada uno de los lugares importantes de los ejes, (recordando que el momento torsional será constante en cada caso, y es $T_{adaptador} = 0,184 N \cdot m$)

Localización	K_t	M (N·m)	D_{min} (mm)
Punto A	2,5	0,184	3,953
Entre A y E	2	0,184	3,872
Punto E	2,5	0,184	3,799
Entre E y B	3	0,184	3,872
Punto B	1,5	0,184	3,953
Punto D	3	0,184	3,741
Entre D y F	2,5	0,184	3,965
Punto F	3	0,184	3,881
Entre F y C	3	0,184	3,965
Punto C	2,5	0,184	3,965

Tabla 8: Datos para los diferentes puntos de los engranajes, con sus diámetros mínimos. Fuente: Propia

Estos son los diámetros mínimos dadas las comprobaciones de esfuerzos, por lo que nuestros dimensionamientos en el eje más fino ($D = 12$ mm), cuenta con un factor de seguridad de al menos 3,15, más que suficiente para nuestra aplicación.

9. Simulación de análisis estático para los ejes

Para verificar tanto la resistencia mecánica, los desplazamientos y las deformaciones en los ejes, se utiliza el programa SolidWorks.

Con cada eje, se simulará tanto sujeciones como fuerzas involucradas, para verificar que nuestros ejes propuestos resisten y se ajustan a los requerimientos de trabajo.

9.1. Eje que conecta la salida del motor con el piñón cónico recto.

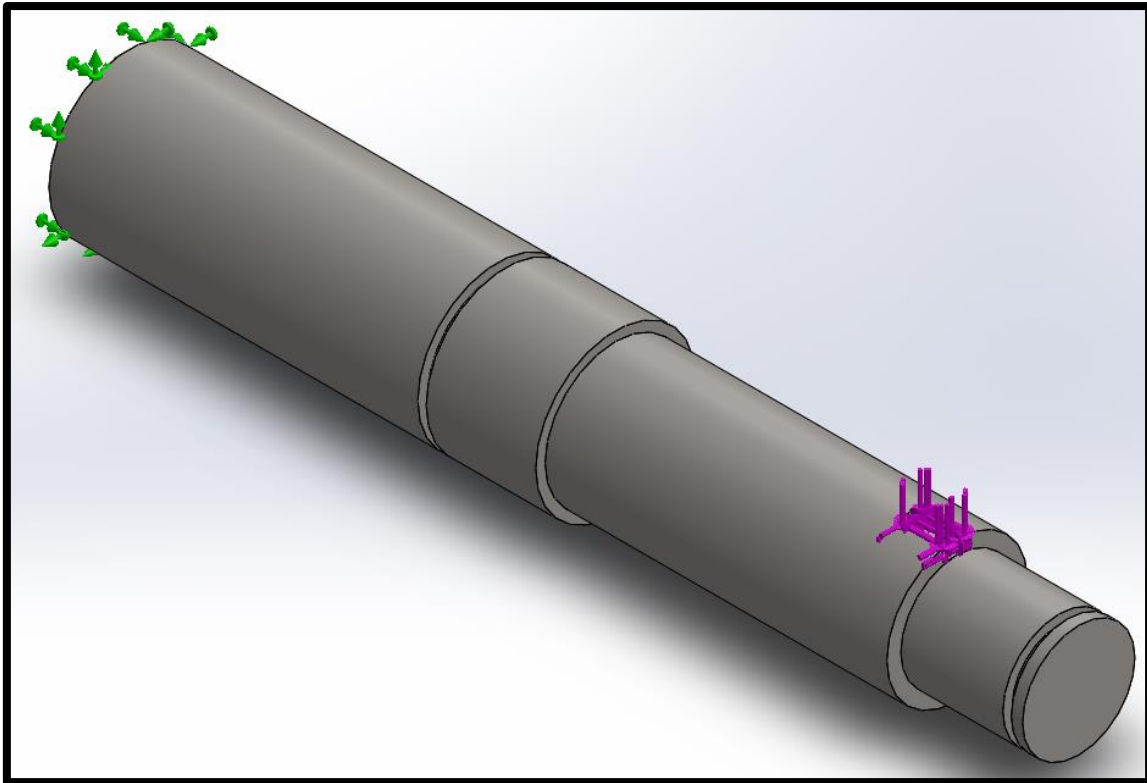


Figura 28: Detalle del elemento a simular. Fuente: Propia.

En este caso se tiene en cuenta el par torsor que ejerce el motor eléctrico en el eje, así como las reacciones en el piñón cónico.

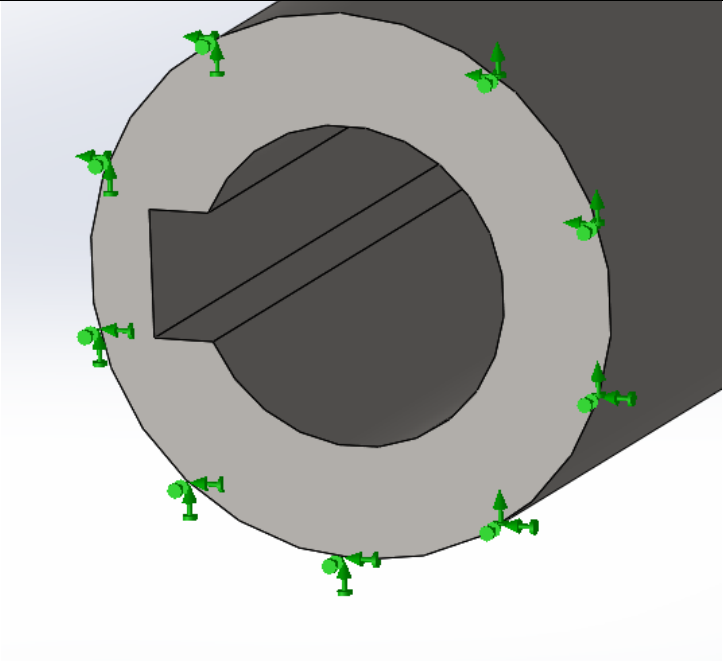
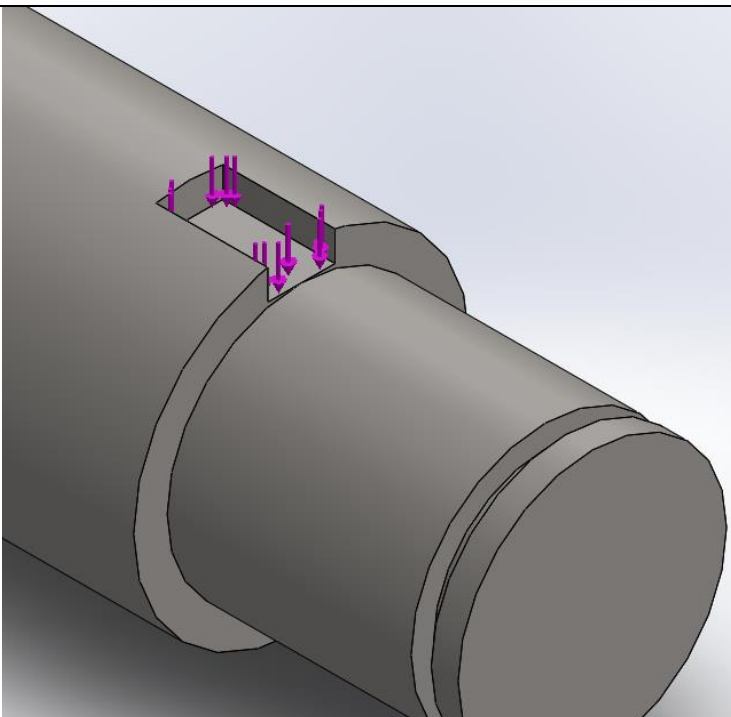
Las consideraciones tomadas para este primer análisis han sido que el punto de contacto con el eje de salida del motor eléctrico se mantendrá fijo, no se tiene en cuenta el efecto de la fatiga en esta simulación, porque, como ya se ha dicho, no tendrá un régimen de trabajo intermitente sino continuado (a excepción de los parones para cambiar de abrasivo, y no se tiene en cuenta que el hecho de parar y arrancar sea algo que afecte al eje).

Además, como para ambos ejes se utilizará AISI 304 como material, se añade una tabla referencia para dicho acero:

Propiedad	Definición
Nombre del material	AISI 304
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal.
Criterio de error	Tensión de Von Mises
Límite elástico	206.807 N/mm ²
Módulo elástico	190.000 N/mm ²
Límite de tracción	517.017 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29
Densidad	8000 kg/m ³
Módulo cortante	75.000 N/mm ²

Tabla 9: Detalles del material de los ejes. Fuente: Propia.

A continuación, se recoge en una tabla todos los datos referentes al estudio para cada caso.

Definición	Imagen detalle	Descripción
<p>Sujeción fija (Verde)</p>		<p>Sujeción fija del punto de contacto eje del motor eléctrico con el eje de unión al piñón.</p> <p>Sujeción: Cara externa.</p>
<p>Fuerza en el eje Z (Púrpura)</p>		<p>Fuerza en el eje Z, debida a fuerza WrP</p> <p>Valor: 1.26 N</p>

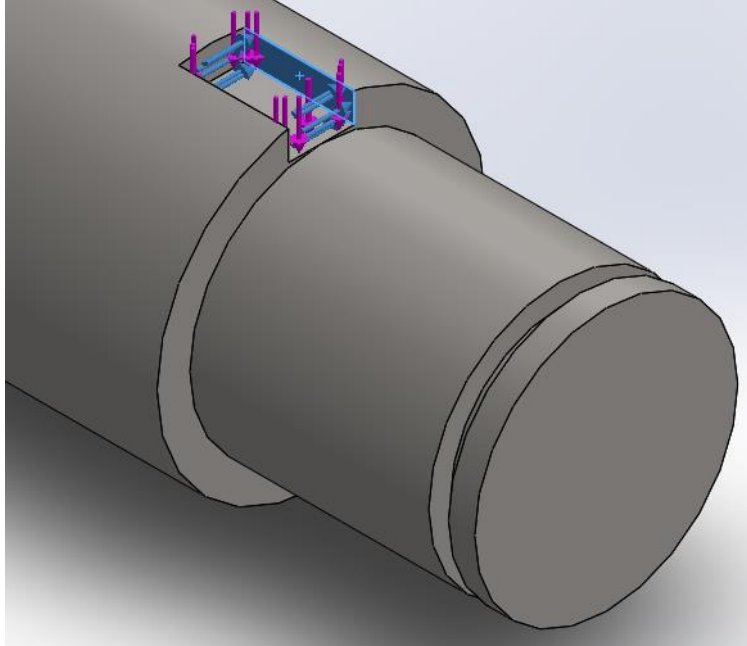
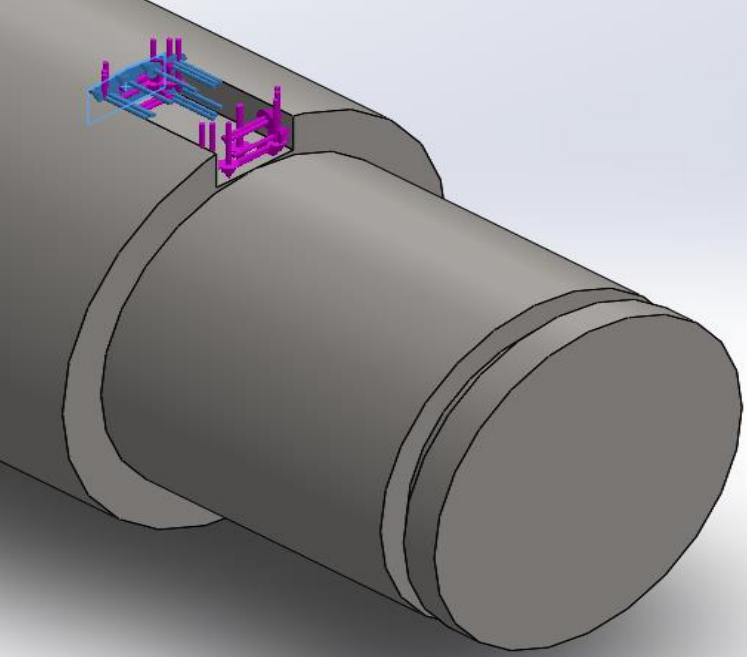
<p>Fuerza en el eje Y (Azul)</p>		<p>Fuerza en el eje Y, debida a la fuerza W_tP</p> <p>Valor: 1.26 N</p>
<p>Fuerza en el eje X (Verde)</p>		<p>Fuerza en el eje X, debida a la fuerza W_xP</p> <p>Valor: 4.91 N</p>

Tabla 10: Detalles del análisis del eje de impulsión. Fuente: Propia.

Las cargas son debidas a las fuerzas que existen en el piñón cónico, y sus direcciones han sido adecuadas para el sistema de referencia que se obtiene en el programa.

Finalmente se recoge la información de la simulación de tipo análisis estático ya ejecutada:

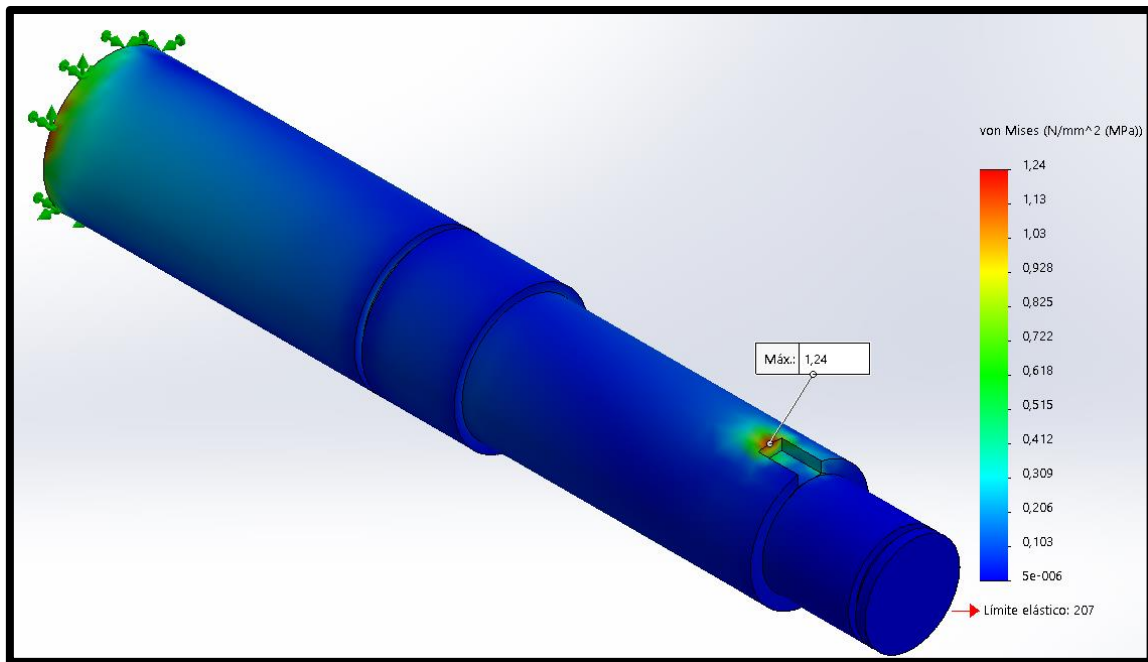


Figura 29: Resultado del análisis estático. Tensiones. Fuente: Propia.

Este primer resultado muestra cómo las mayores tensiones se encontrarán tanto en la unión del chavetero (puesto que son los puntos donde se sitúan las mayores concentraciones de fuerzas) y también mayores concentraciones en el rebaje mecanizado para introducir la anilla de sujeción del rodamiento A.

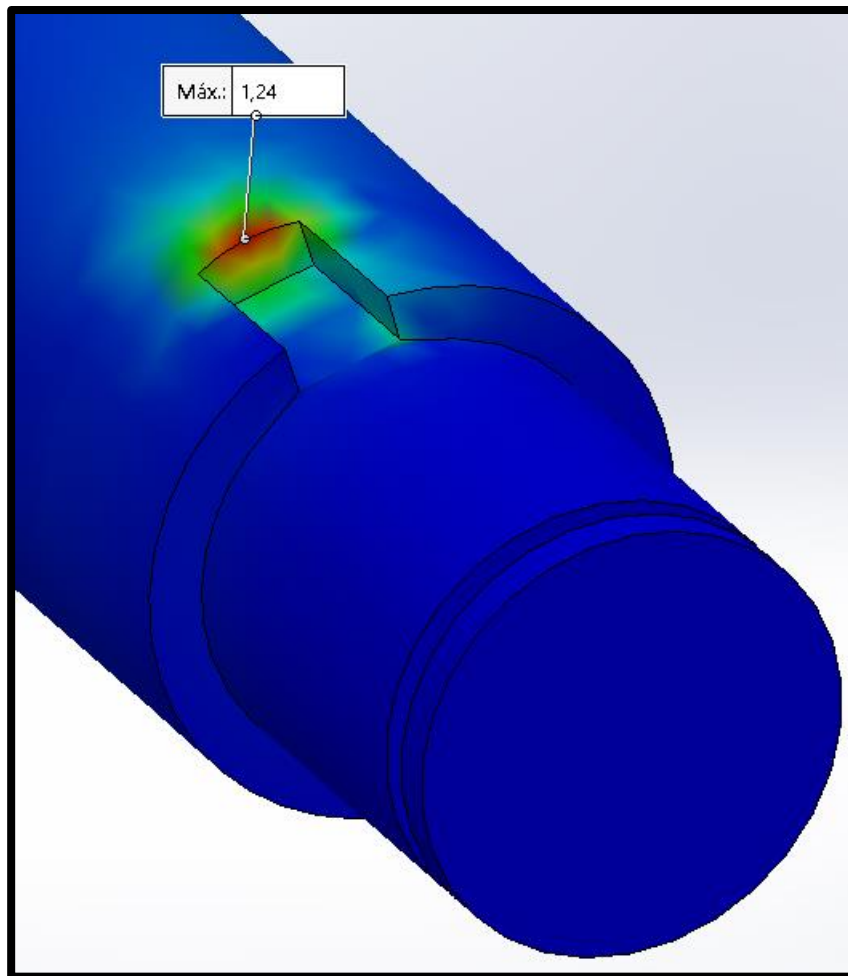


Figura 30: Detalle del punto de máximas tensiones. Fuente: Propia.

Se observa el punto con mayor tensión, que es de $1,24 \text{ N/mm}^2$, que con un límite elástico de 207 N/mm^2 resulta en un coeficiente de seguridad excelente, y es de esperar este tipo de resultados, puesto que este tipo de aplicaciones no requieren de esfuerzos de

gran magnitud para los componentes.

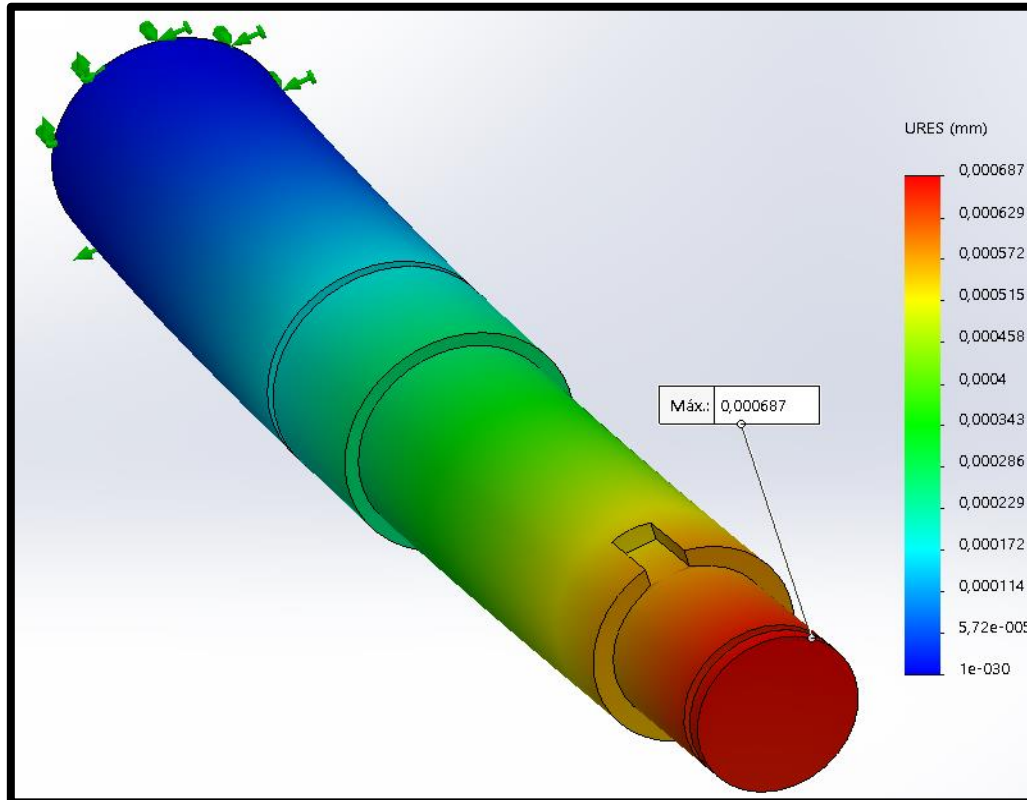
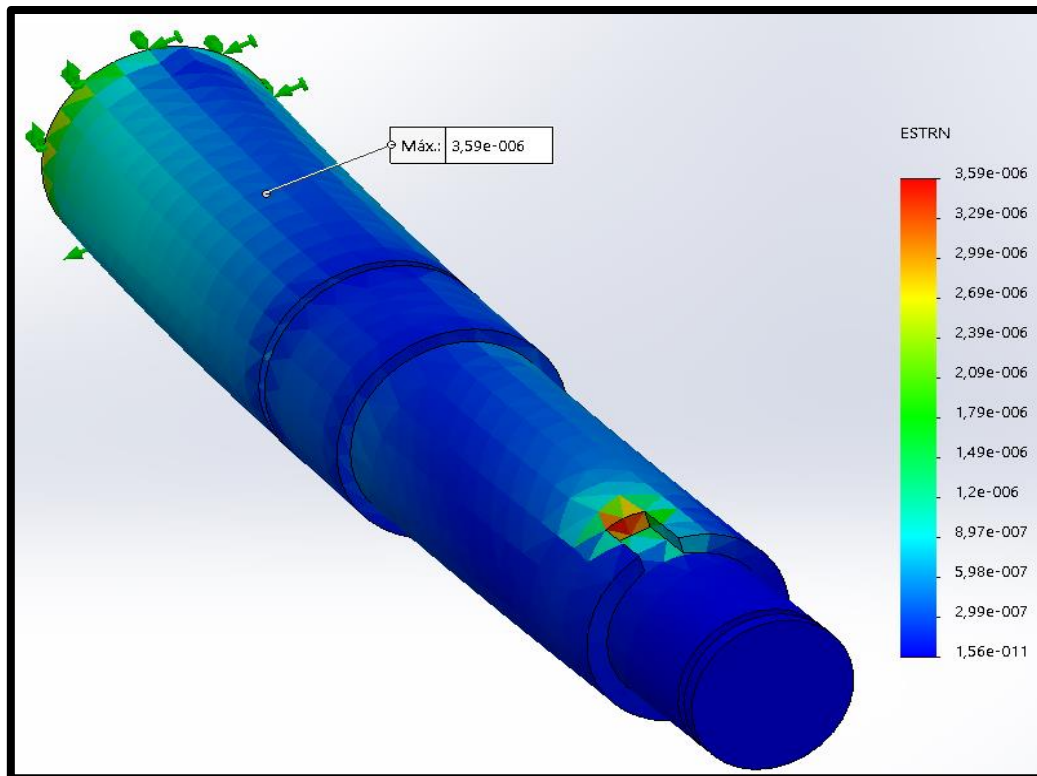


Figura 31: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.

Para el caso de los desplazamientos, punto clave en esta aplicación pues se requiere obtener variaciones mínimas de posición durante el pulido, se obtiene que el punto con máximo desplazamiento está en la parte externa del punto de apoyo del rodamiento B, con un valor de 0,000687 mm, un valor bastante pequeño.



Por último, la deformación unitaria con un valor máximo se encontrará de nuevo en el punto de apoyo de la chaveta en el eje, siendo de un valor de 0,00000359, casi inapreciable.

9.2. Eje de la mordaza hembra.

Siguiendo con las simulaciones, el eje que se estudiará a continuación será el de la mordaza hembra.

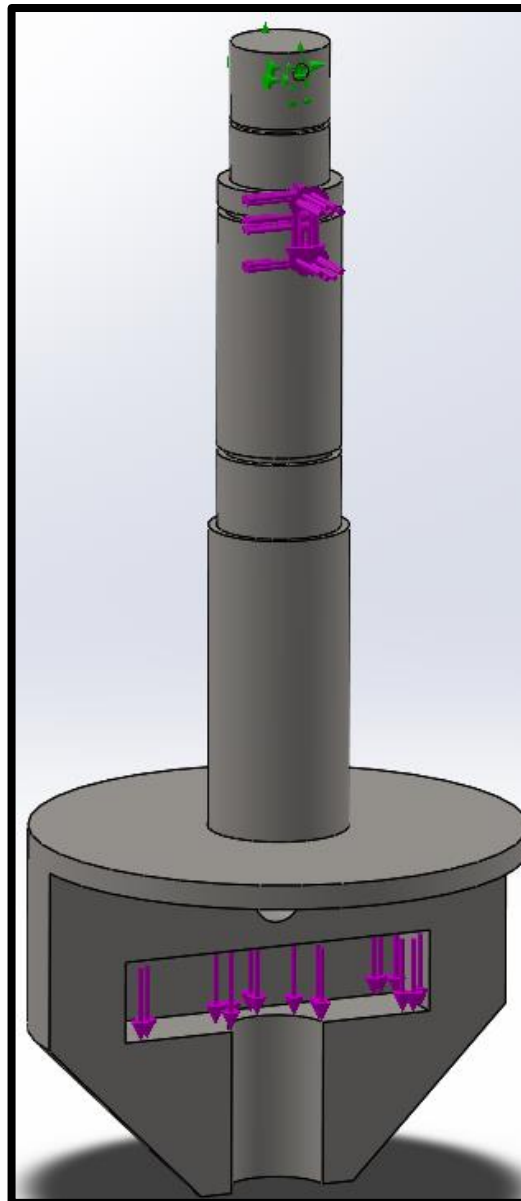
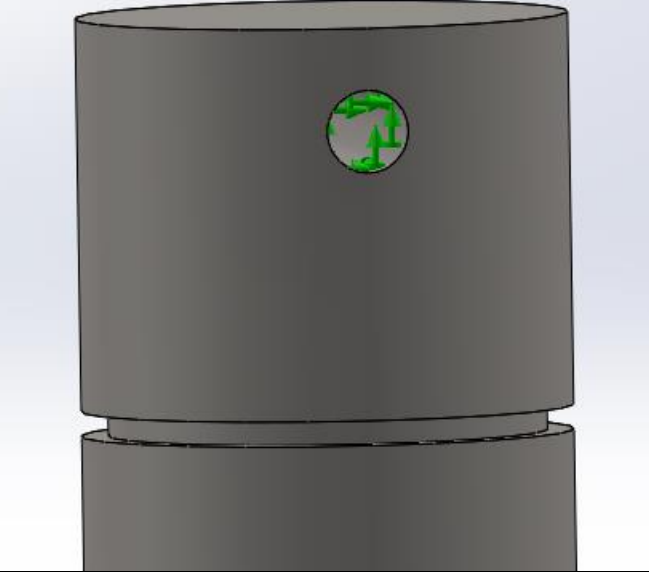
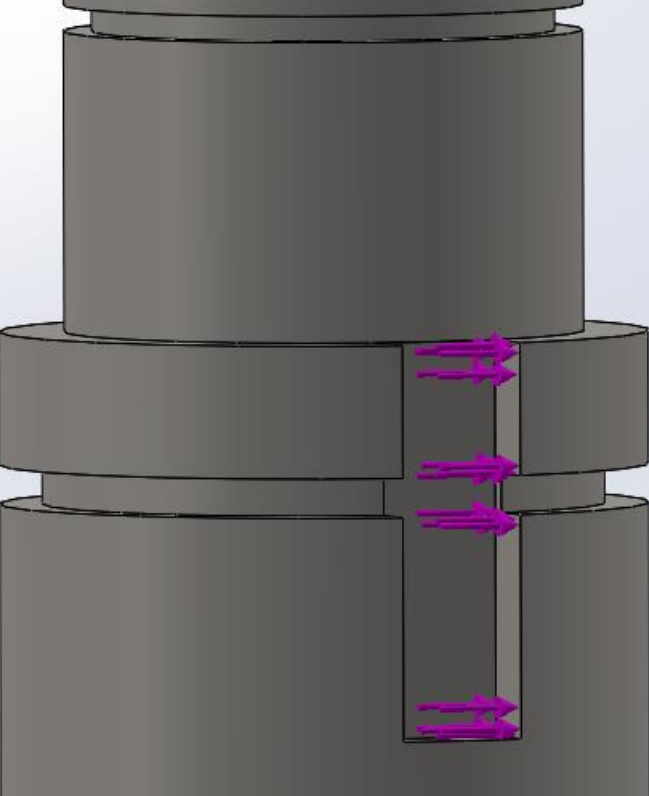
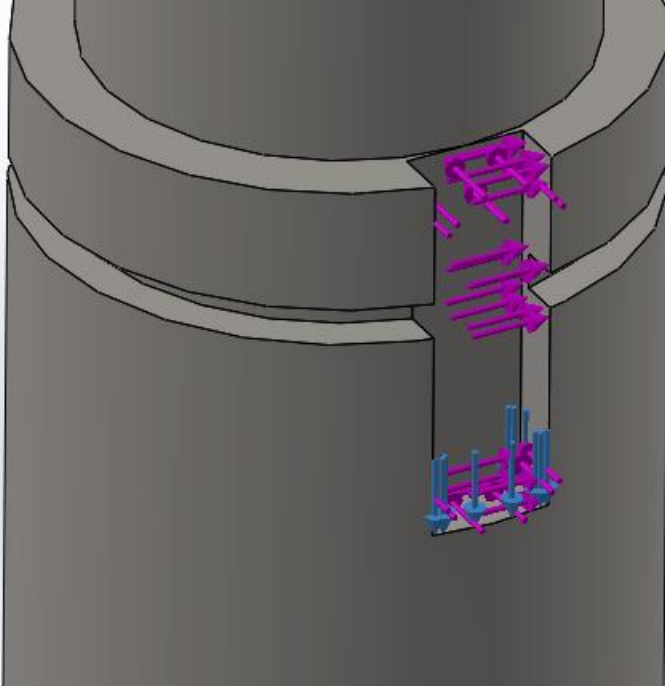
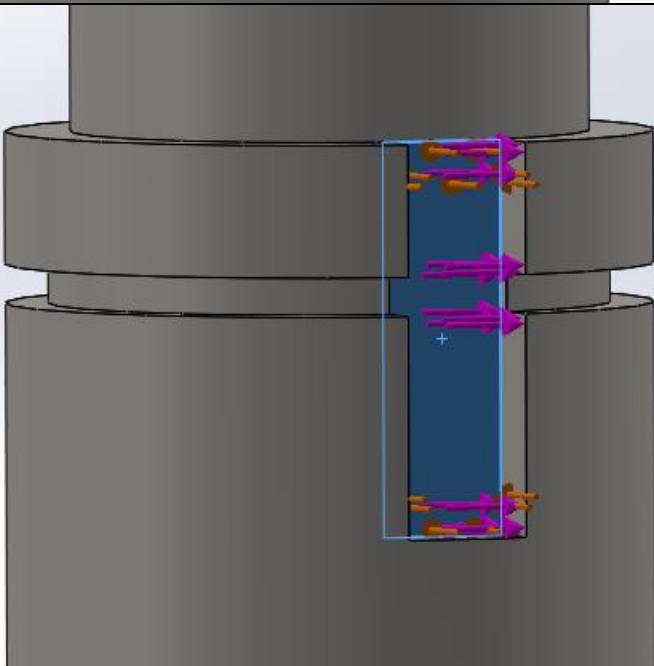


Figura 33: Detalle del modelo analizado. Fuente: Propia.

El material utilizado será el mismo de la simulación anterior (ver “Tabla 9”), siendo el mismo tipo de análisis estático, con un análisis de tensión, desplazamientos y deformaciones unitarias.

Igual que en la anterior simulación, se recogen los datos pertinentes en la siguiente tabla.

Definición	Imagen detalle	Descripción
<p>Sujeción fija</p>		<p>Sujeción fija establecida en la parte interior del eje.</p> <p>Sujeción: Cara interna.</p>
<p>Fuerza en el eje X (Púrpura)</p>		<p>Fuerza en el eje X, debida a fuerza WtG</p> <p>Valor: 4,91 N</p>

<p>Fuerza en el eje Y (Naranja)</p>		<p>Fuerza en el eje Y, debida a la fuerza $W \times G$</p> <p>Valor: 1,26 N</p>
<p>Fuerza en el eje Z (Naranja)</p>		<p>Fuerza en el eje Z, debida a la fuerza $W \times r \times G$</p> <p>Valor: 1,26 N</p>

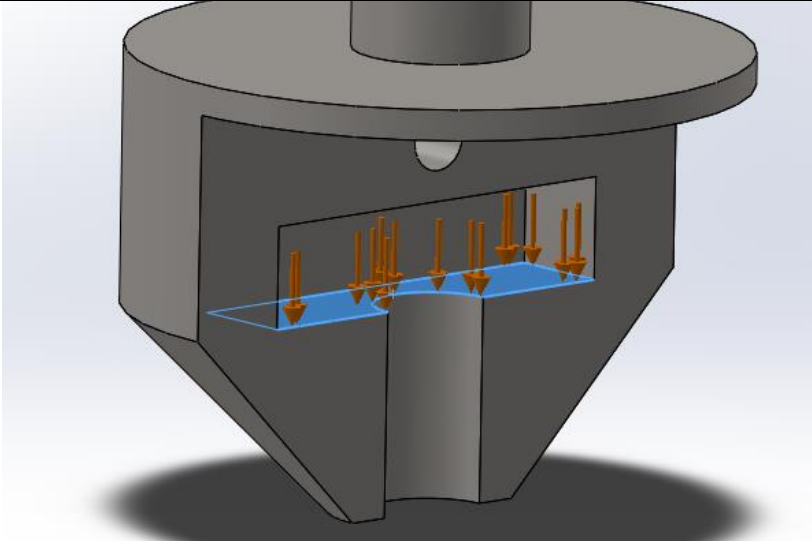
<p>Fuerza en el plano de la tapa superior, eje Y (Naranja)</p>		<p>Fuerza en el plano del punto de contacto entre el porta muestras y la mordaza, debida a la masa del conjunto.</p> <p>Valor: - 29,23 N</p>
--	--	--

Tabla 11: Detalles del análisis del eje de la mordaza hembra. Fuente: Propia.

En este caso, aparece una fuerza debida a la masa que sujeta el conjunto (Tabla 11 – Fuerza en el plano de la tapa superior), que será determinante y mayor que las anteriores. Se prosigue con la simulación de tensiones.

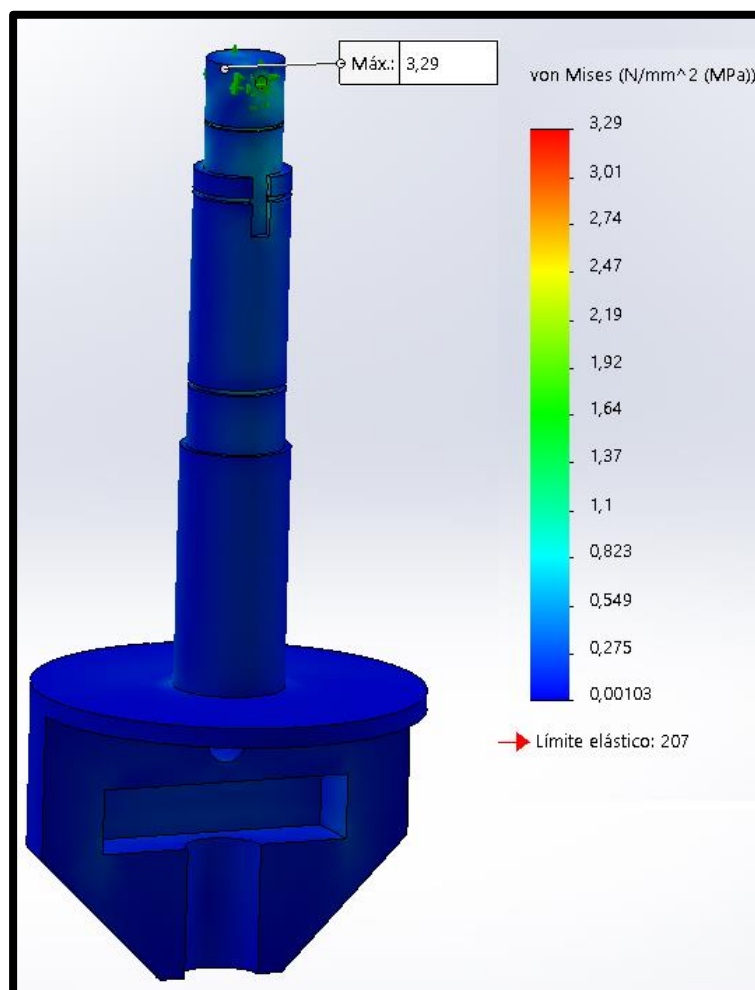


Figura 34: Análisis de tensiones en el sistema. Fuente: Propia.

Para este caso se obtiene una tensión máxima de 3,29 MPa, mayor que en el anterior, pero muy alejada del límite elástico del material. El punto con mayor concentración de tensión es el punto de apoyo del pasador.

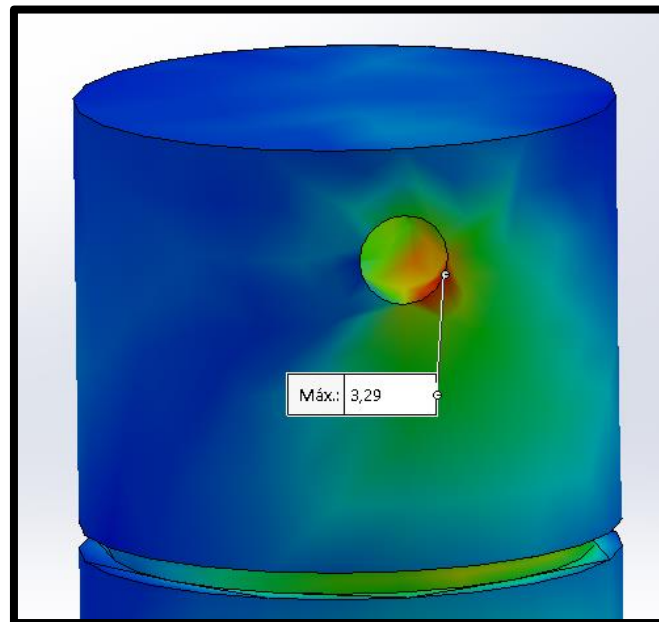


Figura 35: Detalle del punto de mayor concentración de tensión. Fuente: Propia.

También se analizan los desplazamientos y deformaciones.

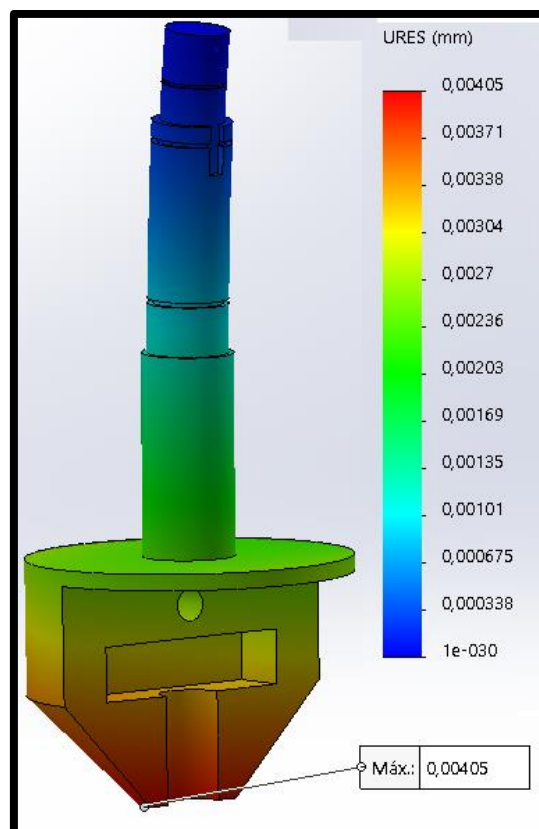


Figura 36: Análisis de desplazamientos. Fuente: Propia.

Los desplazamientos máximos no sobrepasan la milésima de milímetro, caso bastante aceptable pues llega a ser casi despreciable.

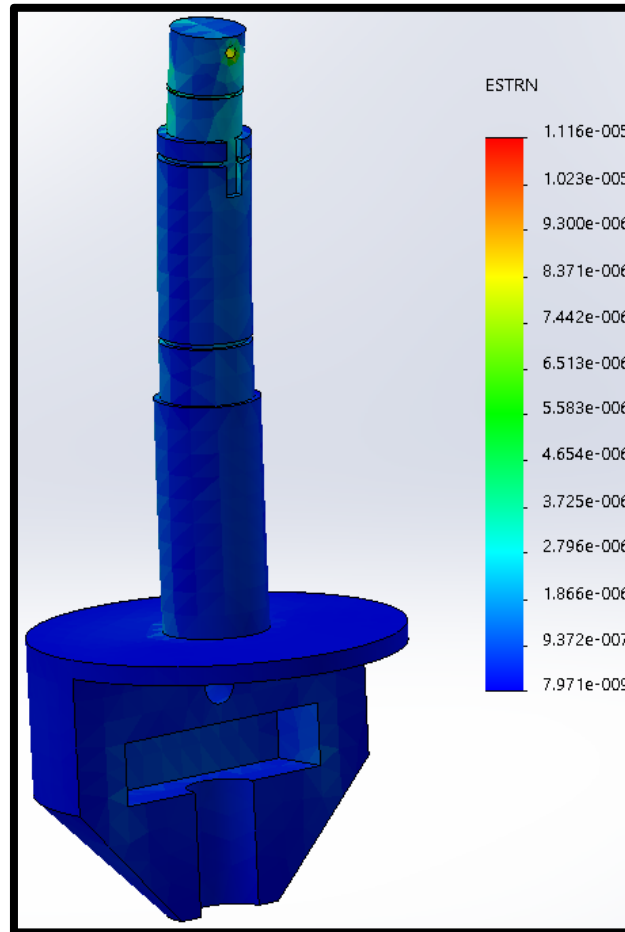


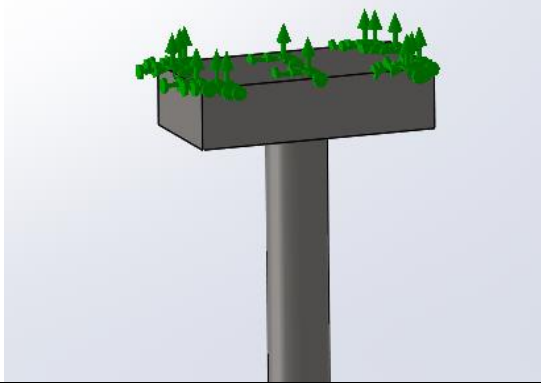
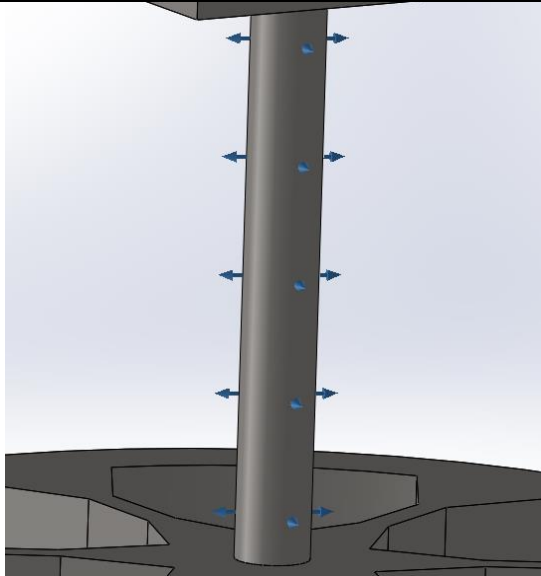
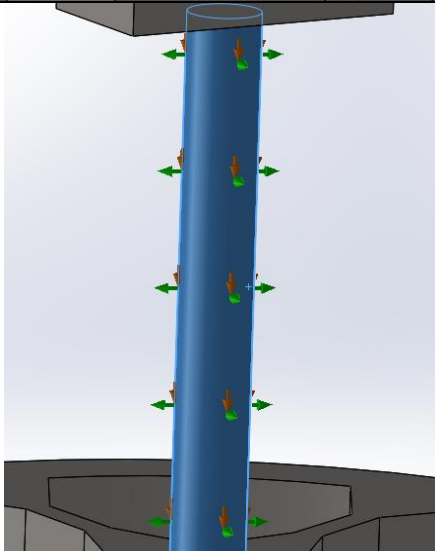
Figura 37: Análisis de deformaciones unitarias. Fuente: Propia.

Y en cuanto a las deformaciones unitarias, la concentración máxima de deformación también se encuentra en el punto de contacto del conjunto con el pasador, de un valor pequeñísimo ($1,116 \cdot 10^{-5}$), por lo que no es de vital importancia y cumple.

9.3. Eje del plato porta-muestras

El último componente a comprobar mediante una simulación será el plato porta-muestras.

De nuevo realizamos un análisis estático como los anteriores, utilizando también AISI 304 con sus mismas propiedades. La diferencia con este análisis es que se comprobará con el esfuerzo torsor, ya que se considera que es el esfuerzo más importante en este elemento.

Definición	Imagen detalle	Descripción
<p>Sujeción fija (Verde)</p>		<p>Sujeción fija establecida en la parte superior del plato.</p> <p>Sujeción: Cara externa.</p>
<p>Sujeción Radial (Azul)</p>		<p>Sujeción radial que limita el movimiento en dirección al radio del eje.</p> <p>Sujeción: Cara cilíndrica externa del eje.</p>
<p>Sujeción Axial (Naranja)</p>		<p>Sujeción axial que limita el movimiento de forma axial del eje.</p> <p>Sujeción: Cara cilíndrica externa del eje.</p>

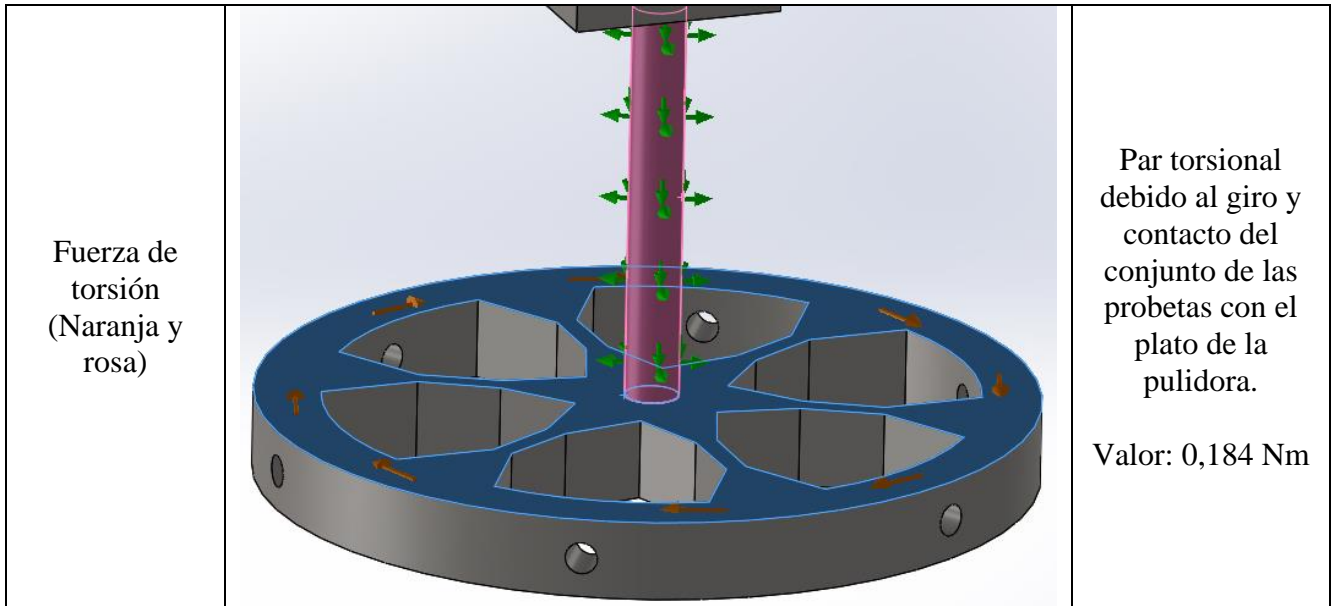


Tabla 12: Detalles del análisis estático del eje del porta-muestras. Fuente: Propia.

Al terminar con la simulación se obtienen los siguientes resultados.

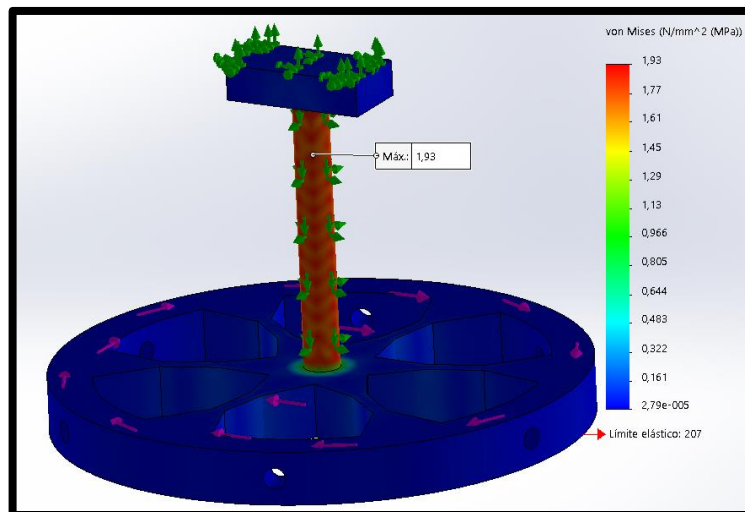


Figura 38: Análisis de tensiones del estudio. Fuente: Propia.

En esta simulación y con las restricciones de movimiento y deformación que se han propuesto, la tensión máxima (aunque superior a los datos de los demás análisis tensionales), siguiendo casi cien veces menor que el límite elástico.

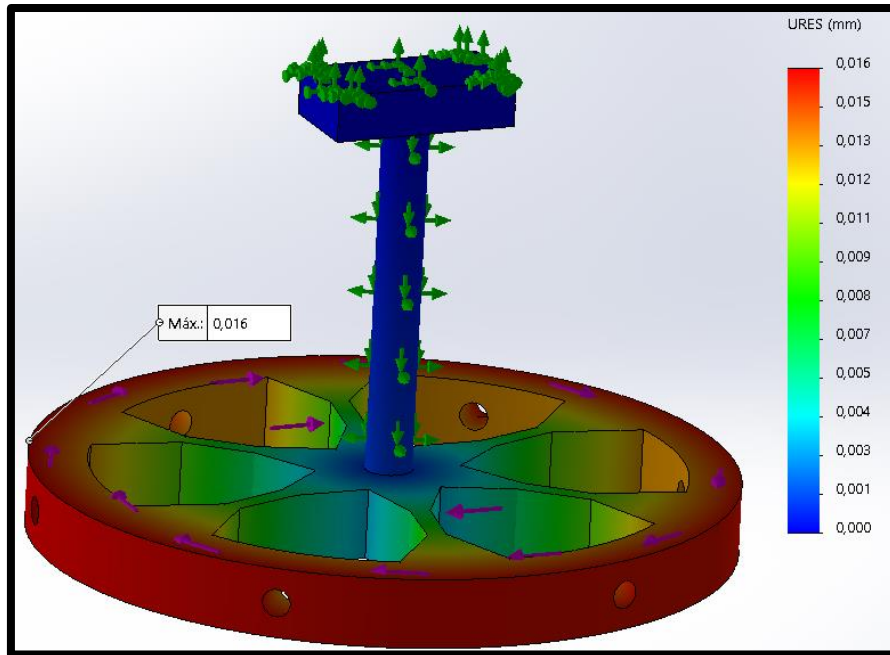


Figura 39: Análisis de desplazamientos del estudio. Fuente: Propia.

En cuanto a los desplazamientos, y por la naturaleza de las restricciones que se han puesto al modelo, es lógico que los mayores desplazamientos debidos a la torsión se obtengan en el extremo del plato, siendo del orden de centésimas de milímetro, pequeñas y aceptables.

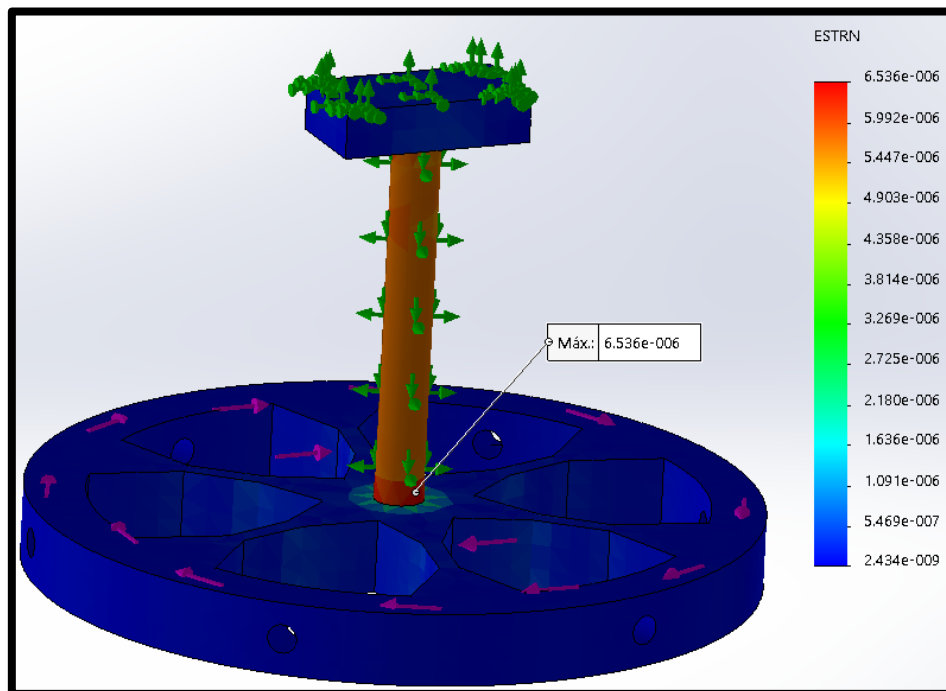


Figura 40: Análisis de deformaciones unitarias del estudio. Fuente: Propia.

Y, por último, para las deformaciones, el punto con el valor máximo se obtiene en la base del eje, donde se conecta con el resto del plato, siendo de un orden de magnitud despreciable.

10. Dimensionamiento de las chavetas y chaveteros.

En este apartado se calculará, mediante los esfuerzos ya hallados, la longitud necesaria para cada una de las 3 cuñas que se han incluido en el diseño.

Se dimensionarán ambas comprobando tanto a corte (a través de la interfase del eje/cubo) como a fallas por compresión.

Empezando con la cuña del eje que llegará hasta el piñón desde el motor eléctrico, recordando la resistencia a fatiga corregida $\sigma'_n = 180,58 \text{ MPa}$

Sabiendo que el cálculo a corte vendrá dado por esta expresión:

$$L = \frac{2 * T}{\tau_d * D * W}$$

Donde:

- L es la longitud final de la chaveta, en mm
- T es el par torsional, ya hallado, en N·m
- τ_d es el esfuerzo cortante de diseño para la teoría de falla por cortante máximo, en N/mm², y se calcula con $\tau_d = 0.5 * \frac{\sigma_y}{N}$, donde N es 2 en nuestro caso y σ_y es la del AISI 304, material escogido para las cuñas.
- D es el diámetro del eje, en mm
- W es el ancho de la cuña, en mm.

Además, la revisión a compresión vendrá dada por:

$$L = \frac{4 * T * N}{D * W * \sigma_y}$$

Cuña	Diámetro del eje	Largo (comprobado a corte)	Largo (comprobado a fluencia)
Piñón y engranaje	15 mm	0,195 mm	0,195 mm
Eje del motor eléctrico	10 mm	0,292 mm	0,292 mm

Tabla 13: Dimensiones normalizadas para cuñas. Fuente: Propia.

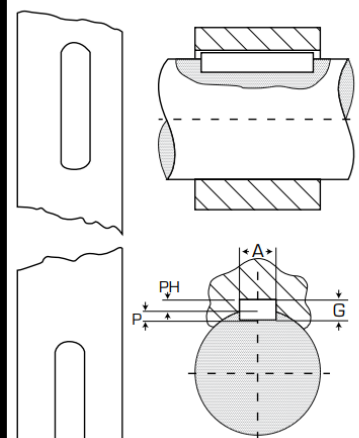
Estas son las dimensiones mínimas para cada una de las chavetas y chaveteros.

Por tanto, consultando en el catálogo de cuñas y cuñeros estandarizados [3], se escoge para el eje tanto del piñón cónico como del engranaje cónico conducido una cuña estandarizada de 3 x 3 con un largo de 5 mm, que, aunque no sea el tamaño

estándar para los diámetros de ejes que se diseñan, el enorme margen de seguridad que se obtiene en este tipo de operaciones donde las cargas son ligeras nos permite seleccionar una cuña intermedia.

Para el eje que conecta el motor eléctrico con el piñón conducido, se escoge una cuña que se ajuste a la ranura que viene de serie en el motor seleccionado, escogiendo una de 4 x 4 con 5 mm de largo.

TABLA DE LOS CUÑEROS Y CUÑAS ESTÁNDAR MILIMÉTRICOS



Diámetro del eje (mm)	Anchura y profundidad del cuñero en el eje (mm)	Dimensiones de la cuña (mm)	Diámetro del prisionero (mm)
6 a 8	2 x 1	2 x 2	3
8+ a 10	3 x 1.6	3 x 3	3
10+ a 12	4 x 2.2	4 x 4	4
12+ a 17	5 x 2.7	5 x 5	5
17+ a 22	6 x 3.2	6 x 6	6
22+ a 30	8 x 3.7	8 x 7	8
30+ a 38	10 x 4.7	10 x 8	10
38+ a 44	12 x 4.7	12 x 8	10
44+ a 50	14 x 5.2	14 x 9	14
50+ a 58	16 x 5.7	16 x 10	14
58+ a 65	18 x 6.6	18 x 11	18
65+ a 75	20 x 7.1	20 x 12	18
75+ a 85	22 x 8.6	22 x 14	22
85+ a 95	25 x 8.6	25 x 14	22
95+ a 110	28 x 8.6	28 x 16	22
110+ a 130	32 x 10.6	32 x 18	30
130+ a 150	36 x 11.6	36 x 20	30
150+ a 170	40 x 12.6	40 x 22	30
170+ a 200	45 x 14.6	45 x 25	30
200+ a 230	50 x 16.6	50 x 28	30

Figura 41: Tabla de cuñas y cuñeros estándar. Fuente: Catálogo Intermecc de cuñas y cuñeros estandarizados.

11. Análisis de esfuerzos axiales en los rodamientos

Los esfuerzos axiales admisibles para los rodamientos vienen estipulados por el fabricante, y se calcularán conforme a lo mostrado en el Anexo – Catálogos “Catálogo de rodamientos ISB, 2015”.

Hay dos tipos de cargas que se contemplan en los rodamientos:

- Carga estática, “ C_0 ”
- Carga axial, “ C_x ”

Se han seleccionado una serie de rodamientos con soporte acoplado y un único rodamiento aislado para el diseño.

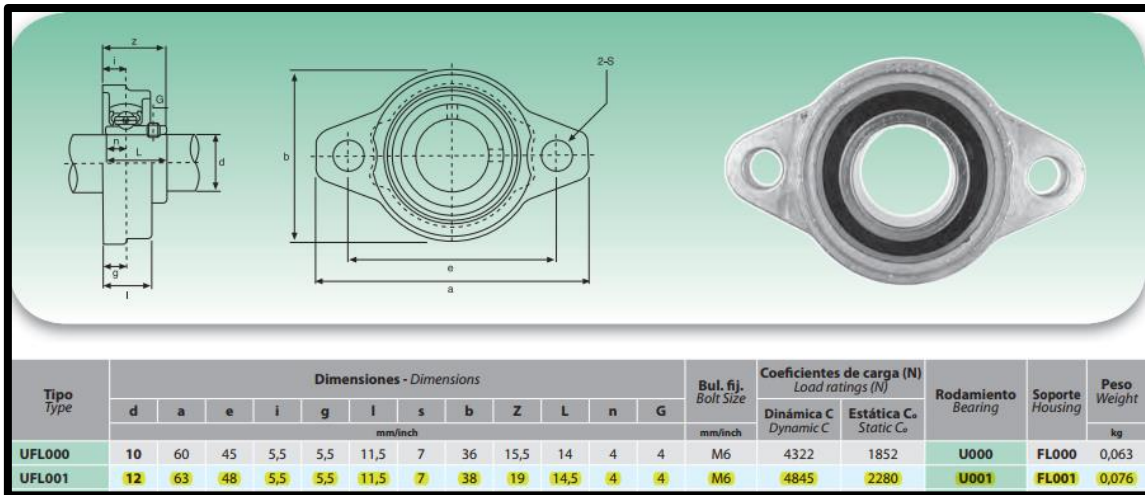


Figura 42: Rodamiento con soporte de 12 mm. Fuente: Catálogo de Rodamientos con Soporte ISB.

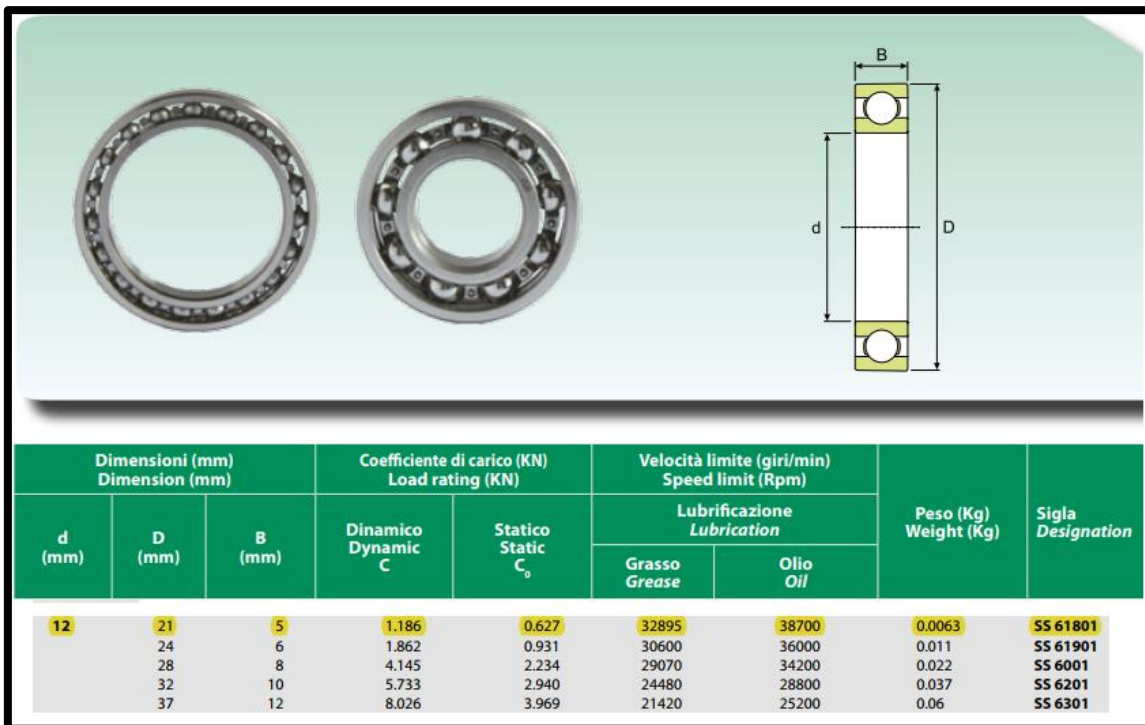


Figura 43: Rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno. Fuente: Catálogo de Rodamientos ISB.

Para los rodamientos seleccionados de 12 mm de diámetro con soporte se tiene una $C_0 = 2,280$ kN para el rodamiento montado en el soporte, y $C_0 = 0,627$ kN para el aislado, se estipula que la carga axial debe ser calculada como:

$$C_x = 0,25 * C_0$$

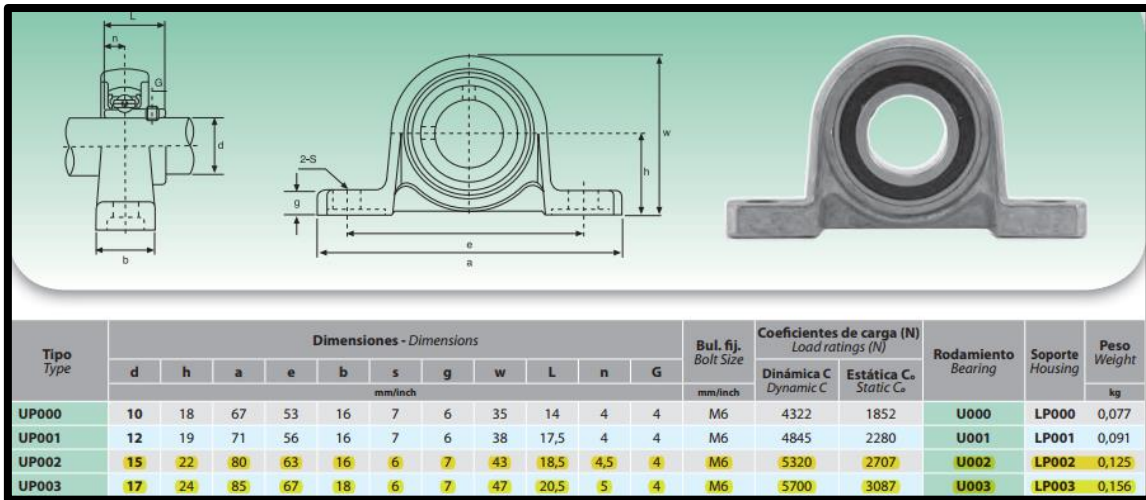


Figura 44: Rodamientos con soporte seleccionados de 15 y 17 mm. Fuente: Catálogo Rodamientos ISB.

Mientras que, para los rodamientos seleccionados de 15 mm y 17 mm de diámetro (con un valor $C_0 = 2,270$ kN y $C_0 = 3,870$ kN respectivamente), se tendrá:

$$C_x = 0,5 * C_0$$

Estas cargas axiales sirven como referencia para estimar la vida útil de los engranajes, estimada de un millón de ciclos por el fabricante siempre que los valores de esfuerzo a los que se vean expuestos los rodamientos sea menor que los valores calculados.

Por tanto, sustituyendo los datos de cada rodamiento resultan las cargas axiales máximas para una vida útil de un millón de ciclos de:

Rodamiento	Diámetro interno	Soporte	Carga Axial Máxima
A	17 mm	Sí	1,935 kN
B	12 mm	Sí	0,570 kN
C	15 mm	Sí	1,135 kN
D	12 mm	No	0,157 kN

Tabla 14: Cargas axiales máximas para cada rodamiento. Fuente: Propia.

La carga axial máxima soportada en el supuesto más desfavorable que se ha contemplado en este diseño es de 29,49 N (calculada en el apartado 6 de este documento), por lo que los rodamientos funcionarán trabajando con dichas cargas sin dificultad durante su vida útil estimada.

9.4. Estudio de tensiones del soporte para el rodamiento de 12 mm aislado.

Para el rodamiento aislado de 12 mm de diámetro interno se ha diseñado un soporte en AISI 304.

Se ha de verificar que las tensiones que sufre dicho soporte y los desplazamientos que ocasionará la carga no alteren negativamente el funcionamiento del conjunto, por lo que se hace un estudio completo al igual que con los ejes.

El estudio, de tipo análisis estático, se realiza utilizando las propiedades ya citadas en la Tabla 9 de este mismo Anexo. A continuación, se recogen las restricciones y fuerzas aplicadas al estudio.

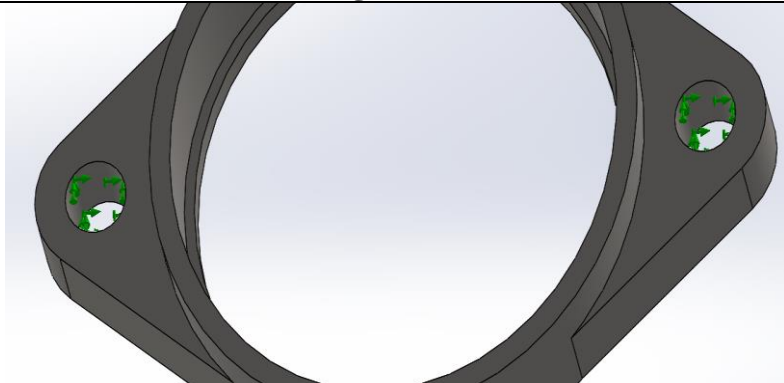
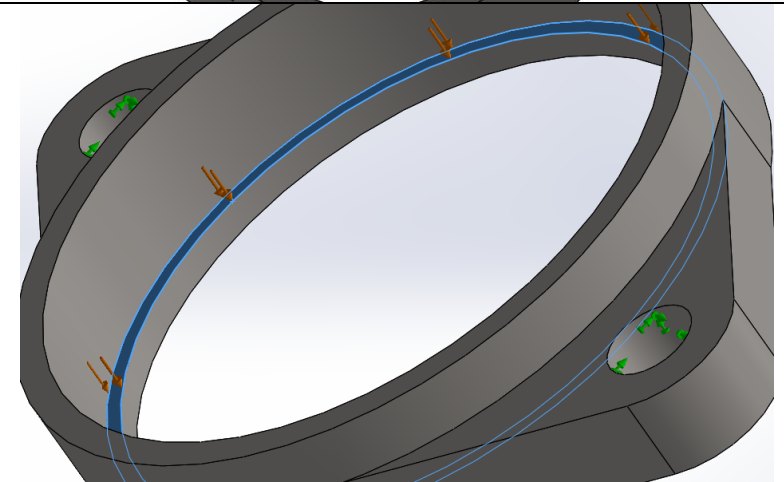
Definición	Imagen detalle	Descripción
Sujeción fija (Verde)		Sujeción fija establecida en ambos agujeros roscados. Sujeción: Cara interna.
Fuerza en la cara de apoyo del rodamiento, eje Z (Naranja)		Fuerza debida la masa que soporta el rodamiento, en el eje Z Valor: 28,23 N

Tabla 15: Restricciones y fuerzas aplicadas al soporte diseñado. Fuente: Propia.

Al ejecutar el estudio de análisis estático se obtienen los siguientes resultados, empezando por las tensiones:

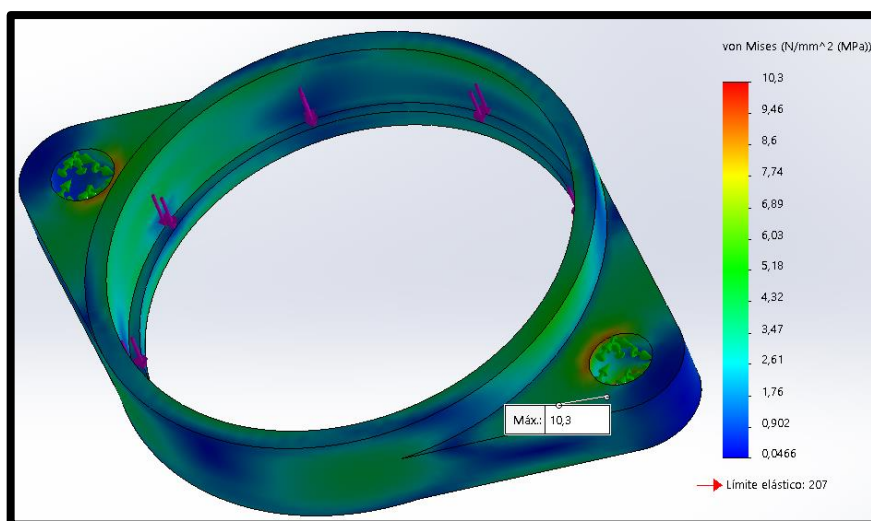


Figura 45: Tensiones en el soporte. Fuente: Propia.

Se obtienen rangos de tensiones notablemente inferiores al límite elástico del material, con una concentración de las mismas en los agujeros donde se alojarán los tornillos.

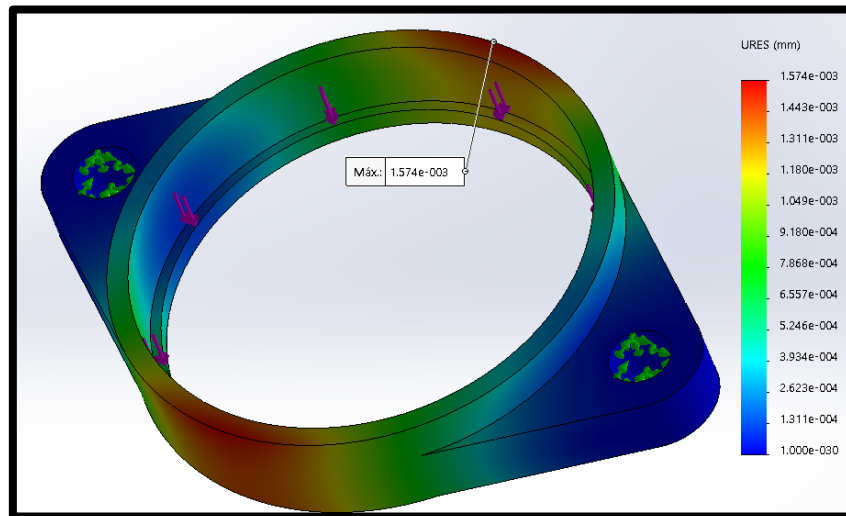


Figura 46: Desplazamientos del soporte. Fuente: Propia.

Los mayores desplazamientos se encuentran en los extremos más alejados de los agujeros atornillados, siendo del rango de milésimas de milímetro, valores aceptables.

12. Determinaciones del apartado eléctrico.

12.1. Sección de cable a utilizar.

Para la estimación de la sección de cable de cobre que se utilizarán en el diseño, se debe prestar especial atención a la normativa recogida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT a partir de ahora), puesto que el tipo de receptores que se utilizarán son de índole espacial.

-Al tratarse de motores, la intensidad de corriente debe aumentarse de cara a los cálculos en un 125% (multiplicar por 1,25).

-Se debe implementar y calcular un sistema de protección de sobrecargas de cara a la protección en la manipulación [5].

Ya con esto estipulado, se dimensionará la sección de cable de cobre con respecto a la caída de intensidad máxima, que según el documento REBT será de 5% por tratarse de una aplicación no ordinaria como luminaria, de tipo fuerza.

La fórmula utilizada para el cálculo de la sección de cable será:

$$S = \frac{2 * \rho * L * I * \cos \cos (\varphi)}{\Delta V * V} = \frac{2 * \rho * L * P}{\Delta V * V}$$

Donde:

S: Sección, en mm².

ρ : Conectividad eléctrica, en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Para el cobre es

$\cos \varphi$: Factor de potencia, establecido en el Reglamento de Baja Tensión. Para aplicaciones de potencia se considerará 1.

ΔV : Caída de tensión admisible, establecido en el Reglamento de Baja Tensión como 5% (0,05) para este tipo de usos.

V: Voltaje nominal, en V.

P: Potencia, en W.

I: Intensidad, en A.

En la siguiente tabla se recogen los datos generales para cada caso, proponiendo que los puntos más significativos serán las conexiones de potencia para el motor, y la entrada de corriente hasta el transformador.

Aplicación	Potencia (W)	Voltaje (V)	Longitud del cable (m)	Sección calculada (mm ²)
Entrada al transformador	25	380	3	0,113
Conexiones del motor eléctrico	25	110	2	0,291

Tabla 17: Datos y resultados para la sección de cable de cobre. Fuente: Propia.

Una vez aplicada la fórmula de sección, utilizando la tabla estipulada para nuestro caso en concreto, donde es una conexión al aire, con una temperatura de 40°C de máximo, con los cables en contacto con una pared o superficie, con recubrimiento de PVC se señala en la siguiente Figura:









A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ⁹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ⁹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ⁹⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁹⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁹⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁹⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁹⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ⁹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁹⁾								3x PVC ⁹⁾		3x XLPE o EPR	
Cobre	mm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
	70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
	95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
	120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
150				236	260	278	310	338	363	404	525	-	
185				268	297	317	354	386	415	464	601	-	
240				315	350	374	419	455	490	552	711	-	
300					360	404	423	484	524	565	640	821	-

Figura 47: Tabla REBT para conductores "al aire". Fuente: REBT [5]

El caso que concierne este diseño es, para ambos cálculos, el apartado “C”, eligiendo 2xPVC (fase y neutro) para ambas aplicaciones, se obtiene que la sección mínima de cable de cobre para esta aplicación es de 1,5 mm², verificando que la intensidad máxima es mucho superior a la que recorre el circuito, que es de 0,5 A en el motor [4].

Sin embargo, se escoge una sección para dichos cables de 2,5 mm² dado que es el mínimo requerido para las tomas de corriente de uso general [5], a donde se conectará el conjunto.

12.2. Cálculo del fusible de protección contra sobretensiones

Se requiere la utilización de un fusible de protección contra sobretensiones para este diseño.

El fusible a calcular tendrá el cometido de realizar un corte en el suministro de corriente desde el transformador hasta el motor eléctrico, como medida de seguridad durante el contacto con los componentes conductores del diseño.

Para dimensionarlo, se debe atender a dos criterios fundamentales según la NORMA UNE 2070132004, seleccionado el tipo de aplicación para el fusible.

Tipo	Aplicaciones (características)	Zona de corte
gG	Uso general, principalmente para protección de conductores	Todas
gM	Protección de circuitos de motores	Todas
aM	Protección contra cortocircuitos en los circuitos de motores	Sólo corrientes de cortocircuito
gN	Uso general para la protección de conductores en Norteamérica	Todas
gD	Uso general para la protección de conductores en Norteamérica (fusibles retardados)	Todas
aR	Protección de semiconductores	Sólo corrientes de cortocircuito
gR, gS	Protección de semiconductores	Todas
gL, gF, gI, gII	Tipos antiguos de fusibles para la protección de conductores (sustituidos por el tipo gG)	Todas

Figura 48: Tabla de aplicaciones de los fusibles. Fuente: NORMA UNE 2070132004 [6]

Entre los tipos “gG” y “gM” y por propia definición en la Norma, se selecciona escoger un fusible de uso general de tipo “gG”, pues su ámbito de aplicación no será únicamente el de la protección del motor (aunque sea el principal cometido), sino también el resto de los elementos eléctricos del sistema.

Para el cálculo del fusible una vez escogido el ámbito de aplicación, se atenderá a la siguiente consideración:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

-“ I_b ” es la corriente de funcionamiento del circuito. En este caso, $I_b = 0,5A$.

-“ I_z ” es la corriente admisible permanente en el conductor, en este caso $I_z = 16 A$ (ver Figura 40).

-“ I_n ” es la corriente asignada al cartucho fusible, a calcular.

Por tanto, se debe seleccionar un fusible “gG” que se encuentre entre el rango de 0,5 A hasta 16 A. Se escoge un fusible normalizado de 6 A de corriente nominal.

Sin embargo, otra de las condiciones según la Norma UNE EN-60269 [7]:

Corriente asignada I_n para “gG” Corriente característica I_{ch} para “gM” ^b A	Tiempo convencional h	Corriente convencional	
		I_{nf}	I_f
$I_n < 16$	1	^a	^a
$16 \leq I_n \leq 63$	1		
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3		
$400 < I_n$	4		

^a En estudio.

^b Para los cartuchos fusibles “gM”, véase el apartado 5.7.1.


Figura 49: Corriente asignada y convencional para fusibles gG y gM. Fuente: [7]

Por lo tanto, para cumplir esta condición calculamos la intensidad de fusión:

$$I_f = 1,6 * I_n = 1,6 * 6 \rightarrow I_f = 9.6 A.$$

Cumple la condición, así que se sigue con dicho fusible. Se selecciona un fusible compatible:

NITD, clase gG, 550 V CA, 2 a 32 A



Números de catálogo	Tensión nominal	Corriente nominal (amperios)	Capacidad de interrupción	Clase operativa	BS Reference	Centros de fijación (mm)	Cantidad del paquete	Portafusibles compatibles
NITD2	550 V CA	2	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	Para la gama de CM32FC consulte la página 44
NITD4	550 V CA	4	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD6	550 V CA	6	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	Para la gama de RS20H consulte la página 58
NITD10	550 V CA	10	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD16	550 V CA	16	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD20	550 V CA	20	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	

Figura 50: Extracto del catálogo de fusibles de baja tensión, marca BUSSMAN. Fuente: [9]

13. Tolerancias

Se determinan las tolerancias y el tipo de ajuste para el eje impulsor y el eje de la mordaza, ambos vienen condicionados por las tolerancias de los agujeros de los rodamientos que se han seleccionado, basando los cálculos en la ISO-286-1:2006 [9]

Se acude a la Figura 51 con el grado de tolerancia de los agujeros, IT6, y con los diámetros de agujero de 12 mm, 15 mm y 17 mm, todos encajando dentro de los mismos intervalos de tolerancias.

Tabla 1 – Valores para los grados de tolerancia normalizados para dimensiones nominales por encima de 3 150 mm

Dimensión nominal mm	Grados de tolerancia normalizados																				
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
Desde	Hasta e incluido	Valores de tolerancia normalizados																			
		µm									mm										
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7

Figura 51: Tabla de valores para grados de tolerancia. Fuente: [9]

Resultando un IT = 11 µm.

Tabla 3 – Valores para la desviación fundamental en agujeros desde N a ZC

Valores de las desviaciones fundamentales y valores Δ en micrómetros

Dimensión nominal mm		Valores de la desviación fundamental Límite superior de la desviación, ES														Valores para Δ						
Desde	Hasta e incluido	Hasta e incluido IT8	Desde IT8	Hasta e incluido IT7	Grados de tolerancia normalizados por encima de IT7												Grados de tolerancia normalizados					
					Pa	ZC ³	B	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6
—	3	—4	—4	IT7	—6	—10	—14		—18		—20		—26	—32	—40	—60	0	0	0	0	0	0
3	6	—8 + Δ	0		—12	—15	—19		—23		—28		—35	—42	—50	—80	1	1,5	1	3	4	6
6	10	—10 + Δ	0		—15	—19	—23		—28		—34		—42	—52	—67	—97	1	1,5	2	3	6	7
10	18	—12 + Δ	0		—18	—23	—28		—33		—40		—50	—64	—90	—130	1	2	3	3	7	9
18	30			IT8						—39	—45		—60	—77	—108	—150						

El siguiente paso es acudir a la Figura 52, donde se marcará el tipo de tolerancia “P” y los rangos de diámetros descritos (12, 15 y 17 mm), obteniendo un límite superior de $ES = -18 \mu m$.

Por tanto, el cálculo para calcular el límite inferior (EI): $EI = ES - IT = -18 \mu m - 11 \mu m \rightarrow EI = -0,029 \mu m$

Queda la siguiente expresión para los diámetros de agujero.

$$\varnothing P6 \rightarrow \varnothing_{-0,029}^{-0,018}$$

Se requiere un ajuste de interferencia para el conjunto de los ejes y agujeros, por lo que se acude de nuevo a la norma ISO-286-1:2006 [9].

Agujero base	Clases de tolerancia para ejes												
	Ajustes con holgura				Ajustes indeterminados				Ajustes con interferencia				
h 5				G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6			
h 6			F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7 U7 X7
h 7		E8	F8		H8								
h 8		D9	E9	F9	H9								
h 9			E8	F8	H8								
		D9	E9	F9	H9								
	B11	C10	D10		H10								

Figura 52: Relaciones de ajustes comunes. Fuente: ISO-286-1:2006 [9]

El ajuste de interferencia más económico y directo para un agujero P6 es un eje con tolerancia h5, por lo que se escoge este grado de tolerancia para todos los ejes.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ANEXO: CATÁLOGOS.

**Automatización del sistema de pulido de probetas
metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

1. Catálogos

En este anexo se incluyen los extractos de tanto los catálogos como las fichas técnicas citadas y consultadas durante el desarrollo del proyecto.

El listado, por orden de aparición:

1. Ficha técnica de los engranajes cónicos rectos – Causer
2. Catálogo de rodamientos de bolas con soporte – ISB
3. Catálogo de rodamientos de bolas – ISB.
4. Catálogo de cuñas y cuñeros estandarizados – Intermec
5. Catálogo de cuñas de acero inoxidable - OPAC
6. Catálogo de pasadores de acero inoxidable - OPAC
7. Catálogo de barras y varillas de acero inoxidable - ALACERMAS
8. Ficha técnica del controlador de velocidad de motor eléctrico – Transmotec
9. Ficha técnica de motor eléctrico AC y reductora – Transmotec
10. Ficha técnica interruptor de EncendidoApagado - Everel
11. Catálogo de productos de chapa de acero inoxidable - ALACERMAS
12. Ficha técnica del transformador monofásico - Manumag
13. Catálogo de fusibles y accesorios - Bussman
14. Ficha técnica conector IEC – RSPro
15. Catálogo de anillas de retención - RotorClip
16. Ficha técnica cable de potencia – RSPro
17. Catálogo de barras de acero inoxidable – Bonnet
18. Catálogo de chapas de acero inoxidable – Bonnet
19. Catálogo de pletinas de acero inoxidable – Bonnet
20. Catálogo de tornillería de acero inoxidable – INDEX
21. Catálogo de tornillería de acero inoxidable - ROSMIL

[Productos >> \(productos.php\)](#) [Acero inoxidable >> \(productos.php?gama=1\)](#) [Producto largo l](#)

barras y varillas redondas, cuadradas y hexagonales

Barras cuadradas laminadas en frío según DIN-178 o laminada en caliente según DIN-17440/EN 10883-3

Dimensiones: Barras cuadradas laminadas en caliente dimensiones de 8 mm a 150 mm. Barras en frío fabricadas de 4mm a 60mm.

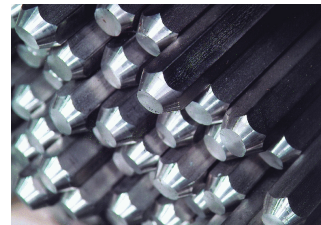
Calidades: Calidades austeníticas tipos 304, 316, 304-L, 316-L, 321

Acabados: Acabados laminado en caliente o en frío bajo demanda esmerilado, satinado o abrillantado según normas ASTM, DIN-17440/17441 y EN-10088/2

Protección: Las barras cuadradas abrillantadas o esmeriladas se suministran con recubrimiento plástico.

Longitudes: Suministro estándar en longitudes de 6 mts.

Tolerancias: Laminadas en frío según DIN- 178(h11)



[Información técnica](#)



[Descargar PDF](#)

DIMENSIONES

Barra cuadrada

Medidas	Peso	CALIDAD AISI					
		AISI 304	AISI 304L	AISI 316	316 L	316 Ti	420
mm.	kg/mts.						
4	0.12	*		*			



5	0.19	*		*	
6	0.28	*		*	
8	0.50	*		*	
10	0.78	*		*	
12	1.14	*	X	*	X
15	1.75	*	X	*	X
16	2.01	*	X	*	X
18	2.54	*	X	*	X
20	3.14	*	X	*	X
25	4.90	*	X	*	X
30	7.08	*	X	*	X
35	9.62	*	X	*	X
40	12.56	*	X	*	X
50	19.62	*	X	*	X
60	28.26	*	X	*	X
65	33.20	*		*	
70	38.50	*		*	
75	44.50	*		*	
80	50.20	*	X	*	X
85	56.70	*		*	
90	63.60	*	X	*	X
100	78.50	*	X	*	X
120	113	*	X	*	
135	143.10	*		*	
150	176.80	*	X	*	

 (index.html)


INICIO (index.html)

EMPRESA

PRODUCTOS

CENTROS

CONTACTO (contacto.html)



 93 886 28 33

DIMENSIONES

Barra hexagonal

Medidas	Peso	CALIDAD AISI					
		303	304	316	316 L	316 Ti	420
5	0.17	*					
6	0.25	*					
7	0.33	*	*				
8	0.44	*	*	*		X	
9	0.55	*	*	*		X	
10	0.68	*	*	*			
11	0.82	*	*	*			
12	0.98	*	*	*		X	



13	1.15	*	*	*		X	 (index.html)
14	1.33	*				X	INICIO (index.html)
15	1.53	*					
16	1.74	*	*				EMPRESA
17	1.97	*	*		*	X	PRODUCTOS
18	2.20	*	*		*		CENTROS
19	2.45	*	*	*	*	X	CONTACTO (contacto.html)
22	3.29	*	*	*	*	X	 93 886 28 33
24	3.92	*	*	*	*	X	
27	4.96	*	*	*	*	X	
30	6.12	*	*	*	*	X	
32	6.96	*	*	*	*	X	
36	8.81	*	*	*	*	X	
41	11.43	*	*	*	*	X	
46	14.39	*	*	*	*	X	
50	17	*	*	*	*	X	
55	20.57	*	*	*	*	X	
60	24.48	*	*	*	*	X	
65	27.42	*					
70	33.32	*					
75	38.24	*					
80	43.51	*					
85	49.10	*					
90	55.07	*					
95	62.53	*					
100	67.98	*					

DIMENSIONES

Varillas y barras redondas

Medidas (mm.)	Peso Kgs/mts	CALIDAD AISI					
		304	321	316	316 L	316 Ti	420
1.50	0.01	*		*			
2	0.03	*		*	X		
2.50	0.04	*		*			
3	0.06	*		*	X		
3.50	0.08	*		*			
4	0.10	*		*	X		
5	0.15	*		*	X		



6	0.22	*	*	X
7	0.30	*	*	X
8	0.40	*	*	X
9	0.50	*	*	X
10	0.62	*	*	X
11	0.75	*	*	X
12	0.89	*	*	X
13	1.04	*	*	X
14	1.21	*	*	X
15	1.39	*	*	X
16	1.58	*	*	X
17	1.78	*	*	X
18	2.00	*	*	X
19	2.23	*	*	X
20	2.47	*	*	X
21	2.71	*	*	X
22	2.98	*	*	X
23	3.26	*	*	X
24	3.55	*	*	X
25	3.85	*	*	X
26	4.17	*	*	X
27	4.50	*	*	X
28	4.83	*	*	X
30	5.55	*	*	X
32	6.31	*	*	X
33	6.71	*	*	X
34	7.13	*	*	X
35	7.55	*	*	X
36	7.99	*	*	X
38	8.90	*	*	X
40	9.87	*	*	X
41	10.36	*	*	X
42	10.88	*	*	X
44	11.94	*	*	X
45	12.48	*	*	X
48	14.20	*	*	X
50	15.41	*	*	X

 (index.html)

INICIO (index.html)

EMPRESA

PRODUCTOS

CENTROS

CONTACTO (contacto.html)

 93 886 28 33



52	16.76	*	*	X
55	18.65	*	*	
58	20.68	*	*	X
60	22.20	*	*	X
62	23.70	*	*	X
65	26.05	*	*	X
68	28.51	*	*	X
70	30.21	*	*	X
75	34.68	*	*	X
80	39.46	*	*	X
85	44.50	*	*	X
90	49.94	*	*	X
95	55.64	*	*	X
100	61.65	*	*	X
105	67.97	*	*	X
110	74.60	*	*	X
115	81.54	*	*	X
120	88.78	*	*	X
125	96.66	*	*	X
130	104.20	*	*	X
135	112.40	*	*	X
140	120.80	*	*	X
145	129.60	*	*	X
150	138.70	*	*	X
160	157.80	*	*	X
165	168.80	*	*	X
170	178.20	*	*	X
180	199.80	*	*	X
190	223.80	*	*	
200	246.60	*	*	X
210	271.90	*	*	X
220	298.40	*	*	X
225	313.90	*	*	
230	326.10	*	*	X
240	355.10	*	*	X
250	385.30	*	*	X
255	403.20	*	*	

 (index.html)


INICIO (index.html)

EMPRESA

PRODUCTOS

CENTROS

CONTACTO (contacto.html)

 93 886 28 33



260	416.80	*	*	X
270	449.50	*	*	X
275	468.90	*	*	
280	483.40	*	*	X
290	518.30	*	*	X
300	558	*	*	X
310	592.50	*	*	X
325	651	*	*	X
340	712.10	*	*	X
350	755.30	*	*	X
360	799	*	*	X
385	867	*	*	X
400	986.50	*	*	X
425	1114	*	*	X
450	1249	*	*	X
475	1399	*	*	X
500	1550	*	*	

 (index.html)


INICIO (index.html)

EMPRESA

PRODUCTOS

CENTROS

CONTACTO (contacto.html)

 93 886 28 33

Buscar...



Menú

+ Producto plano (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2)

— **Producto largo I (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248)**

Pletina (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=8)

Barras y Varillas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=9)

Barra perforada (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=10)

Alambre acero inoxidable (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=11)

Ángulos y perfiles (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=12)

Tubería redonda milimétrica (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=13)



Tubería ISO (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=14)

Tubería SCHEDULE (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=15)

Tubería cuadrado y rectangular (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248&detalle=16)

+ Accesorios Tubería (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=249)



+ Sistemas de tubería sin soldadura (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=24)	 (index.html)
+ Accesorios alimentaria (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=26)	INICIO (index.html)
+ Accesorios Clamp (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=269)	EMPRESA
+ Válvulas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=29)	PRODUCTOS
+ Accesorios de fijación (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=33)	CENTROS
+ Herrajes inoxidable pulido A-316 (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=260)	CONTACTO (contacto.html)
+ Bisagras y pernios acero inox. (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=70)	 93 886 28 33
+ Accesorios náutica (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=35)	
+ Tornillería inoxidable (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=45)	
+ Sistemas de Barandillas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=179)	
+ Catálogo Técnico (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=152)	

Polígono Industrial Ronda, Ronda de la Agricultura,
15 08503 Gurb (Barcelona)

✉ alacermas@alacermas.com



([https://twitter.com/alacermas?](https://twitter.com/alacermas?lang=es)

lang=es)

Teléfonos


Ventas:


 93 886 28 33 - 93 889 03 28

Administración:

 93 886 39 31

Noticias Twitter

 Acerinox y ArcelorMittal preocupados por precios e inventarios - <https://t.co/CudYRquvEV> (<https://t.co/CudYRquvEV>)
Sep. 9, 2019

 Oferta brasileña de níquel no es suficiente para evitar escasez mundial #niquel (<https://twitter.com/search?q=%23niquel&src=hash>) <https://t.co/aqkld3ph46> (<https://t.co/aqkld3ph46>)
Sep. 3, 2019

Horarios

Mañanas:

08:00h - 13:00h



Tardes: 15:00h - 18:30h

Viernes tarde: 15:00h - 18:00h

Sábados y Domingos: Cerrado

Reciba nuestra newsletter

Su correo electrónico

 [\(index.html\)](#)

[INICIO \(index.html\)](#)

[EMPRESA](#)

[PRODUCTOS](#)

[CENTROS](#)

[CONTACTO \(contacto.html\)](#)




93 886 28 33

Copyright ©2018 Alacer Mas. Todos los derechos reservados

[Aviso legal \(aviso.html\)](#) | [Política de cookies \(politica-cookies.html\)](#) | [Política de privacidad \(politica-privacidad.html\)](#) |

Diseño Web: [Webmastervic \(http://www.webmastervic.com/\)](http://www.webmastervic.com/)




[\(index.html\)](#)
[INICIO \(index.html\)](#)
[EMPRESA](#) 
[PRODUCTOS](#) 
[CENTROS](#) 
[CONTACTO \(contacto.html\)](#)

[93 886 28 33](#) [Productos >>> \(productos.php\) Acero inoxidable >> \(productos.php?gama=1\) Producto plano](#)

[Información técnica](#)

[Descargar PDF](#)

DIMENSIONES

CHAPAS 1000x2000

Espesor	Peso	CALIDAD AISI						
		304	304L	310	316	316L	321	430
mm.	kg/chapa							
0.40	6.40	*	*		*	*	-	*
0.50	8	*	*		*	*	-	*
0.60	9.60	*	*		*	*	-	*
0.70	11.20	*	*		*	*	-	*
0.80	12.80	*	*		*	*	-	*
1	16	*	*		*	*	-	*
1.25	20	*	*		*	*	-	*
1.50	24	*	*	*	*	*	-	*
2	32	*	*	*	*	*	-	*
2.50	40	*	*	*	*	*	-	*
3	48	*	*	*	*	*		*
4	64	*	*	*	*	*		*
5	80	*	*	*	*	*		*
6	96	*	*	*	*	*		*
8	128	*	*	*	*	*		*

10	160	*	*	*	*	*
12	192	*	*	*	*	*
15	240	*	*	*	*	*
20	320	*	*	*	*	*
25	400	*	*	*	*	*
30	480	*	*	*	*	*
35	560	*	*	*	*	*

DIMENSIONES

CHAPAS 1250 x 3000

Espesor mm.	Peso kg/chapa	CALIDAD AISI			
		304	304L	316	316L
0.50	15	*	*	*	*
0.60	18	*	*	*	*
0.70	21	*	*	*	*
0.80	24	*	*	*	*
1	30	*	*	*	*
1.25	36	*	*	*	*
1.50	45	*	*	*	*
2	60	*	*	*	*
2.50	75	*	*	*	*
3	90	*	*	*	*
4	120	*	*	*	*
5	150	*	*	*	*
6	180	*	*	*	*
8	240	*	*	*	*
10	300	*	*	*	*
12	360	*	*	*	*
15	440	*	*	*	*
20	600	*	*	*	*
25	780	*	*	*	*
30	960	*	*	*	*
35	1180	*	*	*	*

DIMENSIONES

CHAPAS 1500 x 3000

Espesor mm.	Peso kg/mts.	CALIDAD AISI				
		304	304L	310	316	316L
0.80	28.80	*	*	*	*	*

1	36	*			*	*
1.20	43.50	*			*	*
1.25	45	*	*	-	*	*
1.50	54	*	*	-	*	*
2	72	*	*	-	*	*
2.50	90	*	*	-	*	*
3	108	*	*	-	*	*
4	144	*	*	-	*	*
5	180	*	*	-	*	*
6	216	*	*	-	*	*
8	288	*	*		*	*
10	360	*	*		*	*
12	432	*			*	*
15	540	*			*	*
20	720	*			*	*
25	900	*			*	
30	1080	*			*	
35	1260					

DIMENSIONES

OTRAS DIMENSIONES DE CHAPAS

Dimensiones mm.	Peso kg/mts.	CALIDAD AISI						
		304	304L	310	316	316L	321	430
4000 x 2000 x 1,0	64							
6000 x 2000 x 1,0	96	*			*	*		
4000 x 2000 x 1,5	96	*			*	*		
6000 x 2000 x 1,5	144	*	*		*	*		
4000 x 2000 x 2,0	128	*	*		*	*		
6000 x 2000 x 2,0	192	*	*		*	*		
6000 x 2000 x 2,5	240	*	*		*	*		
6000 x 1500 x 3,0	216	*	*		*	*		
4000 x 2000 x 3,0	192	*	*		*	*		
6000 x 2000 x 3,0	288	*	*		*	*		
6000 x 1500 x 4,0	288	*	*		*	*		
4000 x 2000 x 4,0	256	*	*		*	*		
6000 x 2000 x 4,0	384	*	*		*	*		
6000 x 1500 x 5,0	360	*	*		*	*		
4000 x 2000 x 5,0	320	*	*		*	*		

6000 x 2000 x 5,0	480	*	*	*	*
6000 x 1500 x 6,0	432	*	*	*	*
4000 x 2000 x 6,0	384	*	*	*	*
6000 x 2000 x 6,0	576	*	*	*	*
4000 x 2000 x 7,0	448	*	*	*	*
6000 x 2000 x 7,0	672	*	*	*	*
6000 x 1500 x 8,0	576	*	*	*	*
4000 x 2000 x 8,0	512	*	*	*	*
6000 x 2000 x 8,0	768	*	*	*	*
6000 x 1500 x 10,0	720	*	*	*	*
4000 x 2000 x 10,0	640	*	*	*	*
6000 x 2000 x 10,0	960	*	*	*	*
6000 x 1500 x 12,0	864	*		*	
4000 x 2000 x 12,0	768	*		*	
6000 x 2000 x 12,0	1152	*		*	
4000 x 2000 x 14	896	*		*	
6000 x 2000 x 14	1344	*		*	
6000 x 1500 x 15	1080	*		*	
4000 x 2000 x 15	960	*		*	
6000 x 2000 x 15	1440	*		*	
4000 x 2000 x 16	1024	*		*	
6000 x 2000 x 16	1536	*		*	
4000 x 2000 x 18	1152	*		*	
6000 x 2000 x 18	1728	*		*	
6000 x 1500 x 20	1440	*		*	
4000 x 2000 x 20	1280	*		*	
6000 x 2000 x 20	1920	*		*	
4000 x 2000 x 22	1408	*		*	
6000 x 2000 x 22	2112	*		*	
6000 x 1500 x 25	1800	*		*	
4000 x 2000 x 25	1600	*		*	
6000 x 2000 x 25	2400	*		*	
6000 x 1500 x 30	2160	*		*	
4000 x 2000 x 30	1920	*		*	
6000 x 2000 x 30	2880	*		*	
6000 x 1500 x 35	2520	*		*	
6000 x 2000 x 35	3360	*		*	

6000 x 1500 x 40	2880	*	*
4000 x 2000 x 40	3840	*	*
6000 x 2000 x 45	4320	*	*
6000 x 1500 x 50	3600	*	*
6000 x 2000 x 50	4800	-	-
6000 x 1500 x 60	4320	-	-
6000 x 2000 x 60	5760	-	-
6000 x 2000 x 70	6720	-	-
6000 x 2000 x 80	7680	-	-

DIMENSIONES

BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE Y EN FRIO

Ancho x espesor	CALIDAD AISI								
	mm.	304	316	304-L	316-L	321	316L	321	430
1000 x 0,5	*					-			
1000 x 0,6	*					-			
1000 x 0,7	*					-			
1000 x 0,8	*					-			
1000 x 1,0	*	*	*	*	*	-			
1000 x 1,2	*	*	*	*	*	-			
1000 x 1,5	*	*	*	*	*	-			
1000 x 2,0	*	*	*	*	*	-			
1000 x 2,5	*	*	*	*	*	-			
1000 x 3,0	*	*	*	*	*	-			
1000 x 4,0	*	*	*	*	*				
1000 x 5,0	*	*	*	*	*				
1000 x 6,0	*	*	*	*	*				
1000 x 8,0	*	*	*	*	*				
1000 x 10,0	*								
1250 x 0,5	*								
1250 x 0,6	*								
1250 x 0,7	*								
1250 x 0,8	*								
1250 x 1,0	*	*	*						
1250 x 1,2	*	*	*						
1250 x 1,5	*	*	*						
1250 x 2,0	*	*	*						
1250 x 2,5	*	*	*						

1250 x 3,0	*	*	*	
1250 x 4,0	*	*	*	
1250 x 5,0	*	*	*	
1250 x 6,0	*	*	*	
1250 x 8,0	*	*	*	
1250 x 10,0	*			
1500 x 0,5	*			
1500 x 0,6	*			
1500 x 0,7	*			
1500 x 0,8	*			
1500 x 1,0	*	*	*	
1500 x 1,2	*	*	*	
1500 x 1,5	*	*	*	
1500 x 2,0	*	*	*	
1500 x 2,5	*	*	*	
1500 x 3,0	*	*	*	
1500 x 4,0	*	*	*	
1500 x 5,0	*	*	*	
1500 x 6,0	*	*	*	
1500 x 8,0	*	*	*	
1500 x 10,0	*	*	*	
2000 x 1,5	*	*	*	
2000 x 2,0	*	*	*	*
2000 x 2,5	*	*	*	*
2000 x 3,0	*	*	*	*
2000 x 4,0	*	*	*	*
2000 x 5,0	*	*	*	*
2000 x 6,0	*	*	*	*
2000 x 8,0	*			
2000 x 10,0	*			

Buscar...



Menú

— **Producto plano (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2)**

Bobina y chapa (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2&detalle=3)

Chapa perforada (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2&detalle=4)

Chapa antideslizante (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2&detalle=5)

Telas metálicas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=2&detalle=6)

- + Producto largo I (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=248)

- + Accesorios Tubería (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=249)

- + Sistemas de tubería sin soldadura (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=24)

- + Accesorios alimentaria (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=26)

- + Accesorios Clamp (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=269)

- + Válvulas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=29)

- + Accesorios de fijación (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=33)

- + Herrajes inoxidable pulido A-316 (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=260)

- + Bisagras y pernios acero inox. (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=70)

- + Accesorios náutica (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=35)

- + Tornillería inoxidable (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=45)

- + Sistemas de Barandillas (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=179)

- + Catálogo Técnico (productos.php?gama=1&categoria=1&subcategoria=152)

Polígono Industrial Ronda, Ronda de la Agricultura,
15 08503 Gurb (Barcelona)

✉ alacermas@alacermas.com



([https://twitter.com/alacermas?](https://twitter.com/alacermas?lang=es)

lang=es)

Teléfonos

Ventas:

☎ 93 886 28 33 - 93 889 03 28

Administración:

☎ 93 886 39 31

Noticias Twitter

🐦 Acerinox y ArcelorMittal preocupados por precios e inventarios - <https://t.co/CudYRquvEV> (<https://t.co/CudYRquvEV>)
Sep. 9, 2019

🐦 Oferta brasileña de níquel no es suficiente para evitar escasez mundial #niquel

Horarios

Mañanas: 08:00h - 13:00h

Tardes: 15:00h - 18:30h

Viernes tarde: 15:00h - 18:00h

Sábados y Domingos: Cerrado

Reciba nuestra newsletter

Suscribirse

Copyright ©2018 Alacer Mas. Todos los derechos reservados

[Aviso legal \(aviso.html\)](#) | [Política de cookies \(politica-cookies.html\)](#) | [Política de privacidad \(politica-privacidad.html\)](#) |

Diseño Web: Webmastervic (<http://www.webmastervic.com/>)

Barra Cuadrada

Calidad AISI 304 y 316



medidas mm	304	316
4x4	78351200	
6x6	78351210	
8x8	78351220	78351470
10x10	78351230	78351480
12x12	78351240	78351490
14x14	78351250	
15x15	78351260	78351500
16x16	78351270	
18x18	78351275	
20x20	78351280	78351510
25x25	78351290	
30x30	78351300	
40x40	78351310	
50x50	78351330	
	Ref.	Ref.

diámetro mm	diámetro interior mm	316 L
32	20	06204570
36	20	06204600
40	20	06204640
36	25	06204620
50	25	06204700
40	28	06204660
45	32	06204680
50	36	06204720
56	40	06204740
63	50	06204760
71	56	06204780
80	63	06204800
90	71	06204820
		Ref.

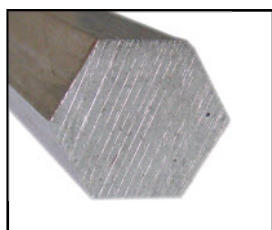
Barra Perforada

Calidad AISI 316 L



Barra Hexagonal

Calidad AISI 303 y 316



medidas mm	303	316
11		78352800
14	78352500	78352810
17	78352510	78352820
22	78352520	
24		78352830
27	78352530	78352840
30	78352540	
32		78352850
36	78352550	
41	78352560	
	Ref.	Ref.

Datasheet

Stock number: 776-9131

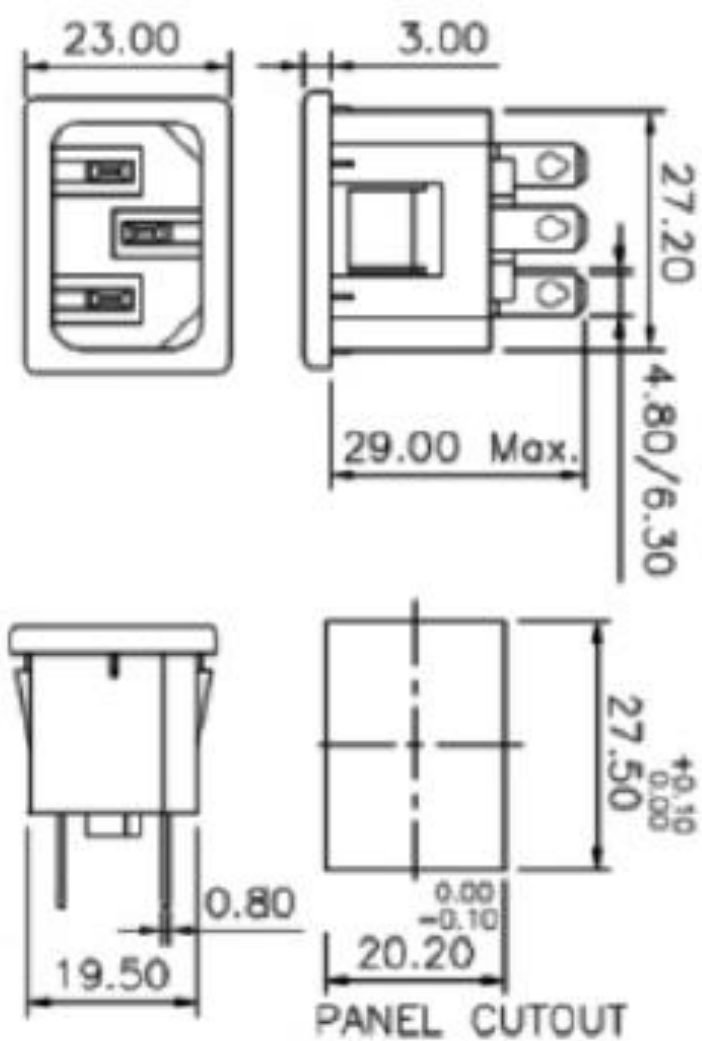
Straight Snap-in IEC Connector, Solder/Faston Termination



Specifications

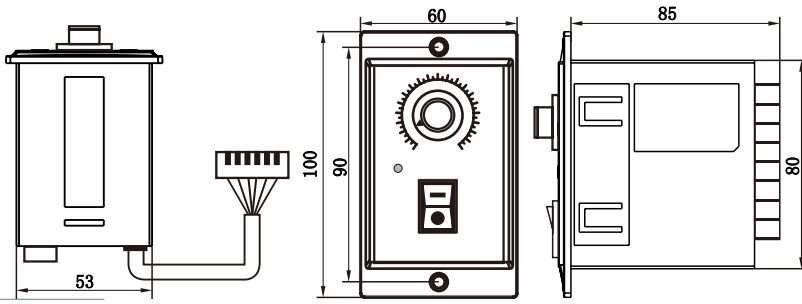
Current & voltage rating:	10Amp (VDE), 15Amp (UL,CSA), 250VAC
Panel Thickness :	Standard – 1.5, Other – On request
Permissible temperature – For soldering	270 deg. C for 5 seconds max.
Permissible temperature – With/without load:	0 to 70deg. C
Approvals:	UL (C, US), VDE, CE
Reference Standard :	IEC 60320-1
Material – Body :	Nylon-6, 20% GF, V2
Material – Terminals :	Copper Alloy, Tin plating
Terminals:	Solder-type / Fast on 4.8X 0.8 / 6.3X0.8
Mounting:	Panel, Snap-in type
HV Breakdown test for 1 Minute:	2 KVAC
Insulation Resistance at 500 VDC	1000 mohms max.
Product Description:	IEC Inlet with snap mounting

Dimensions: (mm)



Speed control DA series for AIS motors

DRAWING
(mm)



PHOTO

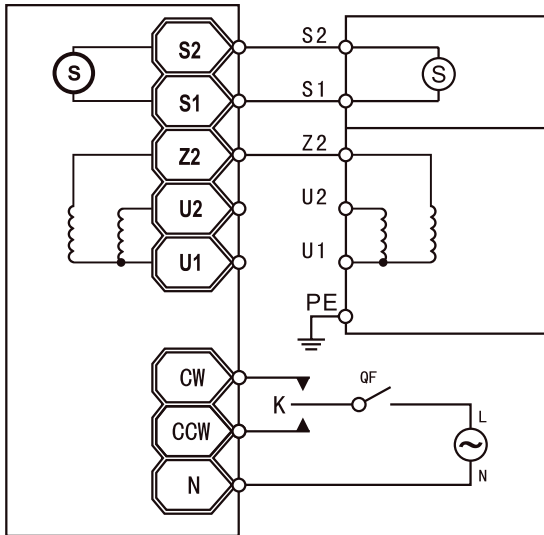


MODEL NO. DESIGNATION

Controller model - Voltage - Power Example: DA-230 - 006

SPEED CONTROLLER FEATURES	
Speed controller type	Tacho generator feedback
Model	DA-230 DA-110
Base voltage VAC - Frequency Hz	230 - 50 Hz 110 - 60 Hz
Power W	006 015 025 040 060 090 120
Speed range rpm	90-1350 90-1550
Connector male brand type	Hongxing CH3.96-6Y
Cable length motor mm	900
Operating temperature °C	-10...+40
Weight Kg	0.25

WIRING SCHEMATIC



ESTÁNDARES DE CUÑAS Y CUÑEROS (CHAVETAS Y CHAVETEROS)

Los cuñeros y cuñas de más uso en nuestro medio son los estándar en pulgadas, sección cuadrada. Hasta la actualidad los proveedores de aceros sólo suministran material "Cold Rolled" en sección cuadrada para cuñas, dimensionado en pulgadas. También aparece aquí la tabla de los cuñeros y cuñas estándar en milímetros ya que no se puede pasar por alto esta información, así como tampoco se puede ignorar la tabla de los cuñeros y cuñas estándar en pulgadas

pero de sección rectangular aunque su uso no es muy frecuente. No importa a qué estándar pertenezcan ni en qué sitio del eje vayan, los cuñeros deben ser mecanizados del tipo de caja con los extremos en semicírculo para que no se corran axialmente. Cuando el eje pasa de las 6-1/2" (155 mm) de diámetro, los cuñeros y cuñas de sección rectangular resultan aconsejables. Las cuñas cónicas o sea de plano inclinado no se usan en nuestro medio, por eso se omite su estándar.

TABLA DE LOS CUÑEROS Y CUÑAS
ESTANDAR EN PULGADAS DE
SECCIÓN CUADRADA

SECCIÓN
CUADRADA 

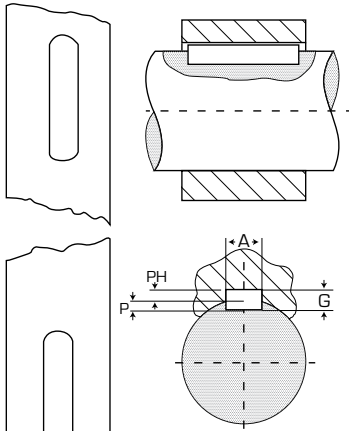
Diámetro del eje (pulg)	Anchura y profundidad del cuñero (pulg)	Cuña de sección cuadrada (pulg)	Diámetro del prisionero (pulg)
1/2 a 5/8	1/8 x 1/16	1/8 x 1/8	3/16
5/8+ a 7/8	3/16 x 3/32	3/16 x 3/16	3/16
7/8+ a 1-1/4	1/4 x 1/8	1/4 x 1/4	1/4
1-1/4+ a 1-3/8	5/16 x 5/32	5/16 x 5/16	5/16
1-3/8+ a 1-3/4	3/8 x 3/16	3/8 x 3/8	3/8
1-3/4+ a 2-1/4	1/2 x 1/4	1/2 x 1/2	1/2
2-1/4+ a 2-3/4	5/8 x 5/16	5/8 x 5/8	5/8
2-3/4+ a 3-1/4	3/4 x 3/8	3/4 x 3/4	5/8
3-1/4+ a 3-3/4	7/8 x 7/16	7/8 x 7/8	3/4
3-3/4+ a 4-1/2	1 x 1/2	1 x 1	3/4
4-1/2+ a 5-1/2	1-1/4 x 5/8	1-1/4 x 1-1/4	7/8
5-1/2+ a 6-1/2	1-1/2 x 3/4	1-1/2 x 1-1/2	1
6-1/2+ a 7-1/2	1-3/4 x 7/8	1-3/4 x 1-3/4	1-1/4
7-1/2+ a 9	2 x 1	2 x 2	1-1/4
9+ a 11	2-1/2 x 1-1/4	2-1/2 x 2-1/2	1-1/4

TABLA DE LOS CUÑEROS Y CUÑAS
ESTÁNDAR EN PULGADAS DE
SECCIÓN RECTANGULAR

SECCIÓN
RECTANGULAR 

Diámetro del eje (pulg)	Anchura y profundidad del cuñero (pulg)	Cuña de sección rectangular (pulg)	Diámetro del prisionero (pulg)
7/8	3/16 x 1/16	3/16 x 1/8	1/4
7/8+ a 1-1/4	1/4 x 3/32	1/4 x 3/16	3/8
1-1/4+ a 1-3/8	5/16 x 1/8	5/16 x 1/4	3/8
1-3/8+ a 1-3/4	3/8 x 1/8	3/8 x 1/4	3/8
1-3/4+ a 2-1/4	1/2 x 3/16	1/2 x 3/8	1/2
2-1/4+ a 2-3/4	5/8 x 7/32	5/8 x 7/16	5/8
2-3/4+ a 3-1/4	3/4 x 1/4	3/4 x 1/2	5/8
3-1/4+ a 3-3/4	7/8 x 5/16	7/8 x 5/8	3/4
3-3/4+ a 4-1/2	1 x 3/8	1 x 3/8	3/4
4-1/2+ a 5-1/2	1-1/4 x 7/16	1-1/4 x 7/8	7/8
5-1/2+ a 6-1/2	1-1/2 x 1/2	1-1/2 x 1	1
6-1/2+ a 7-1/2	1-3/4 x 3/4	1-3/4 x 1-1/2	1-1/4
7-1/2+ a 9	2 x 3/4	2 x 1-1/2	1-1/4
9+ a 11	2-1/2 x 7/8	2-1/2 x 1-3/4	1-1/4

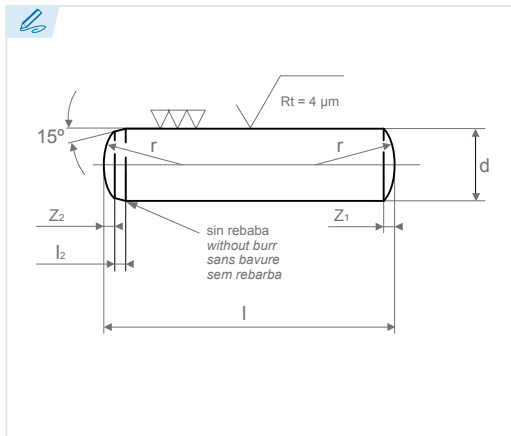
TABLA DE LOS CUÑEROS Y CUÑAS ESTÁNDAR MILIMÉTRICOS



Diámetro del eje (mm)	Anchura y profundidad del cuñero en el eje (mm)	Dimensiones de la cuña (mm)	Diámetro del prisionero (mm)
6 a 8	2 x 1	2 x 2	3
8+ a 10	3 x 1,6	3 x 3	3
10+ a 12	4 x 2,2	4 x 4	4
12+ a 17	5 x 2,7	5 x 5	5
17+ a 22	6 x 3,2	6 x 6	6
22+ a 30	8 x 3,7	8 x 7	8
30+ a 38	10 x 4,7	10 x 8	10
38+ a 44	12 x 4,7	12 x 8	10
44+ a 50	14 x 5,2	14 x 9	14
50+ a 58	16 x 5,7	16 x 10	14
58+ a 65	18 x 6,6	18 x 11	18
65+ a 75	20 x 7,1	20 x 12	18
75+ a 85	22 x 8,6	22 x 14	22
85+ a 95	25 x 8,6	25 x 14	22
95+ a 110	28 x 8,6	28 x 16	22
110+ a 130	32 x 10,6	32 x 18	30
130+ a 150	36 x 11,6	36 x 20	30
150+ a 170	40 x 12,6	40 x 22	30
170+ a 200	45 x 14,6	45 x 25	30
200+ a 230	50 x 16,6	50 x 28	30



DIN 6325



Pasador cilíndrico

Parallel pins
Goupille cylindrique rectifiée
Cavilha cilíndrica

Resistencia a la tracción mínima: 600 N/mm²

Tensile strength (minimum): 600 N/mm²
Résistance à la traction minimum: 600 N/mm²
Resistência à tração mínima: 600 N/mm²

Tolerancia: m6

Tolerance: m6
Tolérance: m6
Tolerância: m6

Templado 60 ±2 HRC y rectificado

Hardened 60 ±2 HRC and grinded
Dureté 60 ±2 HRC rectifié
Temperado 60 ±2 HRC e retificado

d	m6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	m6	d
l_2		0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	2,5	3	4		l_2
r	≈	0,8	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	16	20	≈	r
z_1	≈	0,12	0,15	0,23	0,3	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	≈	z_1
z_2	≈	0,06	0,08	0,12	0,18	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,3	1,7	2	≈	z_2
 js14		02	04	04	06	06	•06	•06	•08	•10	•14	•16	•20	•24	•24	•40	 js14	
		03	05	05	08	08	08	•08	•10	•12	•16	•18	•22	•26	•26	•45		
		04	06	06	10	10	10	10	12	14	18	•20	•24	•28	•28	50		
		05	08	08	12	12	12	12	14	16	20	•22	•26	•30	•30	55		
		06	10	10	14	14	14	14	16	18	•22	24	28	•32	•32	60		
		08	•12	12	16	16	16	16	18	20	24	•26	•30	36	•36	70		
			•14	14	18	18	18	18	20	•22	•26	28	32	40	40	80		
			•16	16	20	20	20	20	•22	24	28	•30	36	45	45	90		
				•18	•22	•22	•22	•22	24	•26	•30	32	40	50	50	100		
				•20	•24	24	24	24	•26	28	32	36	45	55	55	120		
				•22	•26	•26	•26	•26	28	•30	36	40	50	60	60			
				•24	•28	•28	28	28	•30	32	40	45	55	70	70			
				•26	•30	•30	•30	•30	32	36	45	50	60	80	80			
				•28	•32	•32	32	32	36	40	50	55	70	90	90			
				•30	•36	•36	•36	36	40	45	55	60	80	100	100			
					•40	•40	•40	40	45	50	60	70	90	120	120			
					•45	•45	•45	50	55	70	80	100						
					•50	•50	•50	•55	60	80	90	•120						
						•55	•55	•60	•70	•90	100							
							•60	•60		•80	•100	•120						
										•90	•120							
										•100								



Las longitudes en negrita son las más utilizadas.
Bold numbers represent the most commonly used lengths.
En noir les longueurs les plus utilisées.
Os comprimento em negrito são os mais utilizados.



Otras medidas bajo consulta.
Other dimensions by request.
Autres dimensions sur demande.
Outras medidas, sob consulta.

• Medidas fuera de norma DIN.
Dimensions outside DIN standard.
Longueur hors norme DIN.
Medidas fora da norma DIN.

Ref.?

ejemplo
example
exemple
exemplo

Ref. = D250 - XX - XXX

d

l

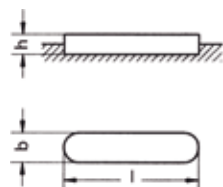
DIN 6325 10x20

Ref. = D250-10-20

La norma DIN 6325 no especifica la designación del material. Los pasadores serán entregados en 100Cr6, reservándonos el derecho de suministrarlos en otros materiales.
The DIN 6325 standard does not specify the designation of the material. We will deliver the dowel pins in 100Cr6. However, we reserve the right to supply them using other materials.
La norme DIN 6325 n'indique pas la matière du produit. Nos goupilles sont fournies en 100Cr6, nous nous réservons la possibilité de les fournir dans d'autres matières.
A norma DIN 6325 não especifica a designação do material. Os cavilhas serão entregues em 100Cr6, reservando-se o direito de fornecê-los em outros materiais.



DIN 6885 / DIN 6886



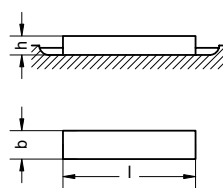
DIN 6885 A

Chaveta paralela - Forma A

Parallel Key - Form A
Clavette parallèle - Forme A
Chaveta paralela - Forma A

Extremos redondeados (2)

Round Ends (2)
Bouts ronds (2)
Extremidades arredondadas (2)



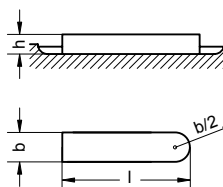
DIN 6885 B

Chaveta paralela - Forma B

Parallel Key - Form B
Clavette parallèle - Forme B
Chaveta paralela - Forma B

Extremos rectos (2)

Square Ends (2)
Bouts droits (2)
Extremidades retas (2)



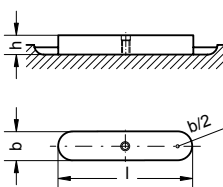
DIN 6885 AB

Chaveta paralela - Forma AB

Parallel Key - Form AB
Clavette parallèle - Forme AB
Chaveta paralela - Forma AB

Extremo redondeado (1) y extremo recto (1)

Round End (1) and Square End (1)
Bout rond (1) et bout droit (1)
Extremidade arredondada (1) e extremidade reta (1)



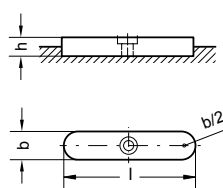
DIN 6885 AE

Chaveta paralela - Forma AE

Parallel Key - Form AE
Clavette parallèle - Forme AE
Chaveta paralela - Forma AE

Extremos redondeados (2) y agujero para extracción

Round Ends (2) and a Hole for Extraction
Bouts ronds (2) et trou pour démontage
Extremidades arredondadas (2) e furo para extração



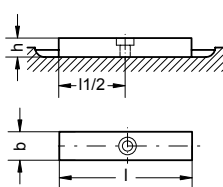
DIN 6885 C

Chaveta paralela - Forma C

Parallel Key - Form C
Clavette parallèle - Forme C
Chaveta paralela - Forma C

Extremos redondeados (2) y tornillo de retención

Round Ends (2) and a Retention Bolt
Bouts ronds (2) et taraudage pour vis de retenue
Extremidades arredondadas (2) e parafuso de retenção



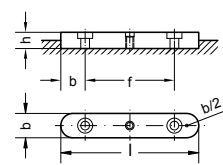
DIN 6885 D

Chaveta paralela - Forma D

Parallel Key - Form D
Clavette parallèle - Forme D
Chaveta paralela - Forma D

Extremos rectos (2) y tornillo de retención

Square Ends (2) and a Retention Bolt
Bouts droits (2) et taraudage pour vis de retenue
Extremidades retas (2) e parafuso de retenção



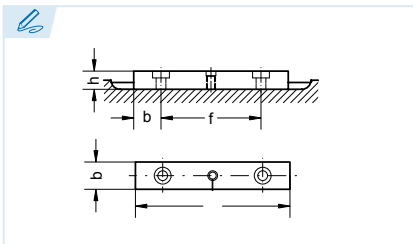
DIN 6885 E

Chaveta paralela - Forma E

Parallel Key - Form E
Clavette parallèle - Forme E
Chaveta paralela - Forma E

Extremos redondeados (2), tornillos de retención (2) y extractor (1)

Round Ends (2), Retention Bolts (2) and an Extractor (1)
Bouts ronds (2), taraudages pour vis de retenue (2) et trou pour démontage (1)
Extremidades arredondadas (2), parafusos de retenção (2) e extractor (1)

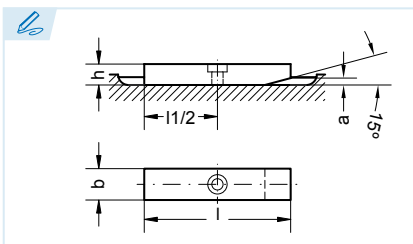


DIN 6885 F

Chaveta paralela - Forma F

Parallel Key - Form F
Clavette parallèle - Forme F
Chaveta paralela - Forma F

Extremos rectos (2), tornillos de retención (2) y extractor (1)
Square Ends (2), Retention Bolts (2) and an Extractor (1)
Bouts droits (2), taraudages pour vis de retenue (2) et trou pour démontage (1)
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (2) e extrator (1)

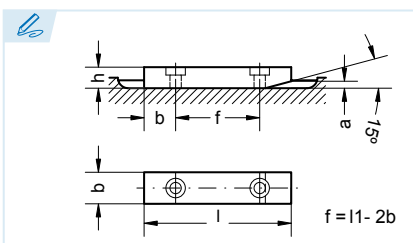


DIN 6885 G

Chaveta paralela - Forma G

Parallel Key - Form G
Clavette parallèle - Forme G
Chaveta paralela - Forma G

Extremos rectos (2), tornillo de retención (1) y chaflán (1)
Square Ends (2), Retention Bolts (1) and a Chamfer (1)
Bouts droits (2), taraudage pour vis de retenue (1) et chanfrein d'entrée (1)
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (1) e chanfro (1)

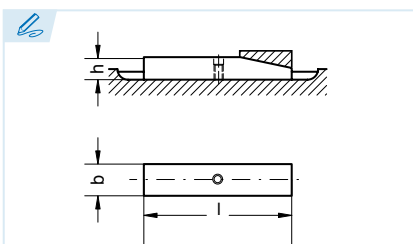


DIN 6885 H

Chaveta paralela - Forma H

Parallel Key - Form H
Clavette parallèle - Forme H
Chaveta paralela - Forma H

Extremos rectos (2), tornillos de retención (2) y chaflán (1)
Square Ends (2), Retention Bolts (2) and a Chamfer (1)
Bouts droits (2), taraudages pour vis de retenue (2) et chanfrein d'entrée (1)
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (2) e chanfro (1)

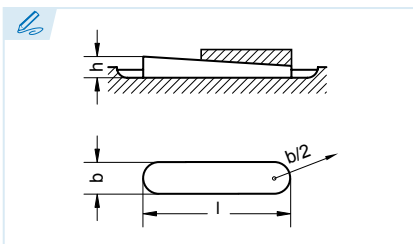


DIN 6885 J

Chaveta paralela - Forma J

Parallel Key - Form J
Clavette parallèle - Forme J
Chaveta paralela - Forma J

Extremos rectos (2), agujero para pasador elástico (1) y chaflán (1)
Square Ends (2), Spring Pin Hole (1) and a Chamfer (1)
Bouts droits (2), trou central pour goupille élastique (1) et chanfrein d'entrée (1)
Extremidades retas (2), furo para passador elástico (1) e chanfro (1)

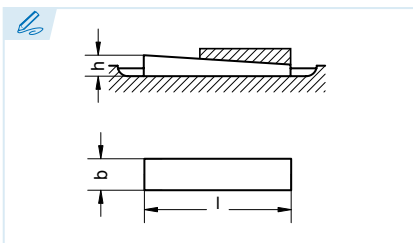


DIN 6886 A

Chaveta plana inclinada - Forma A

Taper Key - Form A
Clavette inclinée - Forme A
Chaveta plana inclinada - Forma A

Extremos redondeados (2)
Round Ends (2)
Bouts ronds (2)
Extremidades arredondadas (2)



DIN 6886 B

Chaveta plana inclinada - Forma B

Taper Key - Form B
Clavette inclinée - Forme B
Chaveta plana inclinada - Forma B

Extremos rectos (2)
Square Ends (2)
Bouts droits (2)
Extremidades retas (2)



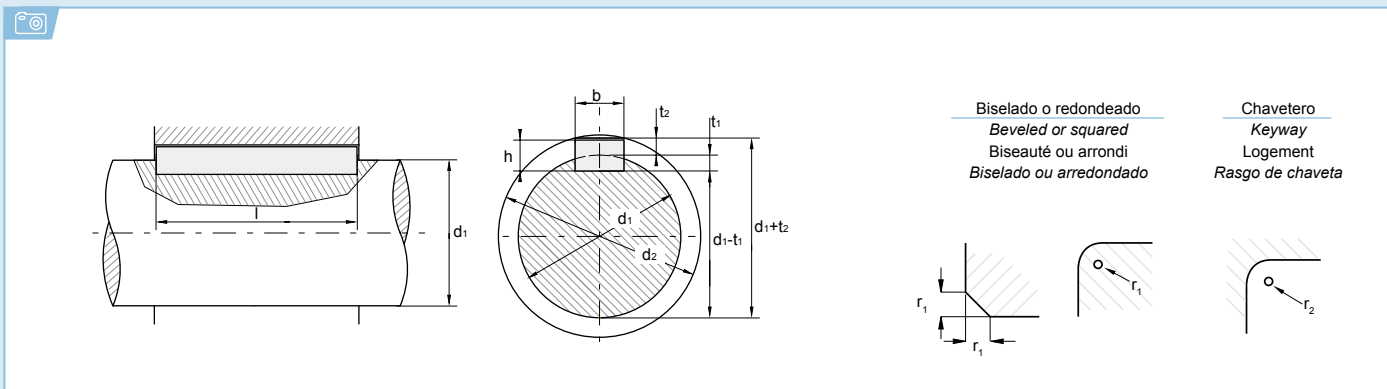
Chavetas especiales

Special Keys
Clavettes spéciales
Chavetas especiais

Podemos ofrecer chavetas especiales en distintas formas y materiales, desde una unidad a largas series.
We can offer special keys in different forms and materials that range from one unit to large series.
Sur demande clavettes spéciales ou sur plan, de l'unité à la grande série.
Podemos oferecer chavetas especiais em diferentes formas e materiais, desde uma única unidade até grandes séries.



i Selección de la chaveta paralela DIN 6885
Selection criteria for parallel key DIN 6885
Élection de la clavette parallèle DIN 6885
Seleção da chaveta paralela DIN 6885



ES EN FR PT

Chavetero del eje

Shaft Keyway
Logement de l'arbre
Rasgo de chaveta do eixo

Chavetero del cubo

Hub Keyway
Logement du moyeu
Rasgo de chaveta do cubo

Asiento fijo

Tight fit
Ajustement serré
Assento fixo

Asiento ligero

Loose fit
Ajustement libre
Assento ligeiro

Con juego en el lomo o aprieto

With a set in the groove or blockage
Avec jeu dans la largeur de la rainure ou blocage
Com folga no dorso ou aperto

Con juego en el lomo

With a set in the groove
Avec jeu dans la largeur de la rainure
Com folga no dorso

Con aprieto

With pressure
Avec blocage
Com aperto

dif. adm. Diferencia admisible

Acceptable Difference
Écart accepté
Diferença admissível

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																	
h	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																	
d1	>	6	8	10	12	17	17	22	22	30	30	38	38	44	44	50	50	58	58	65	65	75	75	85	85	95	95	110	110	130	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440			
	≤	8	10	12	17	17	22	22	30	30	38	38	44	44	50	50	58	58	65	65	75	75	85	85	95	95	110	110	130	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500			
Chavetero del eje	asiento fijo P9	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100		
	asiento ligero N9	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100		
	con juego en el lomo o aprieto	1,2	1,8	2,5	1,9	3	2,5	3,5	3,1	4	3,7	5	3,9	5	4	5,5	4,7	6	4,8	7	5,4	7,5	6	9	6,2	9	6,9	10	7,6	11	8,3	12	13	15	17	20	20	22	25	28	31		
	dif. adm.	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	
Chavetero del cubo	asiento fijo P9	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100		
	asiento ligero JS9	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100		
	con juego en el lomo	1	1,4	1,8	1,2	2,3	1,6	2,8	2	3,3	2,4	3,3	2,2	3,3	2,1	3,8	2,4	4,3	2,3	4,4	2,7	4,9	3,1	5,4	2,9	5,4	3,2	6,4	3,5	7,4	3,8	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	12,4	14,4	15,4	17,4	19,5		
	dif. adm.	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1
a	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-	3,5	-	4	-	4,5	-	5	-	5,5	-	5,5	-	6,5	-	7	-	8	9	10	11	13	13	14	16	18	20				
d2 min.	d1 +	2,5	3,5	4	3	5	4	6	5	8	6	8	6	8	6	9	7	11	7	11	8	12	9	14	9	14	10	16	11	18	11,5	21	23	26	28	32	32	36	40	45	50		
r1	min.	0,16	0,16	0,16	0,20	0,25	0,40	0,25	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,60	0,80	0,60	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	
	max.	0,25	0,25	0,25	0,30	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,10	0,80	1,10	0,80	1,30	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2	2	3	3	3		
r2	max.	0,16	0,16	0,16	0,20	0,25	0,40	0,25	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,60	0,80	0,60	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	
	min.	0,08	0,08	0,08	0,10	0,16	0,20	0,16	0,20	0,16	0,20	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,70	0,7	0,7	0,7	0,7	1,2	1,2	1,2	2	2	2	

b* Se recomienda para anchuras de chaveteros entallados atenerse a la calidad ISA IT8 en lugar de IT9 (es decir P8 en lugar de P9, N8 en lugar de N9 y JS8 en lugar de JS9).

b* For carved keyway widths, adhering to quality ISA IT8 instead of IT9 (P8 instead of P9, N8 instead of N9 and JS8 instead of JS9) is the recommended practice.

b* Nous conseillons pour les largeurs des logements usinés d'utiliser la qualité ISA IT8 au lieu de IT9 (c'est-à-dire P8 plutôt que P9, N8 plutôt que N9 et JS8 plutôt que JS9).

b* Para larguras de rasgos de chaveta entalhados, recomendamos a utilização da qualidade ISA IT8 em vez de IT9 (ou seja, P8 em vez de P9, N8 em vez de N9 e JS8 em vez de JS9).

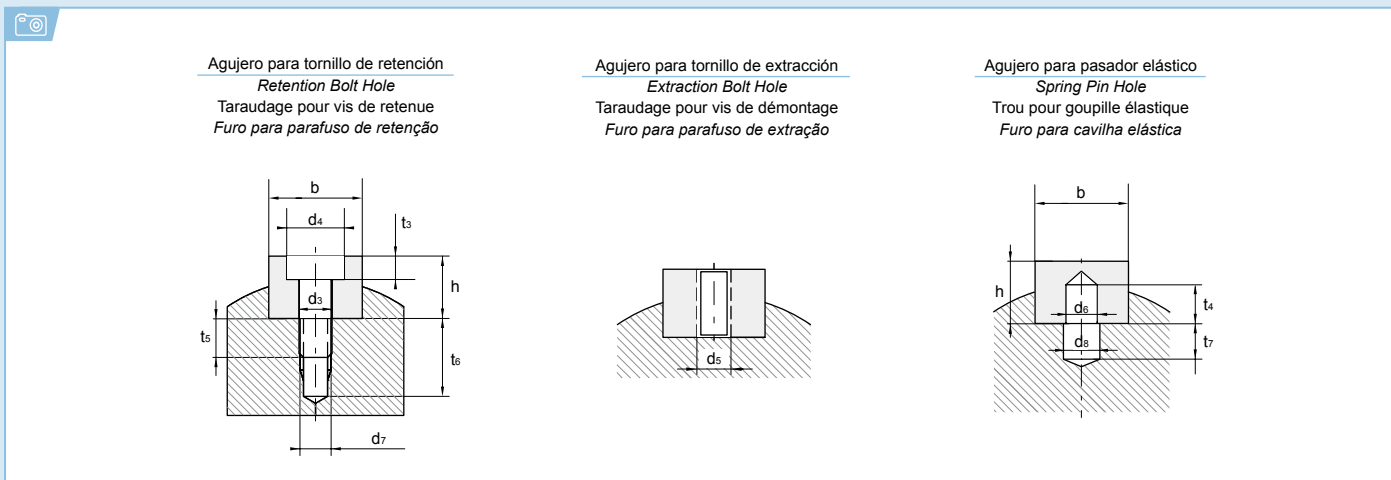
	6 - 28	32 - 80	90 - 400
Tolerancia de la longitud de la chaveta (1) Key Length Tolerance (1) Tolérance de la longueur de la clavette Tolerância do comprimento da chaveta (1)	-0,2	-0,3	-0,5

	6 - 28	32 - 80	90 - 400
Tolerancia de la longitud del chavetero Keyway Length Tolerance Tolérance de la longueur du logement Tolerância do comprimento do rasgo de chaveta	+0,2	+0,3	+0,5



i **DIN 6885: Agujero para tornillo de retención, agujero para tornillo de extracción y agujero para pasador elástico**

DIN 6885: Retention Bolt Hole, Extraction Bolt Hole and Spring Pin Hole
 DIN 6885: Taraudage pour vis de retenue, trous pour démontage et pour goupille élastique
 DIN 6885: Furo para parafuso de retenção, furo para parafuso de extração e furo para cavilha elástica



ES EN FR PT

Ajuste para tornillos de retención, tornillos de presión y pasadores elásticos

Adjustment for retention bolts, pressure screws and spring pins
 Ajustements pour vis de retenue, vis de pression et goupilles élastiques
 Ajuste para parafusos de retenção, parafusos de pressão e cavilhas elásticas

Agujero de la chaveta

Keyhole
 Perçage dans la clavette
 Furo da chaveta

Agujero del eje

Shaft Hole
 Perçage de l'arbre
 Furo do eixo

Tornillo de retención

Retention Bolt
 Vis de retenue
 Parafuso de retenção

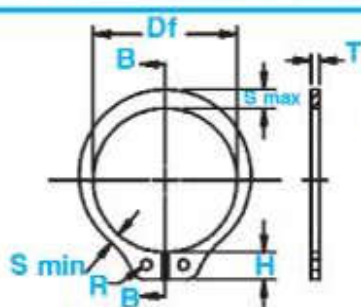
Pasador elástico

Spring Pin
 Goupille élastique
 Cavilha elástica

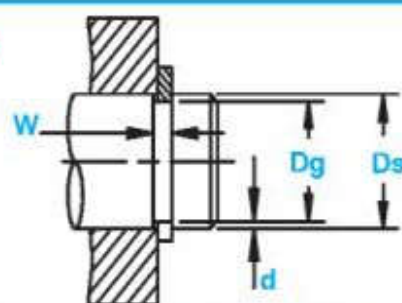
b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
h	5	7	6	8	6	8	9	7	10	7	11	8	12	9	14	9	14	10	16	11	18	12	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50					
Agujero de la chaveta	d3	3,2	3,4	3,2	3,4	4,3	4,5	5,3	5,5	5,3	5,5	6,4	6,6	6,4	6,6	6,4	6,6	6,4	6,6	8,4	9	10,5	11	10,5	11	13	14	14	14	14	14	14	18	18	22	22	
	d4	5,9	6	5,9	6	7,4	8	9,4	10	9,4	10	10,4	11	10,4	11	10,4	11	13,5	15	16,5	18	16,5	18	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	26	26	33	33
	d5	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M20	M20
	d6	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	8	-	8	-	8	-	10	-	12	-	12	-	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25	
	H12	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	8	-	8	-	8	-	10	-	12	-	12	-	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25	
Ajuste para tornillos de retención, tornillos de presión y pasadores elásticos	t3	2,2	2,4	2,2	2,4	3,0	3,2	3,7	4,1	3,7	4,1	4,2	4,8	4,2	4,8	4,2	4,8	4,8	5,3	6	6,3	7,3	6,3	7,3	7,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	11,5	11,5	13,5	13,5	
	t4	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	7	-	8	-	8	-	10	-	10	-	12	-	14	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25
	d7	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20	
	d8	-	4,5	-	4,5	-	5,5	-	6,5	-	6,5	-	9	-	9	-	9	-	11	-	13	-	13	-	17	17	17	17	17	17	17	17	17	21	21	26	26
	t5	-	4	-	5	-	6	-	6	-	6	-	7	-	8	-	8	-	9	-	9	-	11	-	15	13	15	12	13	13	17	18	20	20			
Tornillo de retención (DIN 84, DIN 7984, DIN 6912)	t6	7	7	8	8	10	10	10	10	10	10	12	12	12	11	13	13	14	15	17	15	17	17	19	22	20	22	19	20	20	24	25	28	28			
	d7	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d8	-	4,5	-	4,5	-	5,5	-	6,5	-	6,5	-	9	-	9	-	9	-	11	-	13	-	13	-	17	17	17	17	17	17	17	21	21	26	26		
Tornillo de retención (DIN 84)	t7	-	5	-	5	-	7	-	8	-	8	-	11	-	10	-	10	-	12	-	18	-	16	-	20	18	18	18	18	18	18	24	24	30	30		
	d9	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d10	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d11	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d12	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d13	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d14	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d15	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d16	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d17	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d18	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d19	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d20	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d21	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d22	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d23	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d24	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d25	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d26	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d27	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d28	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d29	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d30	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d31	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
Pasador elástico DIN 1481	d32	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20		
	d33	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12												



Anillos MSH



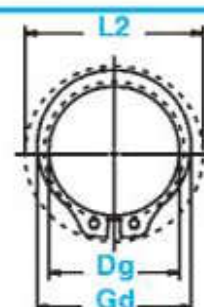
Diámetro libre y medidas del anillo con la sección B-B



Diámetro del eje y dimensiones de la ranura



Diámetro límite Expandido sobre el eje



Diámetro límite y diámetro de calibración liberados en la ranura

NO. DE ANILLO	DIÁMETRO DEL EJE		TAMAÑO DE RANURA						TAMAÑO Y PESO DEL ANILLO				DIÁM. LÍMITE		i CARGA DE EMPUJE (kN)		
			DIÁMETRO		ANCHURA		PROFUNDIDAD	DIÁMETRO LIBRE		Espesor***	Peso por 1000 piezas	Ex-pandido sobre el Eje	Li-berado en la Ranura	Factor de seguridad del anillo de 4	Factor de seguridad de la ranura de 2		
	Ds mm	Ds INCH	Dg	tol	F.I.M.**	W	tol	d	Df							tol	T
MSH-4*	4	0.157	3.80		0.03	0.32	+0.05	0.10	3.60	+0.05	0.25	±0.05	0.017	7.0	6.8	0.6	0.2
MSH-5*	5	0.197	4.75	-0.08	0.03	0.50	+0.10	0.13	4.55	-0.10	0.40		0.029	8.2	7.9	1.1	0.3
MSH-6*	6	0.236	5.70		0.03	0.50		0.15	5.45		0.40		0.040	9.1	8.8	1.4	0.4
MSH-7	7	0.275	6.60		0.05	0.70		0.20	6.35		0.60		0.10	12.3	11.8	2.6	0.7
MSH-8	8	0.315	7.50	-0.10	0.05	0.70		0.25	7.15		0.60		0.12	13.6	13.0	3.1	1.0
MSH-9	9	0.354	8.45		0.05	0.70		0.28	8.15	+0.05	0.60		0.15	14.5	13.8	3.5	1.2
MSH-10	10	0.393	9.40		0.05	0.70		0.30	9.00	-0.15	0.60		0.19	15.5	14.7	3.9	1.5
MSH-11	11	0.433	10.35		0.05	0.70		0.33	10.00		0.60		0.23	16.4	15.6	4.3	1.8
MSH-12	12	0.472	11.35		0.05	0.70		0.33	10.85		0.60		0.24	17.4	16.6	4.7	2.0
MSH-13	13	0.512	12.30	-0.12	0.10	1.00		0.35	11.90		0.90		0.44	19.7	18.8	7.5	2.2
MSH-14	14	0.551	13.25		0.10	1.00		0.38	12.90		0.90		0.49	20.7	19.7	8.1	2.6
MSH-15	15	0.591	14.15		0.10	1.00		0.43	13.80		0.90		0.54	21.7	20.6	8.7	3.2
MSH-16	16	0.630	15.10		0.10	1.00		0.45	14.70		0.90		0.59	22.7	21.6	9.3	3.5
MSH-17	17	0.669	16.10		0.10	1.00	+0.15	0.45	15.75		0.90	±0.06	0.64	23.7	22.6	9.9	4.0
MSH-18	18	0.708	17.00		0.10	1.20		0.50	16.65		1.10		0.92	26.2	25.0	16.0	4.4
MSH-19	19	0.748	17.95		0.10	1.20		0.53	17.60	+0.15	1.10		0.95	27.2	25.9	16.9	4.9
MSH-20	20	0.787	18.85		0.10	1.20		0.58	18.35	-0.25	1.10		1.0	28.2	26.8	17.8	5.7
MSH-21	21	0.826	19.80	-0.15	0.10	1.20		0.60	19.40		1.10		1.1	29.2	27.7	18.6	6.2
MSH-22	22	0.866	20.70		0.10	1.20		0.65	20.30		1.10		1.3	30.3	28.7	19.6	7.0
MSH-23	23	0.905	21.65		0.10	1.20		0.67	21.25		1.10		1.4	31.3	29.6	20.5	7.6
MSH-24	24	0.945	22.60		0.10	1.20		0.70	22.20		1.10		1.5	34.1	32.4	21.4	8.2
MSH-25	25	0.984	23.50		0.10	1.20		0.75	23.10		1.10		1.6	35.1	33.3	22.3	9.2
MSH-26	26	1.023	24.50		0.10	1.20		0.75	24.05		1.10		1.8	36.0	34.2	23.2	9.6
MSH-27	27	1.063	25.45		0.10	1.40		0.78	24.95		1.30		2.2	37.8	35.9	28.4	10.3
MSH-28	28	1.102	26.40		0.10	1.40		0.80	25.80		1.30		2.3	38.8	36.9	28.4	11.0
MSH-30	30	1.181	28.35		0.15	1.40		0.83	27.90		1.30		2.5	40.8	38.8	31.6	12.3
MSH-32	32	1.260	30.20	-0.20	0.15	1.40		0.90	29.60	+0.25	1.30		2.8	42.8	40.7	33.6	14.1
MSH-34	34	1.339	32.00		0.15	1.40		1.00	31.40	-0.40	1.30		3.1	44.9	42.5	36.0	16.7
MSH-35	35	1.378	32.90		0.15	1.40		1.05	32.30		1.30		3.3	45.9	43.4	37.0	18.1
MSH-36	36	1.417	33.85		0.15	1.40		1.06	33.25		1.30		3.6	48.6	46.1	38.0	18.9
MSH-38	38	1.496	35.80		0.15	1.40		1.10	35.20		1.30		4.0	50.6	48.0	40.0	20.5
MSH-40	40	1.575	37.70		0.15	1.75		1.15	36.75		1.60		5.6	54.0	51.3	52.0	22.6
MSH-42	42	1.654	39.60		0.15	1.75		1.20	38.80		1.60		6.3	56.0	53.2	54.0	24.8
MSH-43	43	1.683	40.50		0.15	1.75		1.25	39.65		1.60		6.7	57.0	54.0	55.0	26.4
MSH-45	45	1.772	42.40		0.15	1.75		1.30	41.60		1.60		7.0	59.0	55.9	58.0	28.8
MSH-46	46	1.811	43.30		0.15	1.75		1.35	42.55	+0.35	1.60		7.3	60.0	56.8	59.0	30.4
MSH-48	48	1.890	45.20	-0.30	0.15	1.75	+0.20	1.40	44.40	-0.50	1.60	±0.08	7.7	62.4	59.1	62.0	33.0
MSH-50	50	1.969	47.20		0.15	1.75		1.40	46.20		1.60		8.2	64.4	61.1	64.0	35.0

* TAMAÑOS -4 A-6 DE MATERIAL ESTÁNDAR- ACERO AL CARBONO; MATERIAL OPCIONAL- COBRE DE BERILIO.

** F.I.M. (MOVIMIENTO TOTAL DE INDICADOR)- DESVIACIÓN MÁXIMA PERMITIDA DE CONCENTRIDAD ENTRE RANURA Y EJE. IBASADO EN LAS CARCASAS Y EJES FABRICADOS CON ACERO LAMINADO EN FRÍO.

PARA UNA EXPLICACIÓN DE LAS FÓRMULAS UTILIZADAS PARA DERIVAR LA CARGA DE EMPUJE Y OTROS DATOS DEL RENDIMIENTO, PONGASE EN CONTACTO CON EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ROTOR CLIP.

*** PARA LOS ANILLOS DE RETENCIÓN CON RECUBRIMIENTO ELECTROLITICO, ANADA 0,05 AL ESPESOR MAXIMO INDICADO. EL ESPESOR DE ANILLO MAXIMO SERA UN MINIMO DE 0,005 MENOR QUE LA ANCHURA (W) MINIMA DE RANURA INDICADA.



ENGLISH

Datasheet

RS PRO 5m Power Cable

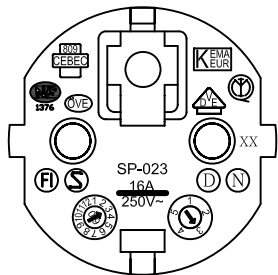
Stock No: 615-1154



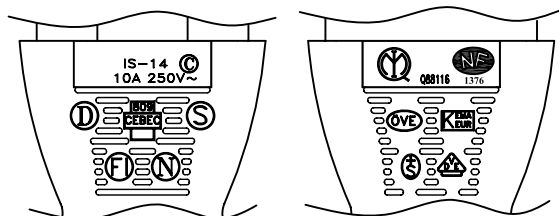
CONTENT

1. Finished Production Drawing
2. Plug Drawing
3. Connector Drawing
4. Product Specification
5. Characteristic
6. Safety Certification

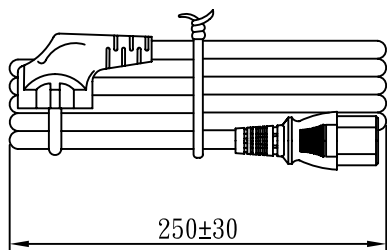
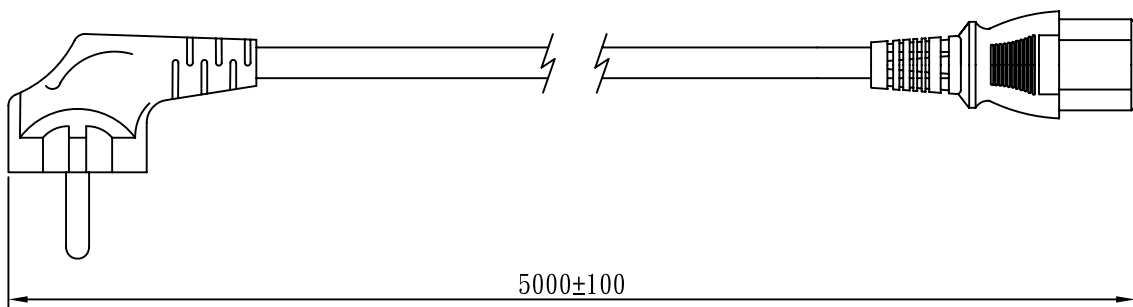
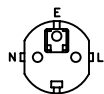
MARKING:



MARKING:



No	BOM ITEM	Q' TY	P/N
1	SP-023 INSERT(BLACK)	1 PCS	MB023012
2	PVC 45P (SA87, SP-023)	45 g	RPP04512
3	KPR-14 TERMINAL	3 pcs	BBB14000
4	IS-14 INNER BODY	1 set	MI014000
5	PVC 45P (SA87, IS-14)	22 g	RPP04512
6	PE TIE (BLACK, 10 inch)	1 pcs	KBB10010



WIRING COLOR:

- E: Yellow/Green
- N: Blue
- L: Brown

LENGED ON CORD: (206-14)

SGIS <VDE> KEMA-KEUR H05VV-F <VDE> Δ CEBC 809 $\text{S} \text{D} \text{N} \text{H}$
 NF-USE 1346 IEMMEQU H05VV-F 3G 1.5mm² 60227 IEC 53 RVV 300/500V CC
 A003083 3ASL/150 4V-75 V-75 (75°C) 250/440V ORDINARY DUTY Q96257 -LF- CE

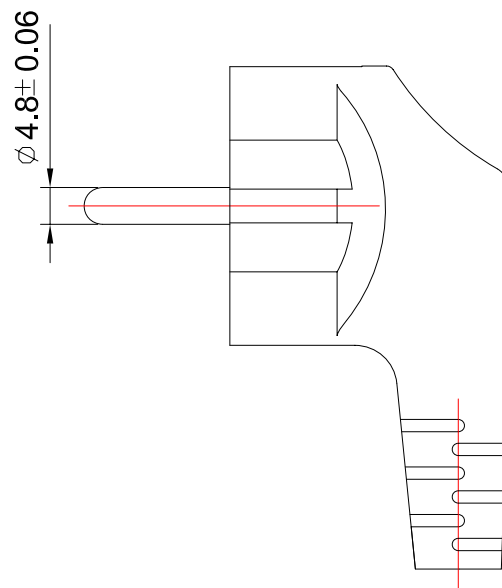
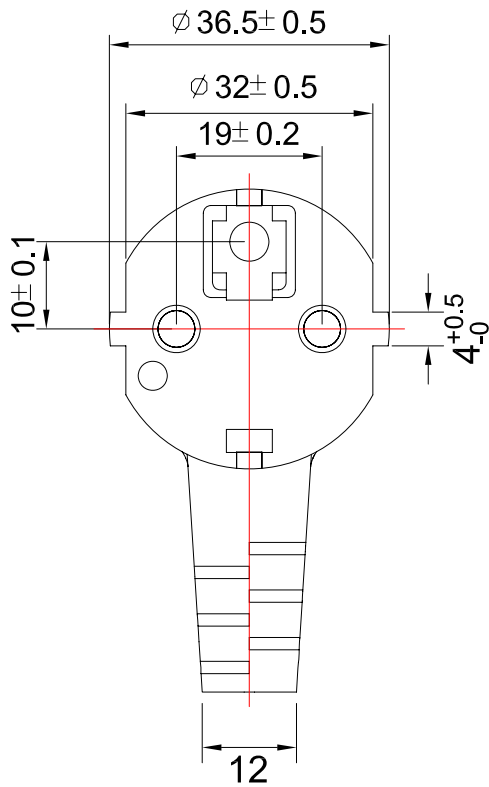
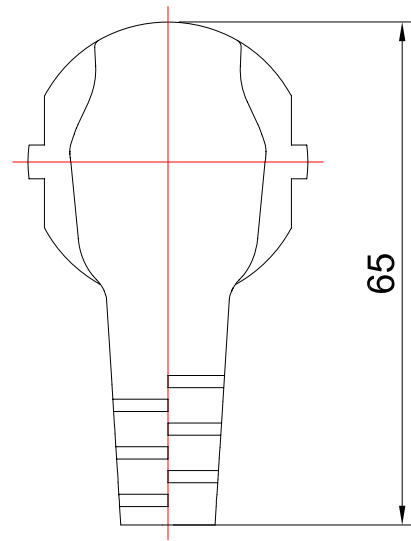
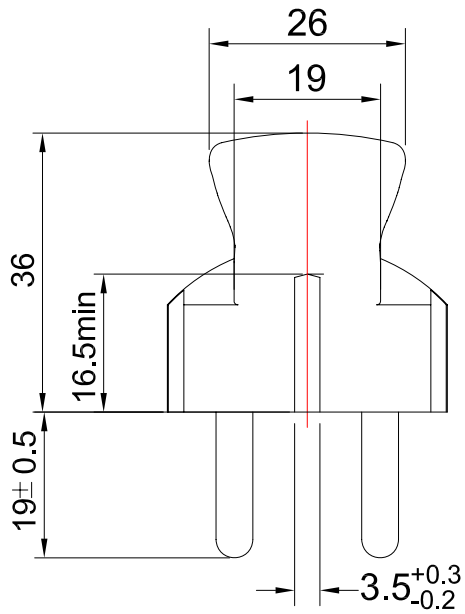
CABLE	H05VV-F 3G 1.5 DENT PRINT CT-12 (BLACK)			
PLUG	SP-023 + IS-14	LENGTH	5000	UNIT mm
CLIENT	NAME	First Connectiviey	N/W	1.227895
	P/N	6151154	SG DWG	SR-141586-8
			UNIT	kg
			VER.	A

Design. by 楊望春 (14.6.30)

Review. by 朱曉玲 (14.6.30)

Approval. by 周德雲 (14.6.30)

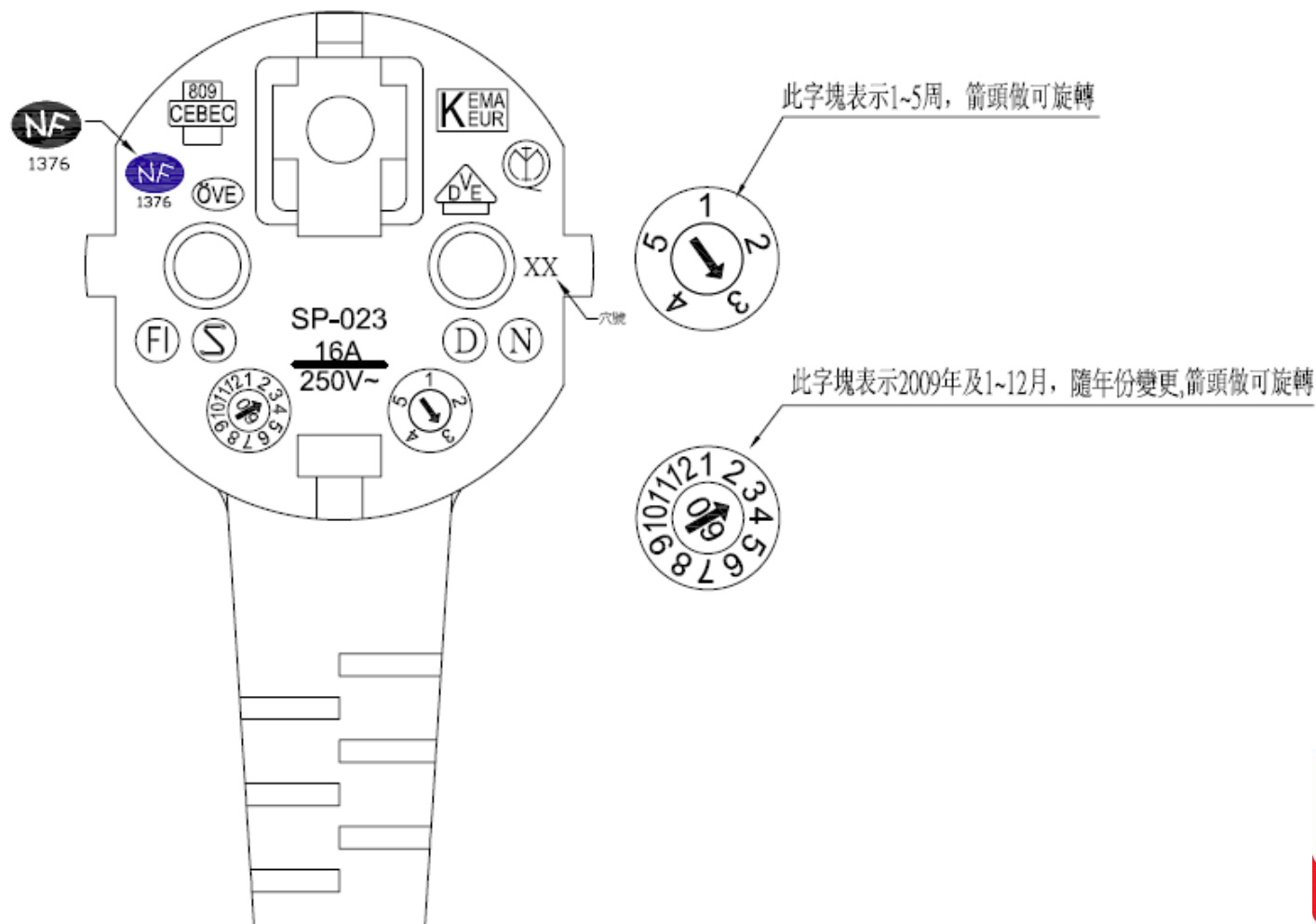
Y34 6E3016 12 500 00



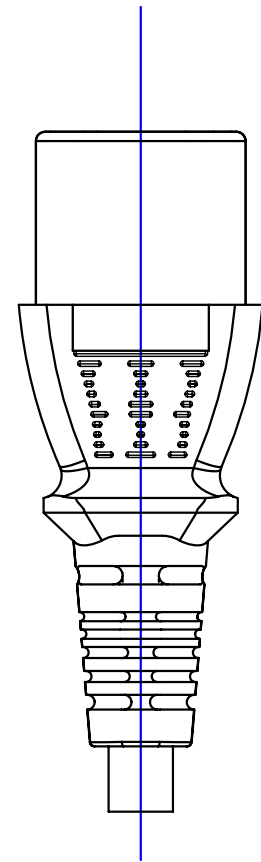
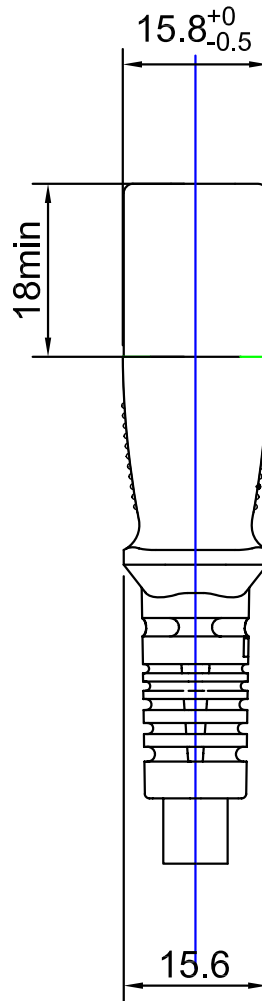
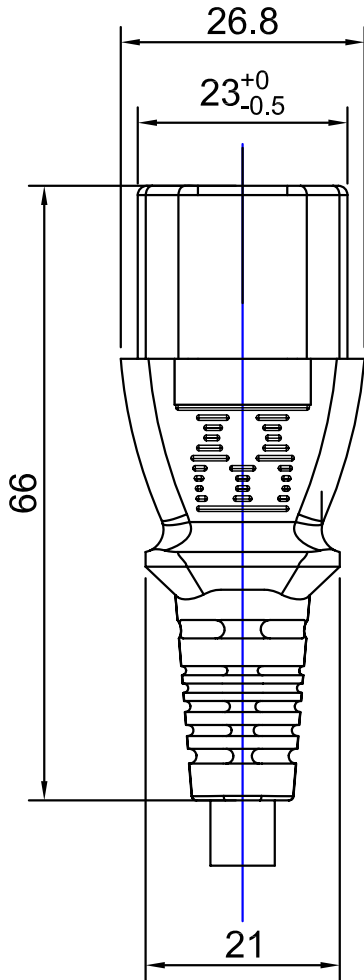
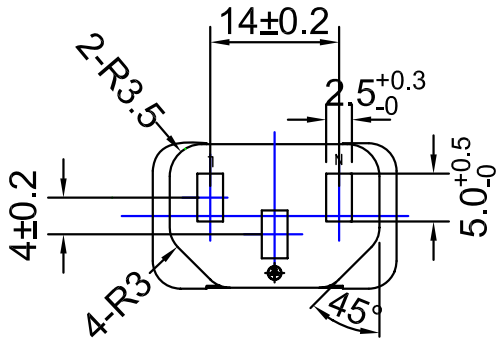
DWG. NAME		TYPE AND DIMENSIONS																	
APPLY TO STANDARD	EUROPE APPROVAL POWER SUPPLY CORD																		
ISSUE DATE	2000/07/19	REV.	G																
REVISE DATE	2008/09/02	UNIT	mm																
TYPE	SP-023	DWG. NO.	A23-01																
WIRE	H05VV-F (0.75~1.0/3),H03VV-F (0.75/3)																		
	DESIGN BY	FANNY WANG		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOLERANCE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1.0</td> <td colspan="2">±0.3</td> </tr> <tr> <td>≤ 10.0</td> <td colspan="2">±0.5</td> </tr> <tr> <td>≤ 20.0</td> <td colspan="2">±1.0</td> </tr> <tr> <td>> 20.0</td> <td colspan="2">±2.0</td> </tr> </tbody> </table>	TOLERANCE			≤ 1.0	±0.3		≤ 10.0	±0.5		≤ 20.0	±1.0		> 20.0	±2.0	
TOLERANCE																			
≤ 1.0	±0.3																		
≤ 10.0	±0.5																		
≤ 20.0	±1.0																		
> 20.0	±2.0																		
	REVIEW BY	GERRY LAI																	
	APPROVE BY	RYAN LAI																	

MARKING

ISSUE 2009.06.24	STD. NAME	EUROPE APPROVAL POWER SUPPLY CORD	FILE NO. A23-01-8
REVISED A	CAT NO.	SP-023 成品標識示意圖	PAGE 1



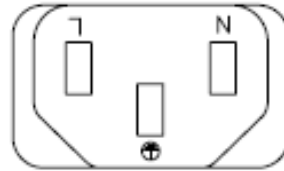
D. by	YUN	C. by	BOBOAN	A. by	CUI
-------	-----	-------	--------	-------	-----



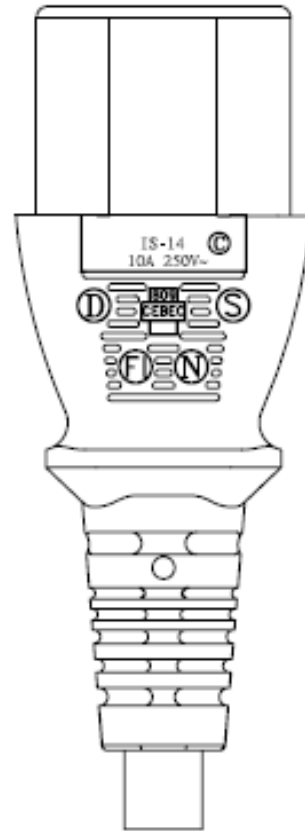
DWG. NAME	TYPE AND DIMENSIONS			TOLERANCE	
APPLY TO STANDARD	EUROPE APPROVAL POWER SUPPLY CORD				
ISSUE DATE	2000/09/19	REV.	E	≤ 1.0	±0.3
REVISE DATE	2005/06/29	UNIT	mm	≤ 10.0	±0.5
TYPE	IS-14	DWG. NO.	L14-01	≤ 20.0	±1.0
WIRE	H05VV-F (0.75~1.0/3),H03VV-F (0.75/3)			> 20.0	±2.0
		DESIGN BY	FANNY WANG		
		REVIEW BY	GERRY LAI		
		APPROVE BY	RYAN LAI		

MARKING

ISSUE 2011.04.21	STD. NAME EUROPE APPROVAL POWER SUPPLY CORD	FILE NO. L14-01-8
REVISED B	CAT NO. IS-14 成品標識示意圖	PAGE 1



CEBEC MARKING:



LCIE MARKING:



D. by	YUN	C. by	BOBOAN	A. by	CUI
-------	-----	-------	--------	-------	-----

SPECIFICATION

Rev. 1.0

Issued	2012/4/30	Description	File No.	Y346E3016
Revised		SP-023+IS-14 H05VV-F 3G 1.5mm ²	Page	1/1

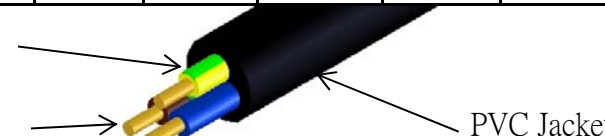
1. Scope :

This specification is applied to power supply cord conforming to:
IEC 60227 IEC 60884-1 IEC 60320-1



2. Construction and dimensions:

In accordance with the following tables and attached drawings.

Item	Cat. No.	Rating		Approved No.
		A	V	
Plug	SP-023	16	250	As attachment
Connector	IS-14	10	250	As attachment

Flexible cord					H05VV-F 3G 1.5mm ²			
Approved No.					As attachment			
Rating					300/500V 70°C			
Conductor		Insulation			Jacket			Conductor Resistance
Nominal (mm ²)	Composition (pcs/mm)	Avg. Thickness (mm)	Min Thickness (mm)	Diameter (mm)	Avg. Thickness (mm)	Min Thickness (mm)	Diameter	Max 13.3Ω/km at In case of dispute, Conductor resistance shall be the referee method.
1.5	48/ § 0.20+0,-0.015	0.7	0.53	§ 3.1±0.1	0.9	0.67	§ 8.5±0.2	
								Insulation Color
								Blue
								Brown
								Yellow/Green

3. Cable marking on the sheath:

Shenzhen:
SGIS <VDE>KEMA-KEUR  <VDE> △CEBEC 809  NF-USE 1346 IEMMEQU
H05VV-F 3G 1.5mm² 60227 IEC 53 RVV 300/500V  A003083 3ASL/150 4V-75 V-75(75°C) 250/440V
ORDINARY DUTY Q96257 -LF- 

Kunshan:
KSIS <VDE>KEMA-KEUR  <VDE> △CEBEC 809  NF-USE 1353 IEMMEQU
H05VV-F 3G 1.5mm² 60227 IEC 53 RVV 300/500V  A041481 3ASL/150 4V-75 V-75(75°C) 250/440V
ORDINARY DUTY Q96257 -LF- 

發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

Items 項目	Conditions 條件	Specification 規格
1 Insulation resistance 絕緣抵抗	The insulation resistance is measured with a d.c. voltage of approximately 500 V, the measurement being made 1 min after application of the voltage.	The insulation resistance shall be not less than 100 MΩ.
	Between all poles connected together and the body.	
	Between each pole in turn and all others, these being connected to the body.	
2 Electric strength 耐電壓	Testing transformer capacity (耐壓計容量) :500 VA or more Trip current(遮斷電流) :2mA frequency(周波數) :50/60 Hz Test time:1Min	No flashover or breakdown shall occur during the test.
	Between each contact in turn and the others connected together. <u>2800V</u> /1min.	
	Between the current-carrying contacts connected together and the body. <u>4000 V</u> /1 min.	
3 Moisture resistance 耐濕性	The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 91% and 95%. The temperature of the air, at all places where specimens can be located, is maintained within $\pm 1^{\circ}\text{C}$ of any convenient value $t^{\circ}\text{C}$ between 20°C and 30°C . Before being placed in the humidity cabinet, the specimens are brought to a temperature between $t^{\circ}\text{C}$ and $(t+4)^{\circ}\text{C}$. The specimens are kept in the cabinet for - 168h (7 days) for connector with earthing contact and for appliance inlets with earthing contact, which are submitted as individual accessories, not incorporated in other equipment.	After this treatment, the specimen shall show no damage.
4 Polarity/Continuity	Line and neutral shall be test at 24V;shall be instantaneous	Without breakdown

發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

Items 項目	Conditions 條件	Specification 規格	Items 項目																		
5 Flexing test 屈曲強度	<p>The oscillating member is moved through an angle of 90° (45° on either side of the vertical), the number of flexings being 10,000 and the rate of flexing 60/min.</p> <p>Specimens with circular section flexible cables are turned through 90° in the oscillating member after 5 000 flexings; specimens with flat flexible cables are only bent in a direction perpendicular to the plane containing the axes of the conductors.</p>		no interruption of the current, no short circuit between conductors.																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load Weight (g)</th> <th>Angle $\theta(^{\circ})$</th> <th>Optional direction (turns)</th> <th>Furthermore 90° rotational direction (turns)</th> <th>Rate of flexing per min (turns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>plug</td> <td>0.75mm²↓ 1020(10N) 1.0mm²↑ 2040(20N)</td> <td>45</td> <td>10000</td> <td>5000</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>connector</td> <td>0.75mm²↓ 1020(10N) 1.0mm²↑ 2040(20N)</td> <td>45</td> <td>20000</td> <td>10000</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>			Load Weight (g)	Angle $\theta(^{\circ})$	Optional direction (turns)	Furthermore 90° rotational direction (turns)	Rate of flexing per min (turns)	plug	0.75mm ² ↓ 1020(10N) 1.0mm ² ↑ 2040(20N)	45	10000	5000	60	connector	0.75mm ² ↓ 1020(10N) 1.0mm ² ↑ 2040(20N)	45	20000	10000	60
		Load Weight (g)		Angle $\theta(^{\circ})$	Optional direction (turns)	Furthermore 90° rotational direction (turns)	Rate of flexing per min (turns)														
plug	0.75mm ² ↓ 1020(10N) 1.0mm ² ↑ 2040(20N)	45	10000	5000	60																
connector	0.75mm ² ↓ 1020(10N) 1.0mm ² ↑ 2040(20N)	45	20000	10000	60																
<p style="text-align: right;">IEC 133202</p>																					

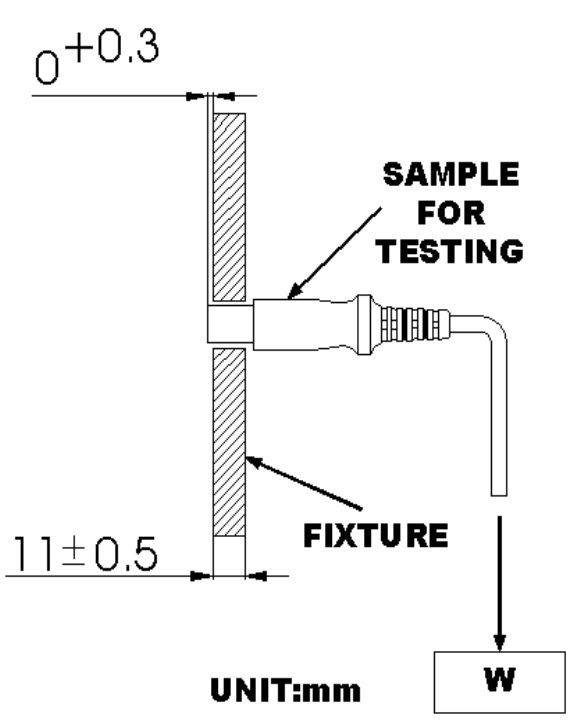
發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

Items 項目	Conditions 條件	Specification 規格
6 Breaking capacity 啓斷容量	<p>The connector and appliance inlet are connected and disconnected 50 times (100 strokes) at a rate of 30 strokes per minute. The length of a stroke of the test apparatus is between 50mm and 60mm.</p> <p>The periods during which the test current is passed from the connection to the subsequent disconnection of the accessories are 1.5(+0.5,-0)s.</p> <p>The test voltage is 275V, the test current is 1.25 times rated current and the power factor is at least 0.95 for 10A and 16A connectors and 0.6±0.05 for other connectors</p>	The specimen shall show no damage impairing its further use and the entry holes for the pins shall not show any serious damage.
7 Normal Operation 正常操作	<p>0,2 A connectors and the appliance inlet are connected and disconnected 2 000 times (4 000 strokes) without current flowing.</p> <p>Other connectors and the appliance inlet are connected and disconnected 1 000 times (2 000 strokes) at rated current and 3 000 times (6 000 strokes) without current flowing.</p>	No damage; The specimen can withstand the electric strength test with the voltage of 1500V.
8 Temperature rise 溫昇	<p>An alternating current of 1.25 times rated current is passed through the current-carrying contacts for 1h.</p> <p>For connectors with earthing contact, the current is then passed through one current-carrying contact and the earthing contact for 1h</p>	The temperature rise of pins, terminals and contacts shall not exceed 45k.

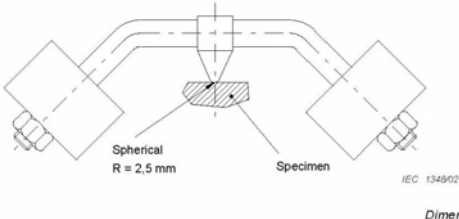
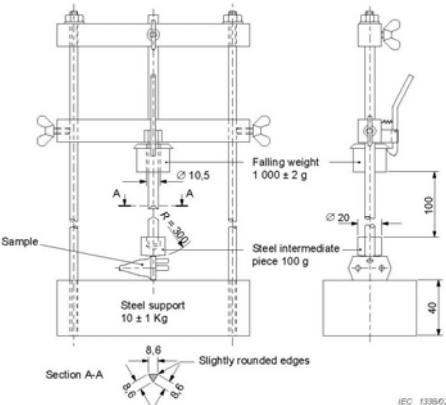
發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

9	Withdrawal force 引拔力	<p>Verification of the maximum withdrawal force The connector is inserted to the full depth into and withdrawn from the appropriate appliance inlet 10 times. It is then again inserted for a principal mass is such that it exerts a force equal to one-tenth of the maximum withdrawal force specified in the table and it shall be made in one piece and a supplementary.</p> <p>Verification of the minimum withdrawal force The test pin gauge is applied to each individual connector contact with the contact axes vertical and the gauge hanging vertically downwards. The total mass of the gauge shall be such as to exert the applicable force as show in table.</p> <table border="1" data-bbox="443 947 1182 1368"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Type of connector</th> <th colspan="3">Withdrawal force N (kg)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Multi-pin gauge</th> <th rowspan="2">Single-pin gauge minimum</th> </tr> <tr> <th>Max</th> <th>Min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.2A 2.5A 6A 10A</td> <td>50 (5.1)</td> <td>10 (1.0)</td> <td>1.5 (0.15)</td> </tr> <tr> <td>16A</td> <td>60 (6.1)</td> <td>15 (1.5)</td> <td>2 (0.2)</td> </tr> </tbody> </table>	Type of connector	Withdrawal force N (kg)			Multi-pin gauge		Single-pin gauge minimum	Max	Min	0.2A 2.5A 6A 10A	50 (5.1)	10 (1.0)	1.5 (0.15)	16A	60 (6.1)	15 (1.5)	2 (0.2)	<p>After Verification of the maximum withdrawal force test. The principal mass is hung on the connector without jolting and the supplementary mass is allowed to fall from a height of 5 cm on to the principal mass. The connector shall not remain in the appliance inlet.</p> <p>After Verification of the minimum withdrawal force test. The test pin gauge is applied gently, and care is taken not to knock the assembly when checking the minimum withdrawal force. The gauge shall not fall from the contact assembly within 3 sec.</p>
Type of connector	Withdrawal force N (kg)																			
	Multi-pin gauge			Single-pin gauge minimum																
	Max	Min																		
0.2A 2.5A 6A 10A	50 (5.1)	10 (1.0)	1.5 (0.15)																	
16A	60 (6.1)	15 (1.5)	2 (0.2)																	
10	Resistance to heat 耐熱試驗	<p>The test being made in a heating cabinet at a temperature of $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$.</p> <p>The specimen is clamped between steel jaws, having a cylindrical face of 25mm radius, a width of 15mm and a length of 50mm. The corners are rounded with a radius of 2.5mm.</p> <p>The specimen is clamped in such a way that the jaws press against it in the area where it is gripped in normal use, the centre line of the jaws coinciding as nearly as possible with the centre of this area.</p> <p>The force applied through the jaws is 20N</p>	<p>After 1h, the jaws are removed and the specimen shall show no damage within the meaning of this standard.</p>																	

發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

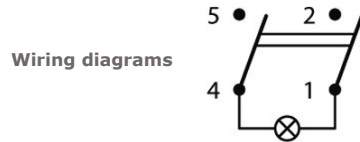
Items 項目	Conditions 條件	Specification 規格
11 Resistance to Aging 老化試驗	<p>The specimens are suspended freely in a heating cabinet, ventilated by natural circulation. They are kept in the cabinet, which is maintained at a temperature of $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$, for 168h (7 days).</p> <p>After the test are allowed to attain approximately ambient temperature and are then examined.</p> <p>They shall show no crack visible to the naked eye, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows.</p> <p>1) A forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth is pressed on the specimen with a force of 5N. 2) No traces of the cloth shall remain on the specimen and the material of the specimen shall not stick to the cloth.</p>	After this test, the specimen shall show no damage which would lead to non-compliance with this standard.
12 Bending strength of connector body 本體機械強度	<p>After the connector's point is fixed as shown in the figure below. Load of 10kg shall be applied vertically and slowly for 15 s.</p> 	After the test, the connector shall show no damage.

發行 ISSUED 2000.03.05	標準名稱 STD.NAME	SPECIFICATION	檔案編號 FILE NO
修訂 REVISED 2010.05.24	題目 TITLE	THE CHARACTERISTIC OF POWER SUPPLY CORD FOR EUROPE	SPEC-EU

<p>13 Ball pressure test 球壓測試</p>	<p>The sample is 2 mm wide, surrounding the phase and neutral pin entry holes of socket-outlets, shall be subjected to a ball-pressure test.</p> <p>The part under test shall be placed on a steel plate at least 3 mm thick and in direct contact with it.</p> <p>The surface of the part to be tested is placed in the horizontal position and the hemispherical tip of the test equipment is pressed against the surface with a force of 20 N.</p> <p>The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1h. After 1 h the ball shall be removed from the specimen, which is then immersed within 10 s, in cold water for cooling down to approximately room temperature.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Dimensions in millimetres</i></p>	<p>The diameter of the impression caused by the ball is measured and shall not exceed 2 mm.</p>
<p>14 Impact test at Low temperature 低溫撞擊測試</p>	<p>The apparatus, positioned on a pad of sponge rubber 40 mm thick, is placed together with the specimens in a freezer at a temperature of $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$, for at least 16 h.</p> <p>At the end of this period, each specimen, in turn, is placed in the normal position of use as shown in the figure below, and a weight is allowed to fall from a height of 100 mm. The mass of the falling weight is $(1\ 000 \pm 2)$ g.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Dimensions in millimetres</i></p>	<p>After the test, the specimen shall show no damage within the meaning of this standard.</p>

SX82 Series | Double-pole switch 20A quick connection 6.3 black body, red illuminated

PRODUCT CODE: SX8211881G210093



Body colour



Marking



Actuator colour



Marking colour



Approvals



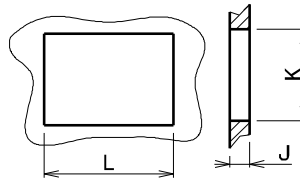
Rating

20 (2) A / 250 VAC
 16 (8) A / 250 VAC
 10 (6) A / 250 VAC - 5E4
 T125/55 °C
 EN 61058

20 A / 125 VAC
 16 A / 250 VAC
 3/4 HP - 125 VAC / 250 VAC
 T105 °C
 UL 1054

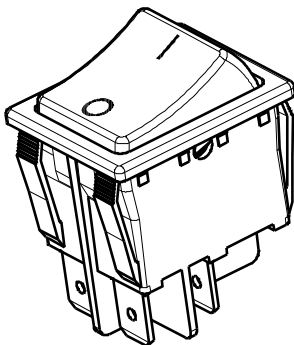
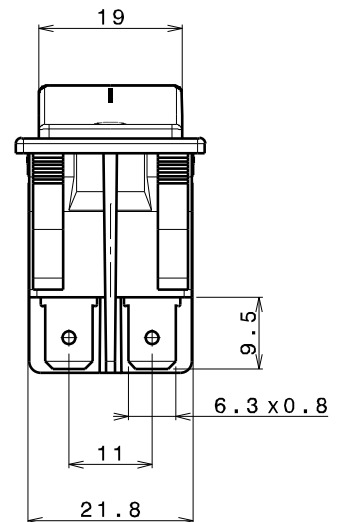
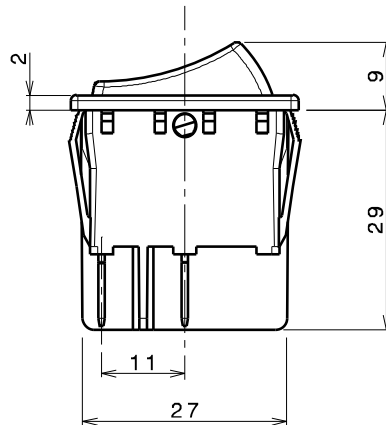
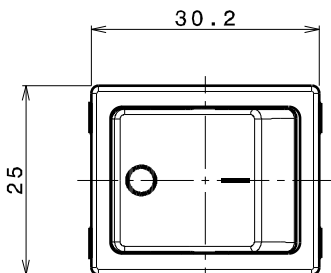
Mechanical Life: >50,000 cycles
 Protection degree: IP40
 Contact opening: full disconnection > 3mm

Panel Cut Out



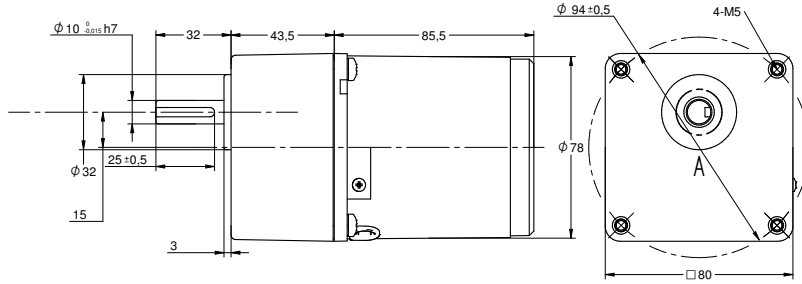
L	K	J
28.2 ^{+0.1} ₀	22.3 ^{+0.1} ₀	0.7+3.5

Dimensions (mm)



Motor model AI-025W ← SOLD SEPARATELY → Gear box model S80A

DRAWING
(mm)



PHOTO



MODEL NO. DESIGNATION

Motor model - Voltage - S/T C/B S= Single phase / T=Three phase C=Cable / B = Terminal box Example: **AI-006W-230-SC (*)**

Gear box model - Gear ratio Example: **S60A-050 (*)**

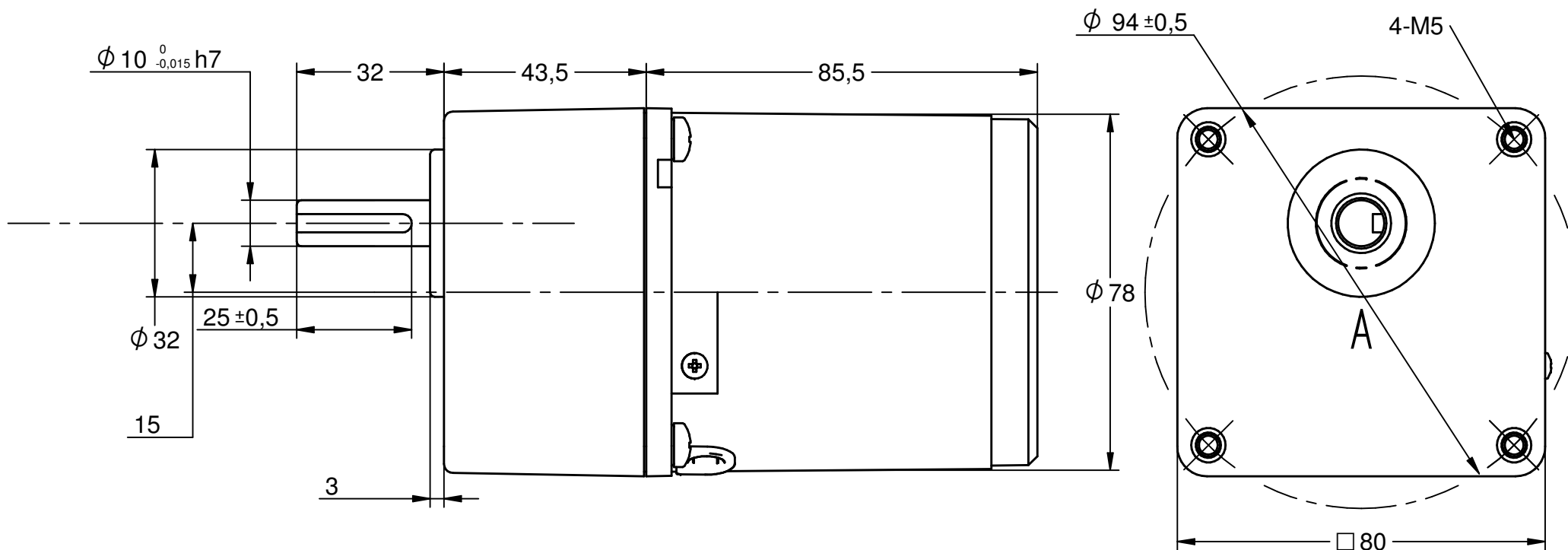
*** ALL MOTORS AND GEAR BOXES ARE SOLD SEPARATELY. SELECT GEAR BOX FRAME SIZE SAME AS MOTOR FRAME SIZE. ASSEMBLY SCREWS ARE INCLUDED IN DELIVERY**

GEAR MOTOR DATA RATIO	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	250	300	500	600	750	
230VAC 50Hz 1 phase																														
Nominal rpm 220 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	
Nominal rpm 230 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	
Nominal Nm 220 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	29.5	35.4	59.0	70.8	88.5	
Nominal Nm 230 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	29.5	35.4	59.0	70.8	88.5	
120VAC 60Hz 1 phase																														
Nominal rpm 110 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	6	5	3	3	2	
Nominal Nm 110 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	24.3	29.2	48.7	58.4	73.0	
208VAC 60Hz 3 phase																														
Nominal rpm 220 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	6	5	3	3	2	
Nominal Nm 220 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	24.3	29.2	48.7	58.4	73.0	
GEAR HEAD DATA																														
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	66	66	59	59	59	59	
Max. torque (Nm)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Radial F 20 mm shaft (N)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Max. thrust load (N)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Out rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	

GEAR MOTOR FEATURES	STANDARD	CUSTOMIZATION
Motor type	AC induction	Voltage
Insulation Class	130 (B)	155 (F)
Speed tolerance	± 5%	
Cables 6W-25W 40W-120W	AWG20 AWG-18 300 mm	Harness
Cables wiring	Table at bottom of page	Per request
Housing materials	Aluminium	
Gears and shaft material	40Cr	Shaft dimensions
Bearings types	Ball bearings	
Operating temperature	-10-...+40 °C	-40-...+40 °C
Manufacturing quality standards	ISO 9001	
RoHS compliance	Yes	
CE UL label	Yes 230 400 (VAC) 120 208	
IP rating cable terminal box	IP20 IP54	
Insulation Resistance	100 M Ω or more when 500 VDC megger is applied between the windings and the case after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Dielectric Strength	Sufficient to withstand 1.5 kV at 50 Hz or 60 Hz applied between the windings and the case for 1 minute after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Temperature Rise	Temperature rise of windings are 176°F (80°C) or less measured by the resistance change method after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	

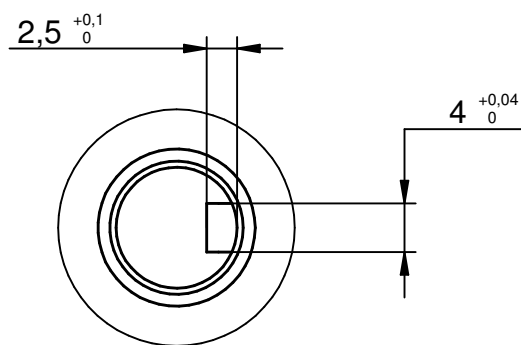
MOTOR DATA			
Base voltage (VAC)	230	120	208
Nominal voltage (VAC) A	220	110	220
Nominal voltage (VAC) B	230	120	
Phase Frequency Hz	1 50	1 60	3 60
Number of poles	4	4	4
Output (W)	25	25	25
Nominal speed (rpm) voltage A	1250	1550	1550
Nominal speed (rpm) voltage B	1250	1550	
Nominal torque mNm voltage A	200	165	165
Nominal torque mNm voltage B	200	165	
Nominal current (A) voltage A	0.25	0.45	0.17
Nominal current (A) voltage B	0.23	0.50	
Stall torque mNm voltage A	120	120	250
Stall torque mNm voltage B	120	120	
Capacitor μF included in delivery	1.8	7	
Weight motor Kg	1.6	1.6	1.6
Weight gear motor Kg	2.4	2.4	2.4

ELECTRIC WIRING CONNECTION	
VERSION C 1 PHASE	capacitor white-blue neutral N-red phase-white CW, -blue CWW
VERSION B 1 PHASE	capacitor U2-Z2 neutral N-U1 phase-U2 CW, -Z2 CWW
VERSION C B 3 PHASES	-blue, -red, -white. Swap a pair for inversed rotation





Label

AI-AIR025C-S80A
 Date: YY.MM.DD
 www.transmotec.com



DETAIL A

 TRANSMOTEC www.transmotec.com	Article No. AI-AIR025C-S80A	Base model 2 Base Model		
	Scale 1:1,25	Projection 	Date 2020-03-31	Rev. No. 4 Rev.Date

Copyright

This drawing contains confidential information and is the property of Transmotec Sweden AB, without whose permission it may not be copied, shown or handed to a third party or otherwise used and is to be returned promptly upon request to the design owner, who is responsible for the drawing.



S90A-003

Spur gear box suitable for Transmotec AC motors AI AIR AIS series

Product name: S90A-003 | SKU: 22900085

≥ 1 pcs	≥ 5 pcs	≥ 25 pcs	≥ 50 pcs	≥ 100 pcs
€105.95	€87.03	€74.41	€71.26	

1

Available on backorder

- [Specification](#) ↓
- [Customizations](#) ↓
- [Drawing](#) ↓
- [Datasheet and downloads](#) ↓

Specification

Size	90x90mm
Ratio	3
Weight	1.35kg

SKU

22900085

0



Customizations

Some of the possible customizations:

For any inquiries regarding customizations, please contact us at:

✉ info@transmotec.com

☎ +46 8-792 35 30

Drawing

Datasheet and downloads

Transmotec

[Products](#)

[My account](#)

[Checkout](#)

Terms and conditions

[Delivery](#)

[Payment](#)

Contact

✉ info@transmotec.com

☎ +46 8-792 35 30

📞 +46 8-792 35 20



Copyright © 2019 Transmotec. All rights reserved.

Aplicaciones industriales y de motor a BS88: estándar

Cartuchos fusibles con etiquetas con perno de variación

Especificaciones

Descripción

Cartuchos fusibles para aplicaciones de uso general con factor de fusión Q1, uso general (gG) y protección de motores (gM) para aplicaciones de motores y uso industrial general.

Datos técnicos

Tensión nominal:

- gG: hasta 550 V CA; consulte las tablas para más detalles
- gM: hasta 500 V CA; consulte las tablas para más detalles

Corriente nominal: 2 a 200 A, consulte las tablas para más detalles

Capacidad de interrupción: 80 kA hasta 550 V CA; consulte las tablas para más detalles

Información de agencias/estándares

Cumple el BS88 partes 1 y 2, IEC 60269 partes 1 y 2.

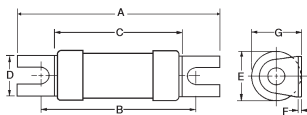
Selección de productos

NITD, clase gG, 550 V CA, 2 a 32 A - clase gM, 415 V CA, 20 a 32 A



Números de catálogo	Tensión nominal	Corriente nominal (amperios)	Capacidad de interrupción	Clase operativa	BS Referencia	Centros de fijación (mm)	Cantidad del paquete	Portafusibles compatibles
NITD2	550 V CA	2	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	Para la gama de CM32FC consulte la página 44
NITD4	550 V CA	4	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD6	550 V CA	6	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	Para la gama de RS2GH consulte la página 58
NITD10	550 V CA	10	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD16	550 V CA	16	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD20	550 V CA	20	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD25	550 V CA	25	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	Gama CM32FC, consulte la página 44
NITD32	550 V CA	32	80 kA a 550 V CA	gG	A1	44	20	
NITD20M25	415 V CA	20M25	80 kA a 415 V CA	gM	A1	44	20	
NITD20M32	415 V CA	20M32	80 kA a 415 V CA	gM	A1	44	20	
NITD32M40	415 V CA	32M40	80 kA a 415 V CA	gM	A1	44	20	
NITD32M50	415 V CA	32M50	80 kA a 415 V CA	gM	A1	44	20	
NITD32M63	415 V CA	32M63	80 kA a 415 V CA	gM	A1	44	20	

Dimensiones (mm)



Números de catálogo	A	B	C	D	E	F	G
NITD2-32 y NITD20M25-32	55	44	34.6	11.2	13.8	0.8	14
NITD32M40-63	55	44	35.6	11.2	17.5	1.2	18.5

Ficha de producto: 4106

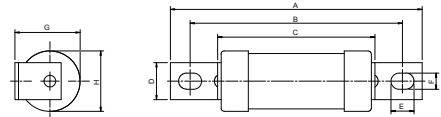
Cartuchos fusibles con etiquetas con perno de variación

AAO, clase gG, 550 V CA, 2 a 32 A - clase gM, 500 V CA, 32 A



Números de catálogo	Tensión nominal	Corriente nominal (amperios)	Capacidad de interrupción	Clase operativa	BS Referencia	Centros de fijación (mm)	Cantidad del paquete	Portafusibles compatibles
AAO2	550 V CA	2	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	Para la gama CM32F consulte la página 44
AAO4	550 V CA	4	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO6	550 V CA	6	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	Para la gama RS32 consulte la página 58
AAO10	550 V CA	10	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO16	550 V CA	16	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO20	550 V CA	20	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO25	550 V CA	25	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO32	550 V CA	32	80 kA a 550 V CA	gG	A2	73	20	
AAO32M40	500 V CA	32M40	80 kA a 500 V CA	gM	A2	73	20	
AAO32M50	500 V CA	32M50	80 kA a 500 V CA	gM	A2	73	20	
AAO32M63	500 V CA	32M63	80 kA a 500 V CA	gM	A2	73	20	

Dimensiones (mm)



Números de catálogo	A	B	C	D	E	F	G	H
AAO2-32	85	73	35.5	8.7	8	5.5	14	13.7
AAO32M40-63	85	73.5	54.5	8.7	8	5.5	22.3	21

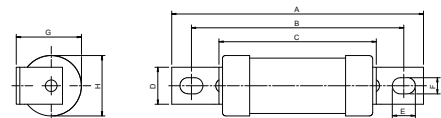
Ficha de producto: 4109

BAO, clase gG, 500 V CA, 40 a 63 A - clase gM, 500 V CA, 63 A



Números de catálogo	Tensión nominal	Corriente nominal (amperios)	Capacidad de interrupción	Clase operativa	BS Referencia	Centros de fijación (mm)	Cantidad del paquete	Portafusibles compatibles
BAO40	500 V CA	40	80 kA a 500 V CA	gG	A3	73	20	Para la gama CM63F consulte la página 44
BAO50	500 V CA	50	80 kA a 500 V CA	gG	A3	73	20	
BAO63	500 V CA	63	80 kA a 500 V CA	gG	A3	73	20	Para la gama RS63 consulte la página 58
BAO63M80	500 V CA	63M80	80 kA a 500 V CA	gM	A3	73	20	
BAO63M100	500 V CA	63M100	80 kA a 500 V CA	gM	A3	73	20	

Dimensiones (mm)



Números de catálogo	A	B	C	D	E	F	G	H
BAO40-63 y BAO63M80-100	87	73.5	54.5	12.7	8	5.5	22.3	21

Ficha de producto: 4112

Portafusibles Red spot

Especificaciones

Descripción

Portafusibles BS diseñados específicamente para encajar en cartuchos fusibles BS.

Datos técnicos

Tensión nominal: 660-690 V CA / 460 V CC
Corriente nominal: 20 a 400 A

Información de agencias/estándares

BS88 e IEC 60269-1



Selección de productos

Números de catálogo	Descripción	Color	Corriente nominal (amperios)	Tensión nominal	Tamaño de conductores mínimo (mm²)	Tamaño de conductores máximo (mm²)	Cantidad del paquete	Cartuchos fusibles compatibles
RS20H	Conexión frontal	Negro	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20HWH	Conexión frontal	Blanco	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20HGN	Conexión frontal	Verde	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20HGY	Conexión frontal	Gris	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20P-G	Conexión con perno posterior	Negro	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20P-GWH	Conexión con perno posterior	Blanco	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20P-GGN	Conexión con perno posterior	Verde	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20P-GGY	Conexión con perno posterior	Gris	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20PH-G	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20F	Conexión con perno posterior, montaje de purga	Negro	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20PWH	Conexión con perno posterior, montaje de purga	Blanco	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20FGN	Conexión con perno posterior, montaje de purga	Verde	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS20FGY	Conexión con perno posterior, montaje de purga	Gris	20	660-690 V CA / 460 V CC	1	10	10	NITD*, NIT
RS32H	Conexión frontal	Negro	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32HWH	Conexión frontal	Blanco	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32HGN	Conexión frontal	Verde	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32P	Conexión con perno posterior	Negro	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32PWH	Conexión con perno posterior	Blanco	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32PGN	Conexión con perno posterior	Verde	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS32PH	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	32	660-690 V CA / 460 V CC	1	16	10	TIA, AAO, H07-660
RS63H	Conexión frontal	Negro	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS63HWH	Conexión frontal	Blanco	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS63P	Conexión con perno posterior	Negro	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS63PWH	Conexión con perno posterior	Blanco	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS63PH	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS63PHWH	Conexión con perno posterior/frontal	Blanco	63	660-690 V CA / 460 V CC	4	50	10	TIS, BAD
RS100H	Conexión frontal	Negro	100	660-690 V CA / 460 V CC	6	70	5	TCF, CEO
RS100HWH	Conexión frontal	Blanco	100	660-690 V CA / 460 V CC	6	70	5	TCF, CEO
RS100P	Conexión con perno posterior	Negro	100	660-690 V CA / 460 V CC	6	70	5	TCF, CEO
RS100PWH	Conexión con perno posterior	Blanco	100	660-690 V CA / 460 V CC	6	70	5	TCF, CEO
RS100PH	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	100	660-690 V CA / 460 V CC	6	70	5	TCF, CEO
RS200H	Conexión frontal	Negro	200	660-690 V CA / 460 V CC	10	120	1	TF, DD
RS200HWH	Conexión frontal	Blanco	200	660-690 V CA / 460 V CC	10	120	1	TF, DD
RS200P	Conexión con perno posterior	Negro	200	660-690 V CA / 460 V CC	10	120	1	TF, DD
RS200PWH	Conexión con perno posterior	Blanco	200	660-690 V CA / 460 V CC	10	120	1	TF, DD
RS200PH	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	200	660-690 V CA / 460 V CC	10	120	1	TF, DD
RS400H	Conexión frontal	Negro	400	660-690 V CA / 460 V CC	25	240	1	TM, EF
RS400P	Conexión con perno posterior	Negro	400	660-690 V CA / 460 V CC	25	240	1	TM, EF
RS400PH	Conexión con perno posterior/frontal	Negro	400	660-690 V CA / 460 V CC	25	240	1	TM, EF

Ficha de producto: 10024

* NITD solo hasta 20 A

Portafusibles Red spot

Accesorios

Números de catálogo	Descripción	Cantidad del paquete	Cartuchos fusibles compatibles	Portafusibles compatibles
RS20LOCK	Inserciones bloqueables	20	N/A	RS20
RS32LOCK	Inserciones bloqueables	10	N/A	RS32
RS63LOCK	Inserciones bloqueables	10	N/A	RS63
RS100LOCK	Inserciones bloqueables	10	N/A	RS100
RS20RED	Soportes de alarma roja	10	N/A	RS20
RS32RED	Soportes de alarma roja	10	N/A	RS32
RS63RED	Soportes de alarma roja	10	N/A	RS63
RS100RED	Soportes de alarma roja	1	N/A	RS100
PS372-10	Kits adaptadores de cartuchos fusibles	1	TIA, TIS, AAO, BAO	RS100
TCA2	Kits adaptadores de cartuchos fusibles	1	AD, BD, CD, DD, TBC, TC, TF	RS400



RS-LOCK



RS-RED

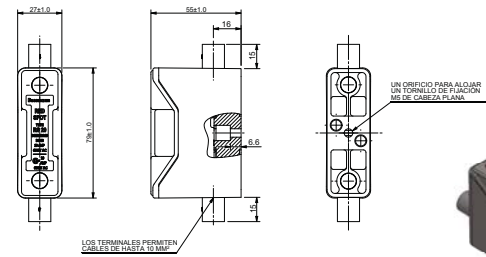


PS372-10



TCA2

Dimensiones (mm)



RS20H 20 A, con conexión frontal

Ficha de producto: 10024

ENGRANAJES CÓNICOS

BEVL GEARS

ENGRANAJES CÓNICOS (para ejes de 90°)

Ángulo de presión 20°

Según UNI 6588

Relación 1:1

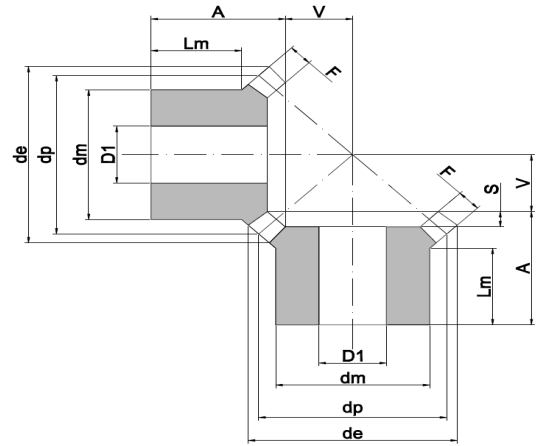
BEVEL GEARS (for shafts to 90°)

Pressure angle 20°

According to UNI 6588

Ratio 1:1

Material C 45- UNI 7847



Módulo	Z	dp	de	F	A	dm	D1	L	V	S	Lm
Diametral pitch											
1,5	16	24	26,12	6	18,9	20,3	8	-	7,1	-	12
	20	30	32,12	10	20	22	10	18	7,4	2	8,5
	25	37,5	39,62	10	23	28	10	21	11,09	2	12
	30	45	47,12	12	25	30	12	22,5	13,35	2,5	12
2	16	32	34,83	8	23,5	25,3	8	-	9,5	-	14
	20	40	42,83	12	25	32	10	22	10,78	3	12
	25	50	52,82	14	28	40	12	25	14,28	3	12,3
	30	60	62,83	16	30	50	12	27	17,78	3	12,8
2,5	16	40	43,53	10	28,1	30,3	12	-	11,9	-	15
	20	50	53,53	12	30,5	40	12	27	15,43	3,5	16
	25	62,5	66	15	33,5	50	15	30	19,48	3,5	16
	30	75	78,53	18	35,5	55	15	32	23,63	3,5	16
3	16	48	52,25	12	31,7	40,3	12	-	14,3	-	18
	20	60	64,24	18	35	45	15	31	16	4	13,6
	25	75	79,24	20	38	55	15	34	22	4	16
	30	90	94,24	22	40	60	20	36	28	4	17
3,5	16	56	60,95	14	36,4	45,3	16	-	16,6	-	20
	20	70	74,95	22	40,5	55	15	36	18,13	4,5	17
	25	87,5	92,45	26	43,5	65	20	39	23,97	4,5	18
4	30	105	109,95	30	48	70	20	43,5	30,02	4,5	19
	16	64	69,65	15	44,3	50,3	16	-	19,7	-	25
	20	80	85,65	25	43	60	18	38	20,74	5	18
	25	100	105,65	28	45	70	20	40	28,5	5	18
4,5	30	120	125,65	32	48	80	20	43	35,67	5	16
	16	72	78,38	17,5	46,3	55,3	20	-	21,7	-	25
	20	90	96,38	28	48	65	20	42	23,41	6	18
	25	112,5	118,8	32	50	75	20	44	31,76	6	18
5	30	135	141,38	35	53	90	20	47	40,82	6	17
	16	80	87,07	18	48,9	60,3	20	-	25,1	-	25
	20	100	107,07	30	50,5	70	20	44	26,86	6,5	18,5
	25	125	132,07	34	53,5	90	20	47	36,36	6,5	18
	30	150	157,07	38	56,5	110	20	50	45,97	6,5	18

TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 6 de 12

2.4 DIN-7985

Tornillo de cabeza alomada y huella Ph



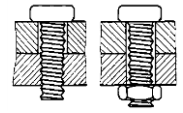
Propiedades



Acero



Recubrimiento zincado

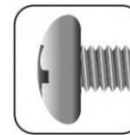


Unión chapas

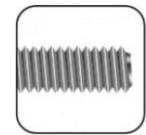
Propiedades



Ph

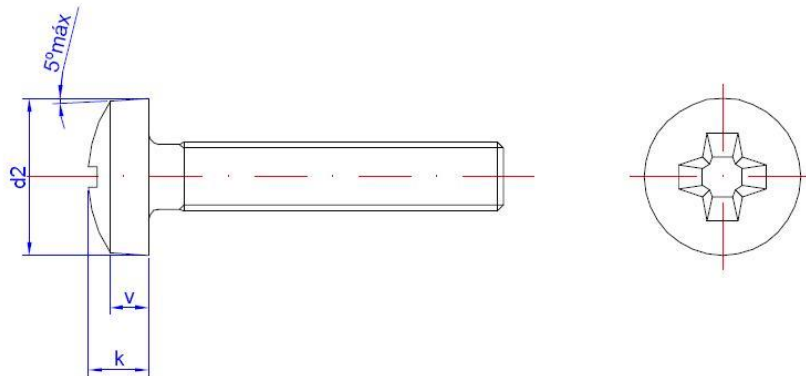


Cabeza alomada



Métrica

MÉTRICA		M3	M4	M5	M6
Ød2: diámetro cabeza	[mm]	6	8	10	12
k: espesor cabeza	[mm]	2.4	3.1	3.8	4.6
v	[mm]	1.6	2.0	2.5	3.0
Hueco Ph		1	2	2	3
Punta colocación		PUPHC01 PUPHL01	PUPHC02 PUPHL02	PUPHC02 PUPHL02	PUPHC03 PUPHL03



TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

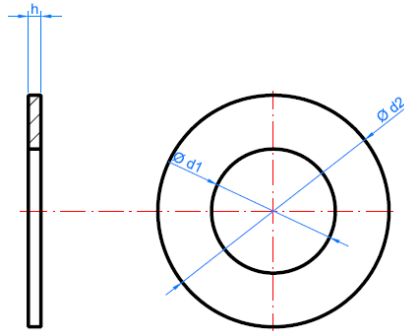
Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 10 de 12

2.8 DIN-125

Arandela plana



Propiedades



Acero



Recubrimiento zincado

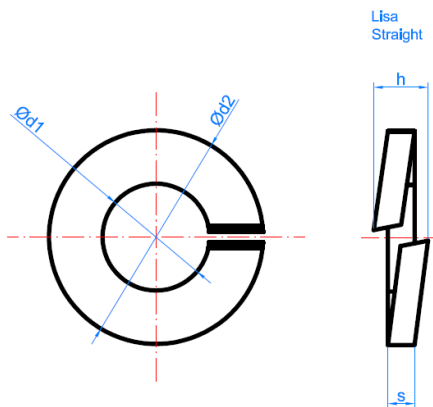


Posibilidad en Inoxidable A2

MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
Ød1: diámetro interior	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	28,0	31,0	34,0	37,0
Ød2: diámetro exterior	9	10	12	16	20	24	28	30	34	37	39	44	50	56	60	66
h: espesor	0,8	1	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	5	5

2.9 DIN-127

Arandela muelle Grower



Propiedades



Acero



Recubrimiento zincado

MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Ød1: diámetro interior	4,1	5,1	6,1	8,1	10,2	12,2	14,2	16,2	18,2	20,2	22,5	24,5	27,5	30,5	36,5
Ød2: diámetro exterior	7,6	9,2	11,8	14,8	18,1	21,1	24,1	27,4	29,4	33,6	35,9	40	43	48,2	58,2
h: anchura lisa	2	2,6	3,3	4,3	4,8	5,4	6,5	7,6	7,7	8,7	8,7	10,9	10,9	13,1	13,1
s: espesor	0,9	1,2	1,6	2	2,2	2,5	3	3,5	3,5	4	4	5	5	6	6

TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 11 de 12

2.10 DIN-9021

Arandela plana ancha

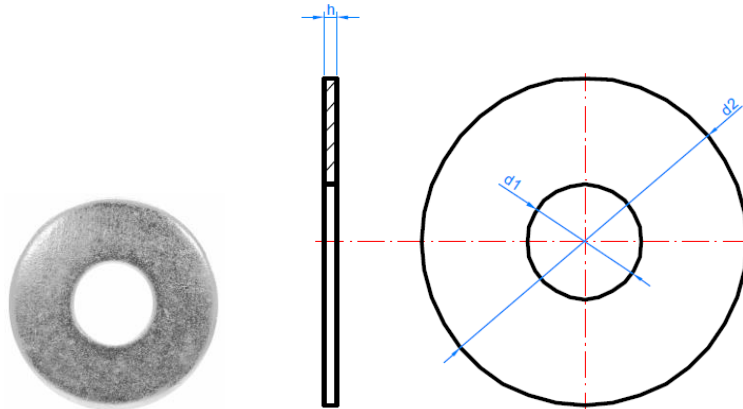
Propiedades



Acero



Recubrimiento zincado



MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
Ød1: diámetro interior	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13,0	15,0	17,0	20,0	22,0	24,0	26,0
Ød2: diámetro exterior	12	15	18	24	30	37	44	50	56	60	66	72
h: espesor	1	1,2	1,6	2	2,5	3	3	3	4	4	5	5

2.11 DIN-934

Tuerca hexagonal

Propiedades



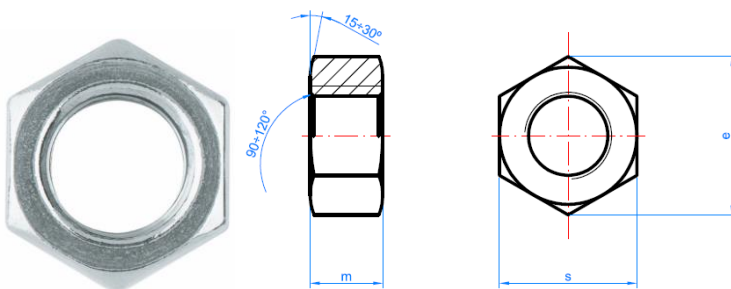
Acero



Recubrimiento zincado



Posibilidad en Inoxidable A2



M	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
s	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
e	7,7	8,8	11,1	14,4	18,9	21,1	24,5	26,8	29,6	32,9	35,0	39,6	45,2	50,9	55,4	60,8
m	3,2	4	5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	26	29
Llave	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55

CAPACITÀ CARICO ASSIALE

Il carico assiale puro non deve superare il valore di 0.5 C₀. Nei cuscinetti di piccole dimensioni (diametri fino a circa 12 mm) e in quelli delle serie leggere (serie diametri 8, 9, 0, e 1), il corrispondente limite è 0,25 C₀. Carichi assiali eccessivi possono ridurre considerevolmente la durata del cuscinetto.

APPELLATIVI SUPPLEMENTARI

I suffissi nell'appellativo utilizzati per identificare alcune caratteristiche dei cuscinetti radiali a sfere **ISB**[®] sono i seguenti:

C2	Gioco radiale interno inferiore al Normale
C3	Gioco radiale interno maggiore al Normale
C4	Gioco radiale interno maggiore di C3
C5	Gioco radiale interno maggiore di C4
J	Gabbia stampata in acciaio
M	Gabbia massiccia in ottone centrata sulle sfere
MA	Gabbia massiccia in ottone, centrata sull'anello esterno
MB	Gabbia massiccia in ottone, centrata sull'anello interno
N	Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno
NR	Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno, con anello elastico
P5	Precisione dimensionale e di rotazione secondo la classe di tolleranza 5 della norma ISO
P6	Precisione dimensionale e di rotazione secondo la classe di tolleranza 6 della norma ISO
P52	P5 + C2
P62	P6 + C2
P63	P6 + C3
RS	Tenuta in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) con rinforzo in lamiera stampata, da un lato del cuscinetto
RZ	Tenuta a basso attrito in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) con rinforzo in lamiera stampata, da un lato del cuscinetto
TN	Gabbia stampata ad iniezione in poliammide
TN9	Gabbia stampata ad iniezione in poliammide 6,6 rinforzata con fibre di vetro
Y	Gabbia stampata in ottone
Z	Schermo in lamiera stampata (tenuta non strisciante) da un lato del cuscinetto
ZNR	Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno, con anello elastico e schermo in lamiera dal lato opposto alla scanalatura
2RS	Tenuta in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) con rinforzo in lamiera, da entrambi i lati del cuscinetto
2RZ	Tenuta a basso attrito in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) con rinforzo in lamiera stampata, da entrambi i lati del cuscinetto
ZZ	Schermo Z da entrambi i lati del cuscinetto
ZZNR	Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno, con anello elastico e schermi in lamiera stampata da entrambi i lati del cuscinetto

AXIAL LOAD CARRYING CAPACITY

The pure axial load must not exceed 0.5 C₀. For small bearings (diameters up to approximately 12 mm) and light series bearings (diameter series 8, 9, 0, and 1), the corresponding limit is 0,25 C₀. Excessive axial loads may considerably reduce the bearing life span.

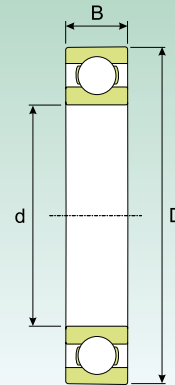
SUPPLEMENTARY DESIGNATIONS

*The designation suffixes used to identify certain characteristics of **ISB**[®] deep groove radial ball bearings are the following:*

C2	<i>Internal radial clearance smaller than Normal</i>
C3	<i>Internal radial clearance greater than Normal</i>
C4	<i>Internal radial clearance greater than C3</i>
C5	<i>Internal radial clearance greater than C4</i>
J	<i>Pressed steel cage</i>
M	<i>Solid machined brass cage, centred on the balls</i>
MA	<i>Solid machined brass cage, centred on the outer ring</i>
MB	<i>Solid machined brass cage, centred on the inner ring</i>
N	<i>Groove for snap ring on outer ring</i>
NR	<i>Groove for snap ring on outer ring, with snap ring</i>
P5	<i>Dimensional and rotation precision pursuant to tolerance class 5 of ISO standard</i>
P6	<i>Dimensional and rotation precision pursuant to tolerance class 6 of ISO standard</i>
P52	<i>P5 + C2</i>
P62	<i>P6 + C2</i>
P63	<i>P6 + C3</i>
RS	<i>Nitrile-Butadiene-Rubber (NBR) seal with pressed sheet steel reinforcement, on one side of the bearing</i>
RZ	<i>Nitrile-Butadiene-Rubber (NBR) low friction seal with pressed sheet steel reinforcement, on one side of the bearing</i>
TN	<i>Injection moulded cage of polyamide</i>
TN9	<i>Injection moulded cage of polyamide 6.6 with fibreglass reinforcement</i>
Y	<i>Pressed brass cage</i>
Z	<i>Pressed sheet steel shield (no contact seal) on one side of the bearing</i>
ZNR	<i>Groove for snap ring on outer ring, with snap ring and sheet steel shield opposite the groove</i>
2RS	<i>Nitrile-Butadiene-Rubber (NBR) seal with sheet steel reinforcement, on both sides of the bearing</i>
2RZ	<i>Nitrile-Butadiene-Rubber (NBR) low friction seal with pressed sheet steel reinforcement, on both sides of the bearing</i>
ZZ	<i>Z shield on both sides of the bearing</i>
ZZNR	<i>Groove for snap ring on outer ring with snap ring and pressed sheet steel shields on both sides of the bearing</i>

CUSCINETTI RADIALI AD UNA CORONA DI SFERE, IN ACCIAIO INOSSIDABILE

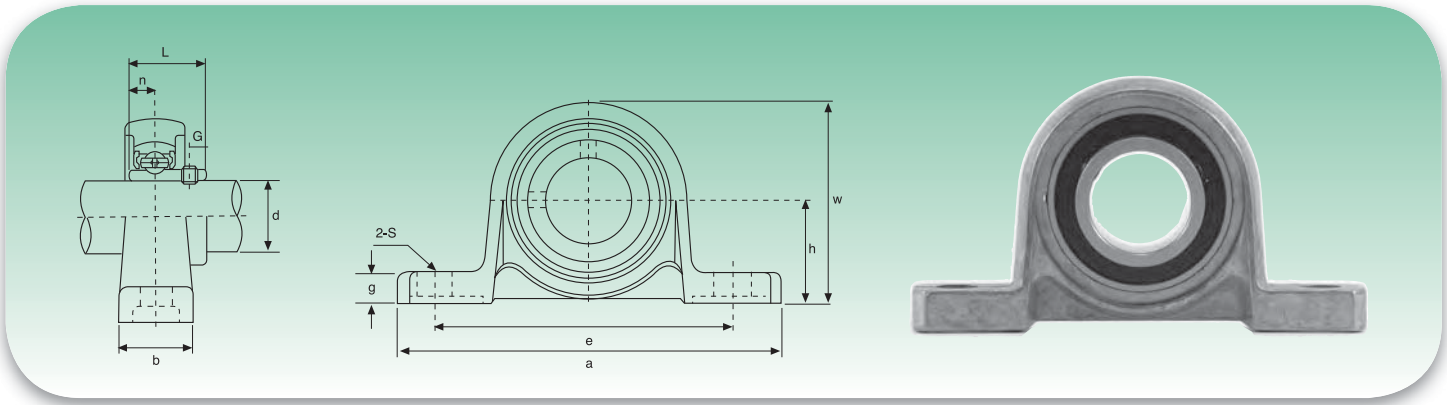
RADIAL STAINLESS STEEL DEEP GROOVE BALL BEARINGS



Dimensioni (mm) Dimension (mm)			Coefficiente di carico (KN) Load rating (KN)		Velocità limite (giri/min) Speed limit (Rpm)		Peso (Kg) Weight (Kg)	Sigla Designation
d (mm)	D (mm)	B (mm)	Dinamico Dynamic C	Statico Static C ₀	Lubrificazione Lubrication			
					Grasso Grease	Olio Oil		
1	3	1	0.055	0.017	114750	135000	0.000036	SS 618/1
2	5	1.5	0.153	0.047	91800	108000	0.00015	SS 618/2
3	6	3	0.212	0.083	76500	90000	0.00035	SS 637/3
	10	4	0.382	0.126	61200	72000	0.0016	SS 623
4	9	2.5	0.440	0.170	65025	76500	0.0007	SS 618/4
	11	4	0.593	0.220	61200	72000	0.0019	SS 619/4
	12	4	0.662	0.265	57375	67500	0.0024	SS 604
	13	5	0.777	0.274	51255	60300	0.0031	SS 624
5	11	3	0.529	0.240	57375	67500	0.0012	SS 618/5
	13	4	0.726	0.319	51255	60300	0.0023	SS 619/5
	16	5	0.905	0.358	45900	54000	0.005	SS 625
	19	6	1.823	0.897	38250	45000	0.009	SS 635
6	13	3.5	0.726	0.328	51255	60300	0.002	SS 618/6
	15	5	1.019	0.446	48195	56700	0.0039	SS 619/6
	19	6	1.823	0.897	38250	45000	0.0084	SS 626
7	14	3.5	0.790	0.382	48195	56700	0.0022	SS 618/7
	17	5	1.215	0.529	42840	50400	0.0049	SS 619/7
	19	6	1.823	0.897	40545	47700	0.0075	SS 607
	22	7	2.705	1.294	34425	40500	0.013	SS 627
8	16	4	1.098	0.539	42840	50400	0.003	SS 618/8
	19	6	1.558	0.696	38250	45000	0.0071	SS 619/8
	22	7	2.705	1.294	36720	43200	0.012	SS 608
9	17	4	1.166	0.608	40545	47700	0.0034	SS 618/9
	20	6	1.705	0.813	36720	43200	0.0076	SS 619/9
	24	7	3.058	1.568	32895	38700	0.014	SS 609
	26	8	3.822	1.862	29070	34200	0.02	SS 629
10	15	3	0.701	0.417	42840	50400	0.0014	SS 61700
	19	5	1.117	0.559	36720	43200	0.0055	SS 61800
	22	6	1.705	0.799	34425	40500	0.01	SS 61900
	26	8	3.822	1.862	30600	36000	0.019	SS 6000
	30	9	4.145	2.234	26010	30600	0.032	SS 6200
	35	11	6.625	3.185	24480	28800	0.053	SS 6300
12	21	5	1.186	0.627	32895	38700	0.0063	SS 61801
	24	6	1.862	0.931	30600	36000	0.011	SS 61901
	28	8	4.145	2.234	29070	34200	0.022	SS 6001
	32	10	5.733	2.940	24480	28800	0.037	SS 6201
	37	12	8.026	3.969	21420	25200	0.06	SS 6301
15	24	5	1.274	0.764	29070	34200	0.0074	SS 61802
	28	7	3.567	2.117	26010	30600	0.016	SS 61902
	32	9	4.586	2.695	24480	28800	0.03	SS 6002
	35	11	6.370	3.577	21420	25200	0.045	SS 6202
	42	13	9.369	5.096	18360	21600	0.085	SS 6302

* Su richiesta vengono fornite diverse tipologie di esecuzioni e misure
* Available under request another stainless steel bearings solution

UP Serie ligera - Light duty

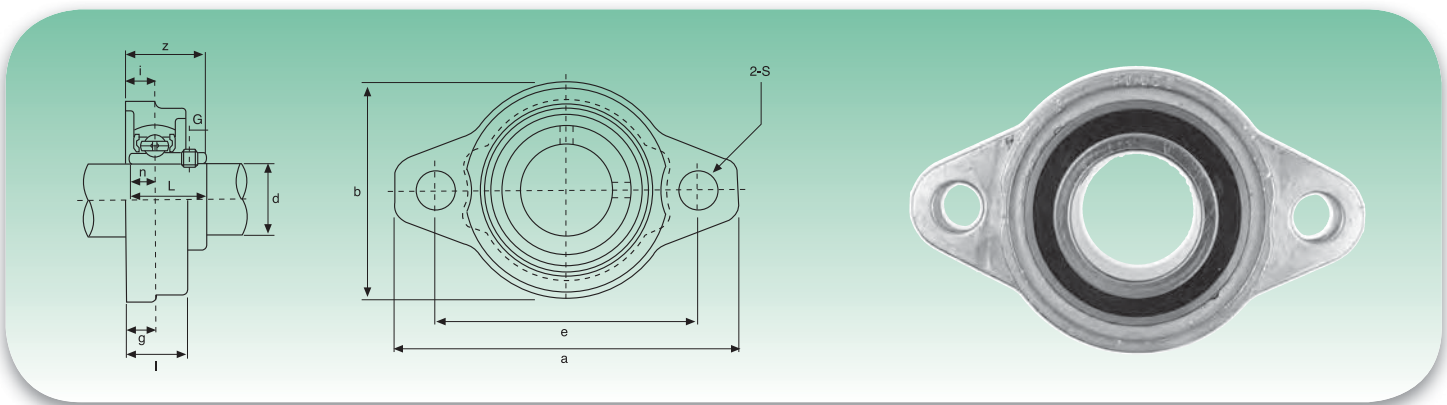


Tipo Type	Dimensiones - Dimensions											Bul. fj. Bolt Size	Coeficientes de carga (N) Load ratings (N)		Rodamiento Bearing	Soporte Housing	Peso Weight kg
	d	h	a	e	b	s	g	w	L	n	G		Dinámica C Dynamic C	Estática C ₀ Static C ₀			
	mm/inch																
UP000	10	18	67	53	16	7	6	35	14	4	4	M6	4322	1852	U000	LP000	0,077
UP001	12	19	71	56	16	7	6	38	17,5	4	4	M6	4845	2280	U001	LP001	0,091
UP002	15	22	80	63	16	6	7	43	18,5	4,5	4	M6	5320	2707	U002	LP002	0,125
UP003	17	24	85	67	18	6	7	47	20,5	5	4	M6	5700	3087	U003	LP003	0,156
UP004	20	28	100	80	20	10	9	55	24,5	6	4,5	M8	8930	4797	U004	LP004	0,230
UP005	25	32	112	90	20	10	10	62	25,5	6	5	M8	9595	5557	U005	LP005	0,294
UP006	30	36	132	106	26	13	11	70	26,5	6,5	5	M10	12540	7837	U006	LP006	0,454
UP007	35	40	150	118	26	13	13	80	29,5	7	6	M10	14750	9750	U007	LP007	0,593

Disponible bajo demanda en acero inox. soporte: AISI 304 - Rodamiento: AISI 440C - Available under request stainless steel housing: AISI 304 - Bearing: AISI 440C
 Bajo demanda suministrables también con anillo excéntrico de fijación - Under request available with eccentric collar locking

SOPORTES DE BRIDA OVALADA DE ALUMINIO - ALUMINIUM OVAL BEARING UNITS

UFL Serie ligera - Light duty



Tipo Type	Dimensiones - Dimensions											Bul. fj. Bolt Size	Coeficientes de carga (N) Load ratings (N)		Rodamiento Bearing	Soporte Housing	Peso Weight kg	
	d	a	e	i	g	l	s	b	Z	L	n		G	Dinámica C Dynamic C				Estática C ₀ Static C ₀
	mm/inch												mm/inch					
UFL000	10	60	45	5,5	5,5	11,5	7	36	15,5	14	4	4	M6	4322	1852	U000	FL000	0,063
UFL001	12	63	48	5,5	5,5	11,5	7	38	19	14,5	4	4	M6	4845	2280	U001	FL001	0,076
UFL002	15	67	53	6,5	6,5	13	7	42	20,5	16,5	4,5	4	M6	5320	2707	U002	FL002	0,100
UFL003	17	71	56	7	7	14	7	46	22,5	17,5	5	4	M6	5700	3087	U003	FL003	0,129
UFL004	20	90	71	8	8	16	10	55	26,5	21	6	4,5	M8	8930	4797	U004	FL004	0,205
UFL005	25	95	75	8	8	16	10	60	27,5	22,5	6	5	M8	9595	5557	U005	FL005	0,244
UFL006	30	112	85	9	9	18	13	70	29,5	24,5	6,5	5	M10	12540	7837	U006	FL006	0,354
UFL007	35	122	95	10	10	20	13	80	32,5	27,5	7	6	M10	14750	9750	U007	FL007	0,498

Disponible bajo demanda en acero inox. soporte: AISI 304 - Rodamiento: AISI 440C - Available under request stainless steel housing: AISI 304 - Bearing: AISI 440C
 Bajo demanda suministrables también con anillo excéntrico de fijación - Under request available with eccentric collar locking

Soportes serie ligera de aleación de aluminio, fijación con pasadores. Un nuevo concepto de soporte que ofrece una significativa reducción del peso y del espacio ocupado comparado con las series normales y que permite además un ahorro en términos económicos en la fase de diseño de la maquinaria.
 Extra light duty bearing units available with set screws, a totally new concept in bearing units, offer a significant reduction in size and weight when compared with the same size of existing series. This unique design promotes both space and material saving in machine tool and general equipment application.

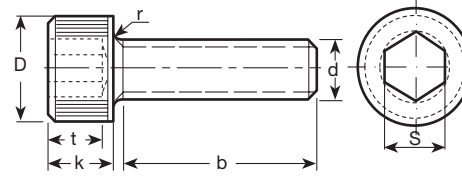


TORNILLO

DIN 912
(ISO 4762)

**TORNILLO ALLEN
C/CILINDRICA**
(Métrico. Rosca Total)
Socket head cap screws
Full Thread
Vis à tête cylindrique à six pans
creux. Entièrement filetée

12.9



d	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Paso	1	1,25	1,5	1,75	2	2
D	10	13	16	18	21	24
k	6	8	10	12	14	16
s	5	6	8	10	12	14
t	3	4	5	6	7	8

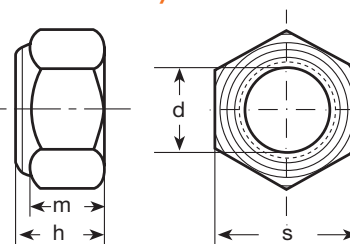
L	€/ 100 PIEZAS					
35	38,00					
40	40,00	42,00				
45	42,00		68,00			
50	45,00	50,00	75,00	176,00		
55	75,00					
60	78,00	80,00	102,00	190,00	365,00	
65		125,00		255,00		
70	105,00	120,00	124,00	260,00	580,00	520,00
80		125,00	198,00	278,00	590,00	610,00
90	170,00	190,00	210,00	289,00		810,00
100	180,00	260,00	270,00	350,00		960,00
110				480,00		
120	500,00	400,00	520,00	530,00		1.040,00
	ESTUCHADO COMO EL DIN 912					

TUERCA

DIN 985
(ISO 10511)

TUERCA HEXAGONAL autoblocante
(inserto nylon)
Métrico/Métrico fino
Prevailing torque type hexagon nut with nylon insert, low type
Ecroû autofreiné avec anneau polymide
Forme basse

Calidad 8/10



	Paso	h	s	ESTUCHADO	MÉTRICO	
					CALIDAD 8	CALIDAD 10
					€/ 100 PIEZAS	€/ 100 PIEZAS
M 3	0,5	4	5,5	1000	1,40	
M 4	0,7	5	7	1000	1,50	
M 5	0,8	5	8	1000	1,50	
M 6	1	6	10	1000	1,90	14,00
M 7	1	7,5	11	1000	3,40	
M 8	1,25	8	13	500	3,60	17,00
M 10	1,5	10	17	250	7,40	26,00
M 12	1,75	12	19	200	10,70	38,00
M 14	2	14	22	150	20,00	70,00
M 16	2	16	24	100	25,00	71,00
M 18	2,5	18,5	27	50	42,00	100,00
M 20	2,5	20	30	50	48,00	115,00
M 22	2,5	22	32	50	85,00	170,00
M 24	3	24	36	25	124,00	210,00
M 27	3	27	41	20	357,00	364,00
M 30	3,5	30	46	15	379,00	411,00
M 33	3,5	33	50	10	622,00	675,00
M 36	4	36	55	10	845,00	959,00
M 39	4	39	60	5	1.177,00	1.540,00
M 42	4,5	42	65	5	1.926,00	2.200,00
M 45	4,5	45	70	5	2.354,00	3.080,00
M 48	5	48	75	5	2.675,00	4.180,00
M 52	5	52	80	5	3.264,00	5.280,00

	Paso	ESTUCHADO	MÉTRICO FINO	
			CALIDAD 8	CALIDAD 10
			€/ 100 PIEZAS	€/ 100 PIEZAS
M 8	1	500	5,10	28,00
M 10	1	250	10,40	36,00
M 10	1,25	250	10,40	30,00
M 12	1,25	200	16,00	48,00
M 12	1,5	200	16,00	48,00
M 14	1,5	150	25,00	70,00
M 16	1,5	100	30,00	80,00
M 18	1,5	50	54,00	123,00
M 18	2	50	64,00	133,00
M 20	1,5	50	65,00	158,00
M 20	2	50	150,00	158,00
M 22	1,5	50	162,00	180,00
M 22	2	50	195,00	300,00
M 24	1,5	25	196,00	235,00
M 24	2	25	196,00	235,00
M 27	1,5	20	348,00	460,00
M 27	2	25	348,00	460,00
M 30	1,5	15	411,00	520,00
M 30	2	15	411,00	520,00
M 33	1,5	10	661,00	890,00
M 33	2	10	661,00	890,00
M 36	1,5	10	869,00	1.150,00
M 36	2	10	869,00	1.150,00
M 36	3	10	869,00	1.100,00
M 39	1,5	5	1.309,00	1.720,00
M 39	2	5	1.309,00	1.720,00
M 39	3	5	1.309,00	1.720,00
M 42	1,5	5	2.145,00	2.260,00
M 42	2	5	2.145,00	2.260,00
M 42	3	5	2.145,00	2.260,00
M 45	1,5	5	2.675,00	3.355,00
M 45	2	5	2.675,00	3.355,00
M 45	3	5	2.675,00	3.355,00
M 48	1,5	5	3.355,00	4.510,00
M 48	2	5	3.355,00	4.510,00
M 48	3	5	3.355,00	4.510,00
M 52	2	5	4.950,00	
M 52	3	5	4.950,00	4.950,00

acero inoxidable

chapas

Chapas

Calidad AISI 304 y 316

Laminado en Caliente *

Laminado en Frio **

Brillo dos caras +

medidas mm	espesor mm	304		316		peso kilos
		mate	brillo	mate	brillo	
	0.4	12150495				6.4 K
	0.5	12150500	12151002			8 K
	0.6	12150510		12152500		10 K
	0.8	12150520	12151010	12152505		12.8 K
	1.0	12150530	12151020	12152510	12153000	16 K
	1.2	12150540	12151025			19.2 K
	1.5	12150560	12151030	12152520	12153010	24 K
	2.0	12150570	12151040	12152530	12153020	32 K
	3.0	12150580	12151050	12152540	12153030	48 K
2000x1000	4.0	**12150585	12151051	12152550	12153032	64 K
	4.0	*12150590				64 K
	5.0	12150600		12152560	12153033	80 K
	5.0				+12153034	80 K
	6.0	12150610		12152570	+12153036	96 K
	8.0	12150620		12152580	12153037	128K
	8.0				+12153038	128 K
	10	12150630		12152590	12153039	160 K
	12	12150635		12152600		195 K
	15	12150636		12152610		253 K
	20			12152620		331 K
	0.8	12150650	12151057			24 K
3000x1250	1.0	12150660	12151060			30 K
	1.2	12150665	12151062			36 K
	1.5	12150670	12151063			45 K
	1.0	12150675	12151070	12152790	12153045	36 K
	1.2	12150677	12151080	12152800	12153046	43.2 K
	1.5	12150680	12151090	12152810	12153048	54 K
	2.0	12150690	12151100	12152820	12153050	72 K
3000x1500	3.0	12150700	12151110	12152830		108 K
	4.0	12150720		12152840		144 K
	6.0			12152860		216 K
	8.0	12150780				288 K
	10			12152880		360 K
		Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	



Brillo



Mate

El catálogo presenta las características estándar de los productos. Si tiene exigencias concretas que requieren dimensiones, tolerancias o calidades que se salen de lo común puede solicitar información en el departamento comercial.

acero inoxidable

pletinas

Pletinas

Calidad AISI 304 y 316

medidas mm		304	
ancho	espesor	mate	brillo
20	3	54531000	54532000
	4		54532010
	8	54531030	
25	5	54531050	54532040
	3	54531070	54532060
30	5	54531080	54532070
	6	54531090	
	8		54532080
	12	54531092	
40	4	54531095	54532100
	5	54531100	
	6	54531110	54532110
	8	54531120	54532120
	10	54531130	54532130
50	5	54531150	54532150
	6		54532160
	8		54532170
	10	54531170	54532190
60	6	54531190	54532220
	10	54531210	
80	4	54531230	54532250
	6		54532270
	8	54531240	54532280
100	4		54532320
	5	54531260	54532330
150	10	54531280	54532350
	6	54531350	

Ref.

Ref.



medidas mm		316	
ancho	espesor	mate	brillo
20	3	54534000	54535000
	4	54534010	54535010
	6	54534020	54535020
25	4	54534040	
	5	54534050	54535050
30	3	54534080	54535070
	4	54534090	54535080
	5	54534100	54535090
	6	54534110	54535100
	8	54534120	54535110
40	10	54534130	54535120
	3	54534150	
	4	54534160	54535150
	5	54534170	54535160
	6	54534180	54535170
	8	54534109	54535180
50	10	54534200	54535190
	4	54534240	54535230
	5	54534250	54535240
	6	54534260	54535250
	8	54534270	54535260
	10	54534280	54535270
60	12	54534290	
	25	54534310	
	3	54534340	
	4	54534350	
	5	54534360	
80	6	54534370	54535300
	8	54534380	54535310
	10	54534390	54535320
	6	54534430	54535350
100	8	54534440	54535360
	10	54534450	54535370
	4	54534480	
	5	54534490	
	6	54534500	54535410
150	8	54534510	
	10	54534520	54535430
	8	54534550	
	10	54534560	54535510

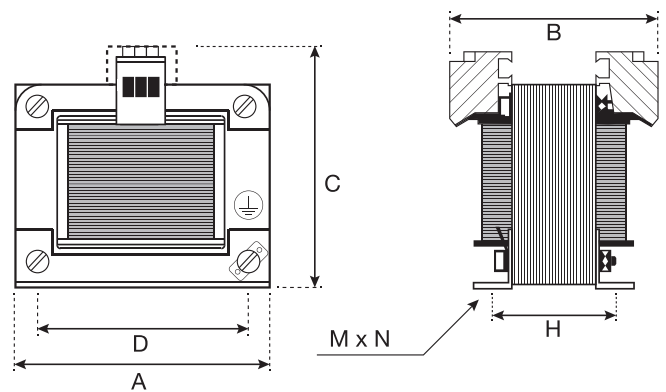
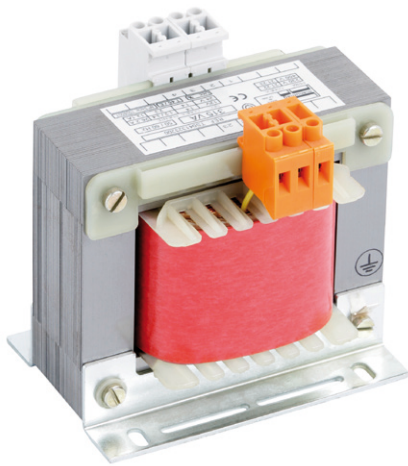
Ref.

Ref.

TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO MONOFÁSICOS

SINGLE-PHASE ISOLATION TRANSFORMERS

TF SERIES | 220V / 380V - 110V / 220Vac



PRIMARY VOLTAGE: 230 / 380Vac
 SECONDARY VOLTAGE: 110 / 220Vac
 STANDARD: ACCORDING TO EN-61558-2-4
 ISOLATION CLASS: T40/B
 DIELECTRIC STRENGTH: 4500V (between primary and secondary)
 2300V (between primary and mass)
 PROTECTION DEGREE: IP00
 PROTECTION CLASS: I
 FREQUENCIES: 50 / 60Hz
 CONNECTION: SCREW FASTON TERMINALS
 FIXING SYSTEM: THROUGH ANGLES DIN 41307
 WINDING: ENAMELLED COPPER WIRE CLASS H SEPARATED
 PRIMARY AND SECONDARY (galvanic separation)

Isolation transformers are intended to supply electric devices where a circuit separation is required. Protected against humidity by means of resin impregnation.

TENSIÓN PRIMARIA: 220 / 380Vac
 TENSIÓN SECUNDARIO: 110 / 220Vac
 NORMATIVA: CONFORME A EN-61558-2-4
 CLASE DE AISLAMIENTO: T40/B
 RIGIDEZ DIELÉCTRICA: 4500V (entre primario y secundario)
 2300V (entre primario y masa)
 GRADO DE PROTECCIÓN: IP00
 CLASE DE PROTECCIÓN: I
 FRECUENCIAS: 50 / 60 Hz
 CONEXIÓN: BORNAS DE TORNILLO/FASTON
 SISTEMA DE FIJACIÓN: MEDIANTE ÁNGULOS DIN 41307
 BOBINADO: EN HILO DE COBRE CLASE H. PRIMARIO Y SECUNDARIO SEPARADO (separación galvánica)

Los transformadores de aislamiento están destinados a alimentar dispositivos eléctricos que necesiten una separación de circuito. Están protegidos contra la humedad mediante impregnación de resina.

Power Potencia (VA)	Code Código	Dimensions Dimensiones (mm)						Net weight Peso neto (kg)	Packing Embalaje
		A	B	C	D	H	MxN		
40	TF040402300	75	92	85	56	48	9x4,8	1,2	12
63	TF040632300	84	94	90	64	46	9x4,8	1,4	12
100	TF041102300	84	102	90	64	60	9x4,8	1,8	12
160	TF041162300	96	97	108	84	60	11x5,8	2,4	8
200	TF041202300	96	108	108	84	70	11x5,8	2,8	8
250	TF041252300	96	122	110	84	84	11x5,8	3,5	8
315	TF041322300	120	104	120	90	69	11x5,8	4	4
400	TF041402300	120	115	120	90	78	11x5,8	5	4
500	TF041502300	120	135	120	90	102	11x5,8	6,5	4
630	TF041632300	150	115	122	122	84	11x5,8	7,6	2
800	TF041802300	150	126	145	122	105	13x7	10	2
1000	TF042102300	150	155	145	122	127	13x7	12,6	2
1600	TF042162300	150	165	145	122	135	13x7	14,8	2
2000	TF042202300	195	140	177	150	110	18x10	18,2	1
2500	TF042252300	195	150	177	150	120	18x10	20,8	1
3000	TF042302300	195	176	177	150	144	18x10	24,7	1



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

PLANOS.

**Automatización del sistema de pulido de probetas
metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

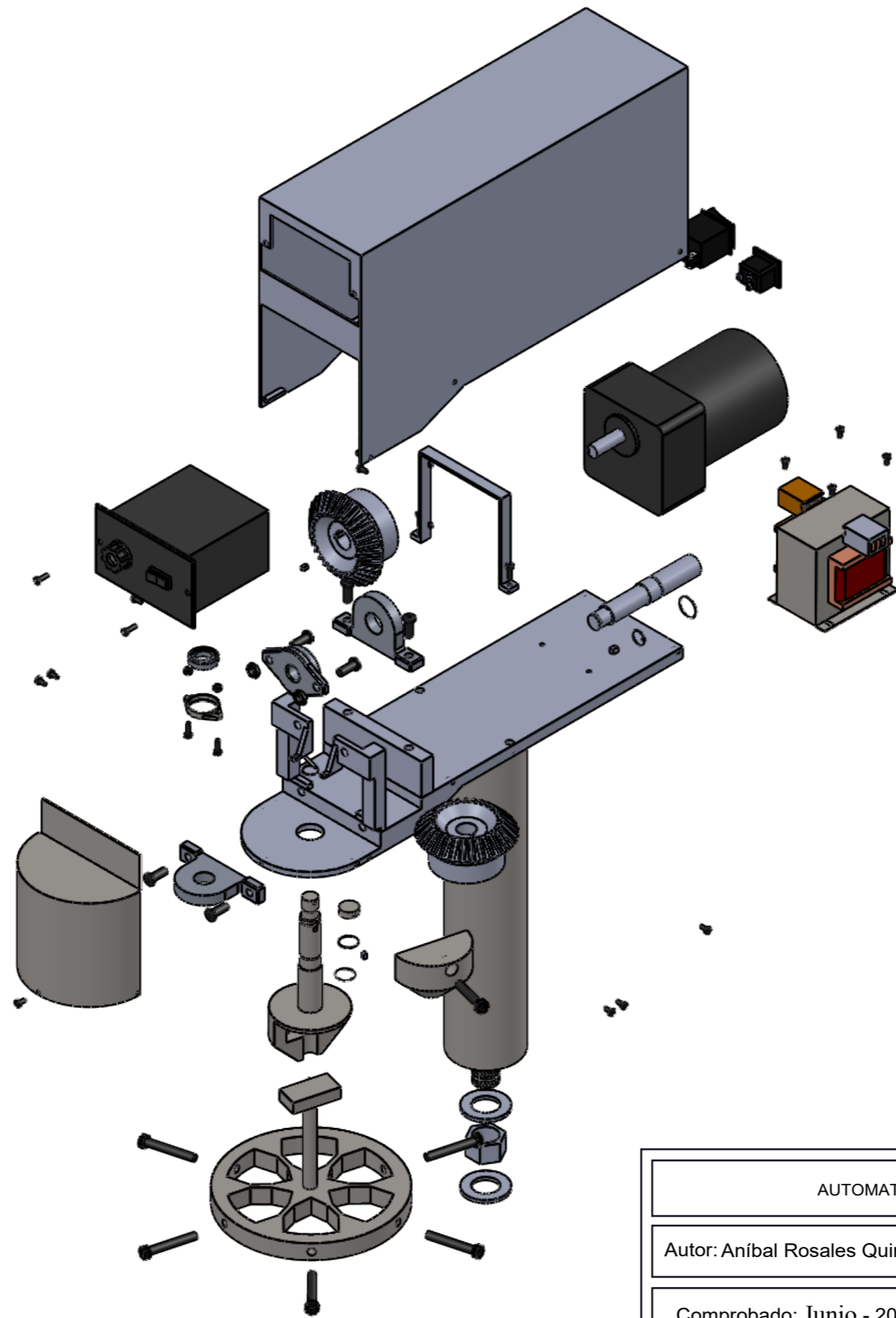
1. PLANOS

El listado de los planos, por orden de aparición en el mismo:

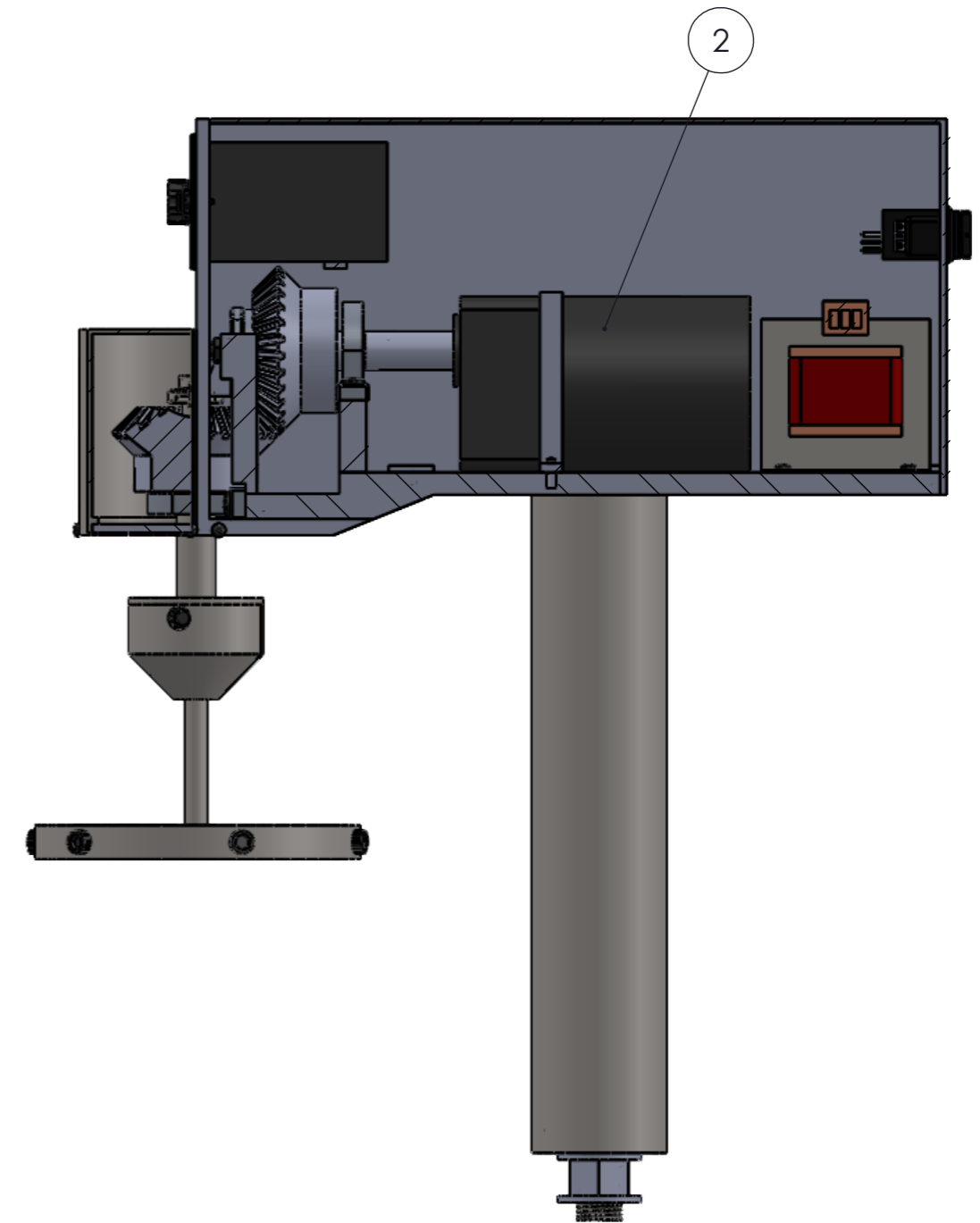
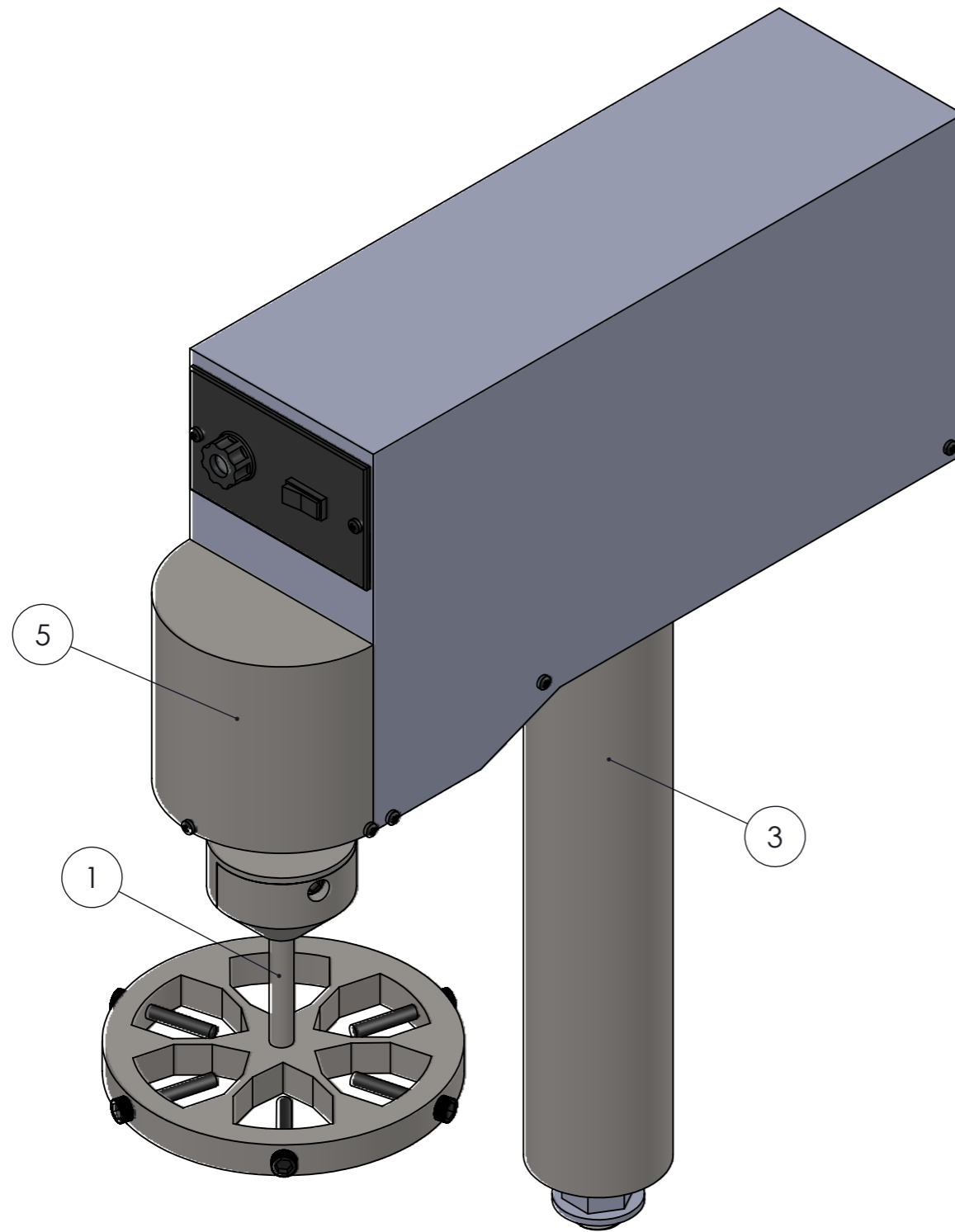
- 1-0-0 Perspectiva Explosionada
- 1-0 Conjuntos y Subconjuntos
- 1-1-1-1 Plato del Porta-Muestras
- 1-1-1-2 Eje del Porta-Muestras
- 1-1-1 Subconjunto de las Mordazas
- 1-1-2 Mordaza Macho
- 1-1-3 Mordaza Hembra
- 1-1-4 Tapa del eje
- 1-1-49 Plato Nivelador
- 1-2-1 Subconjunto de Internos Explosionado
- 1-2-14 Soporte para el Rodamiento de 12 mm
- 1-2-17 Eje Impulsor
- 1-2-18 Anilla del Motor Eléctrico
- 1-3-0 Subconjunto del Bastidor
- 1-3-1 Placa del Bastidor
- 1-3-11-2 Punto de Anclaje del Rodamiento
- 1-3-11-3 Soporte Derecho de Rodamientos
- 1-3-32 Soporte del Bastidor
- 1-4-1 Carcasa Frontal Lateral Superior
- 1-4-1* Detalle de Carcasa Frontal Lateral Superior
- 1-4-40 Placa Lateral
- 1-4-41 Placa Trasera
- 1-4-43 Placa de Apoyo Frontal
- 1-4-44 Soporte del Controlador de Velocidad
- 1-4-45 Apoyo del Controlador de Velocidad
- 1-5-1 Carcasa Frontal
- 1-5-36 Frontal Circular
- 1-5-37 Tapa Frontal

1-5-38 Aleta Superior



1-5-39 Apoyo Carcasa Frontal

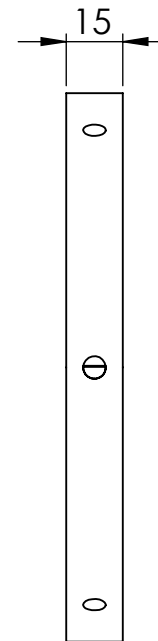
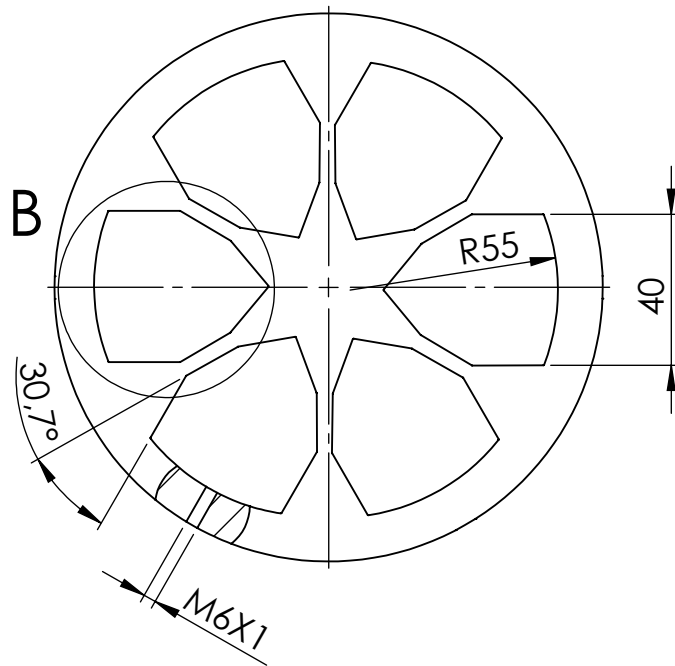


AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.			
Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Junio - 2021	ESCALA: 1:4		Conjunto Nº: 1.0
	Conjunto: Plano de conjunto Título: PERSPECTIVA EXPLOSIONADA		Plano Nº: 1.0.0*



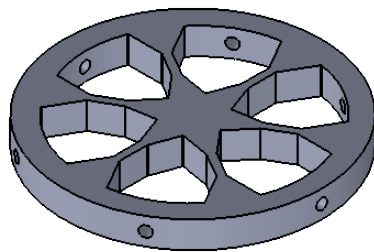
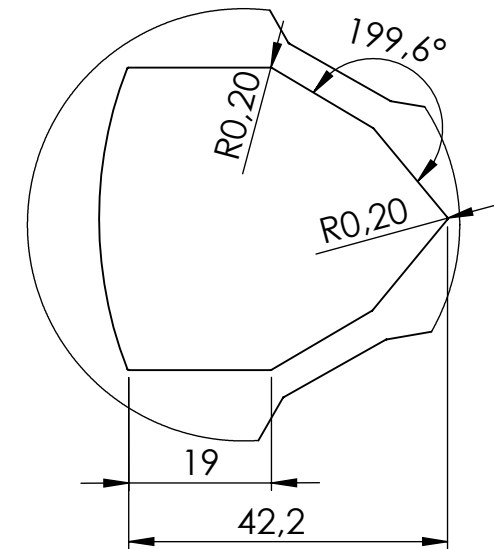
Marca	Nº de Pieza	Cantidad
1	Subconjunto de las mordazas	1
2	Subconjunto de elementos internos	1
3	Subconjunto del bastidor	1
4	Carcasas lateral, interna y trasera.	1
5	Carcasa frontal	1

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.			
Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: Junio - 2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:3	Conjunto: Plano de conjunto	Conjunto Nº: 1.0.0	
	Título: PLANO DE CONJUNTO	Plano Nº: 1.0.0	



DETALLE B

ESCALA 1 : 1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
1.1	1	Plato del porta-muestras	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 3:1

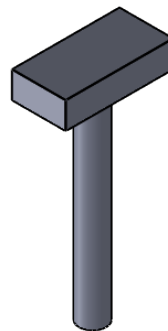
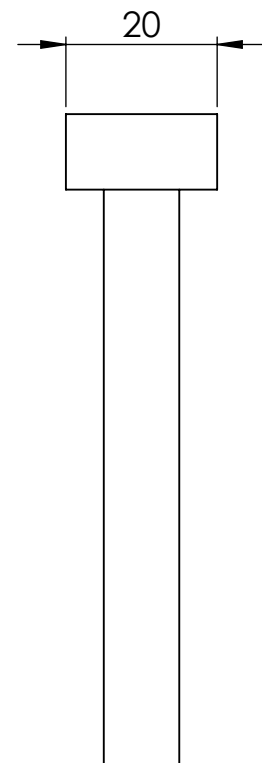
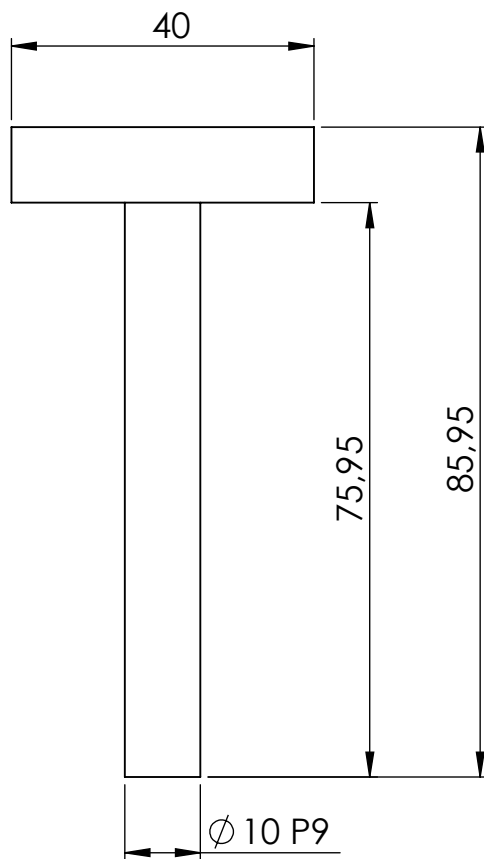
Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

Conjunto Nº: 1.1



Título: **PLATO DEL PORTA-MUESTRAS**

Plano Nº: 1.1.1.1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
1.2	1	Eje del porta-muestras	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:1

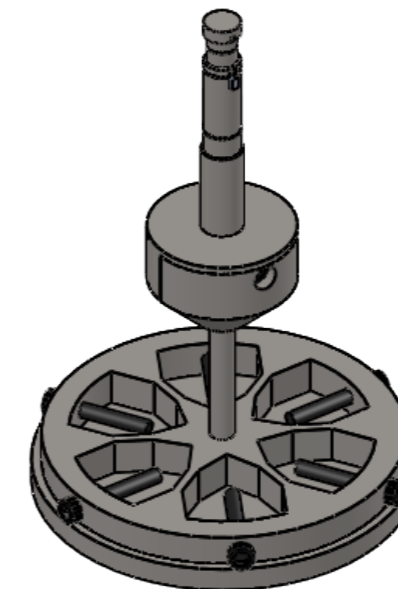
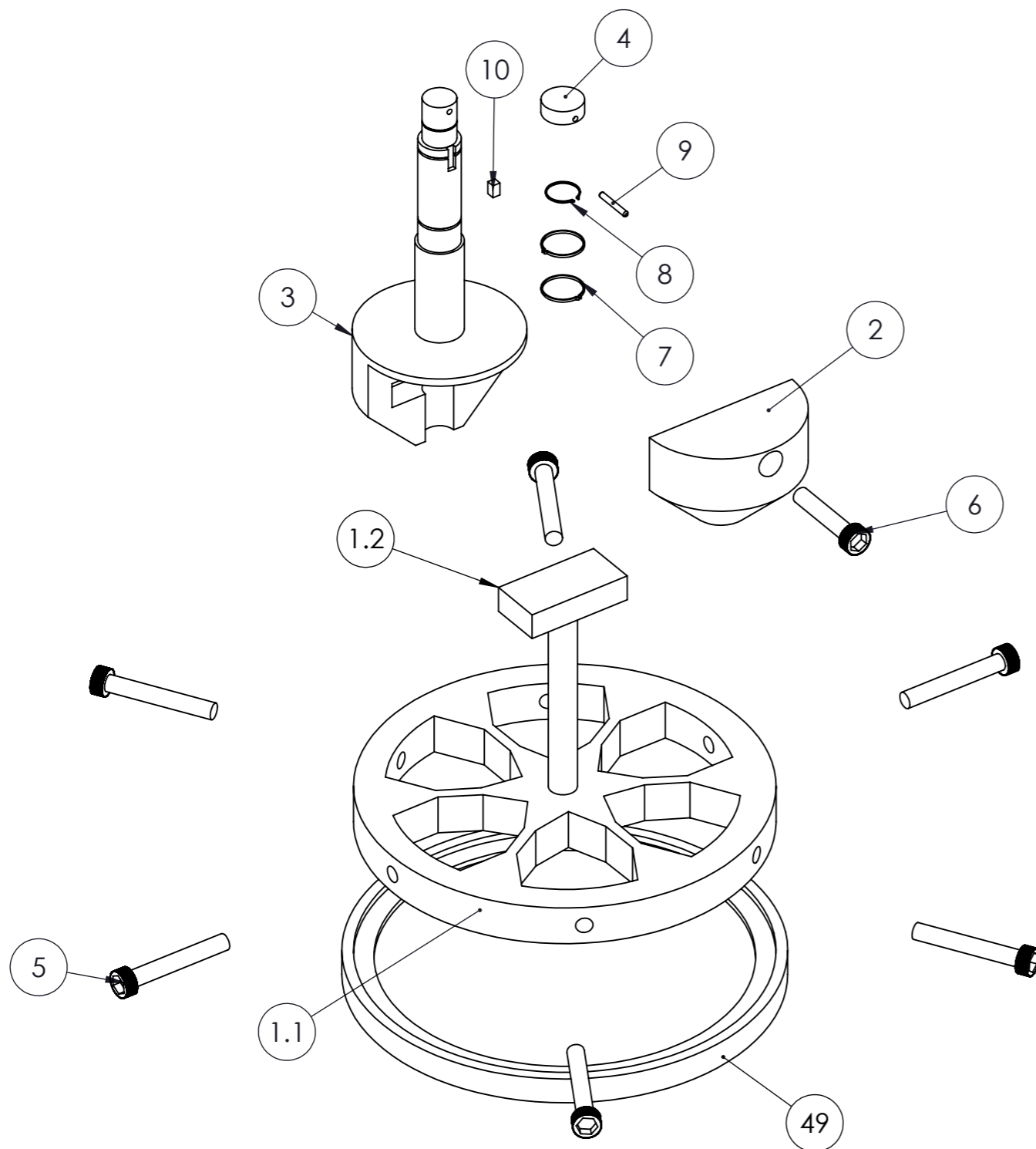
Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

Conjunto Nº: 1.1



Título: **EJE DEL PORTA-MUESTRAS**

Plano Nº: 1.1.1.2



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
	1	Plato Porta-Muestras	AISI 304	Acero inoxidable.
	1	Eje del Porta-Muestras	AISI 304	Acero inoxidable.
	1	Mordaza Macho	AISI 304	Acero inoxidable.
	1	Mordaza Hembra	AISI 304	Acero inoxidable.
	1	Tapa del eje		Acero inoxidable.
	6	Tornillo allen del porta-muestras	DIN 912	Acero inoxidable.
	1	Tornillo allen de la mordaza	DIN 912	Acero inoxidable
	2	Anilla de sujeción de 15 mm	ISO/TS 16949:2002	Acero inoxidable.
	2	Anilla de sujeción de 12 mm	ISO/TS 16949:2002	Acero inoxidable.
	1	Pasador metálico	DIN 6325	Acero inoxidable.
	1	Chaveta 4 x 4	DIN 6885	Acero inoxidable.
	1	Plato nivelador	AISI 304	Acero inoxidable.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN
22768-1



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 1:3

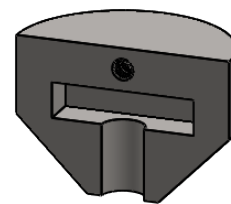
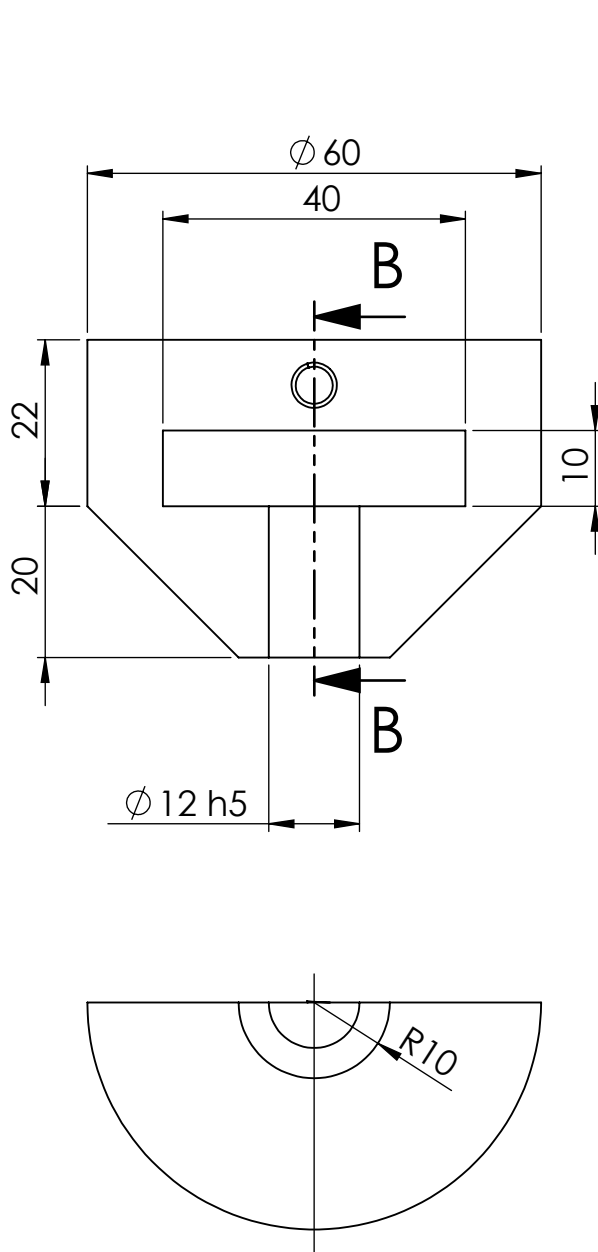
Conjunto: Subconjunto de las mordazas

Conjunto Nº: 1.1

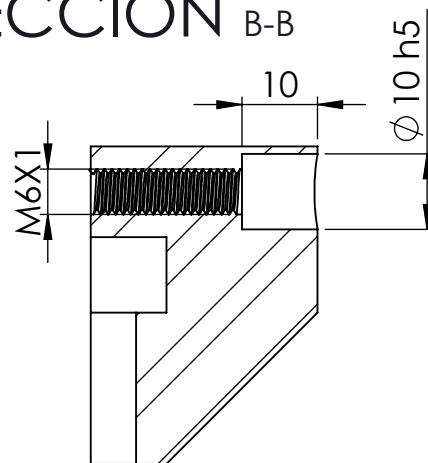


Título: SUBCONJUNTO DE LAS MORDAZAS

Plano Nº: 1.1.0



SECCIÓN B-B



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
2	1	Mordaza macho	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:2

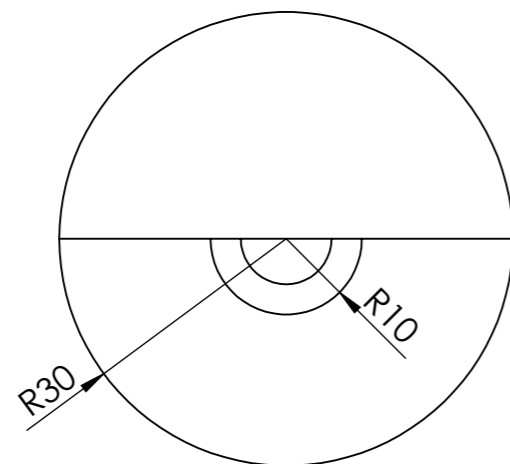
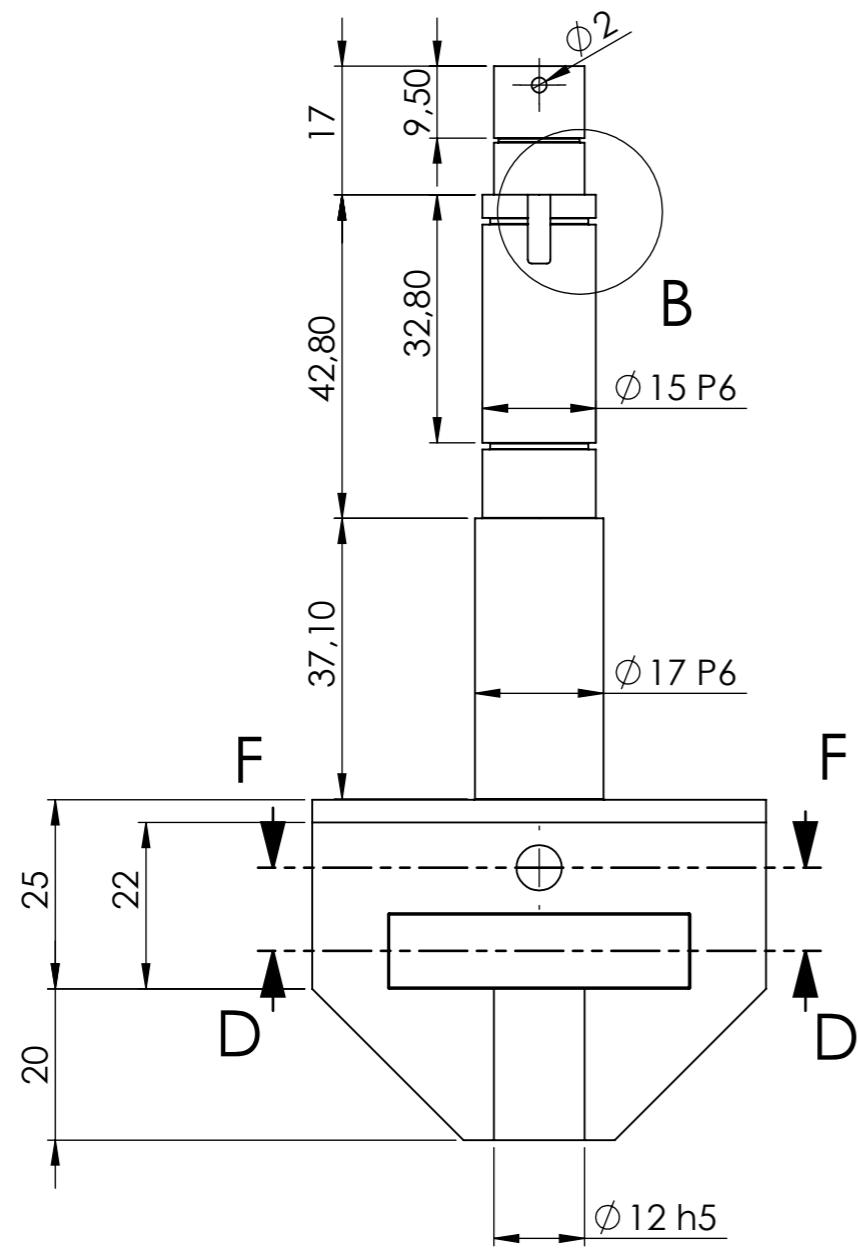
Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

Conjunto Nº: 1.1



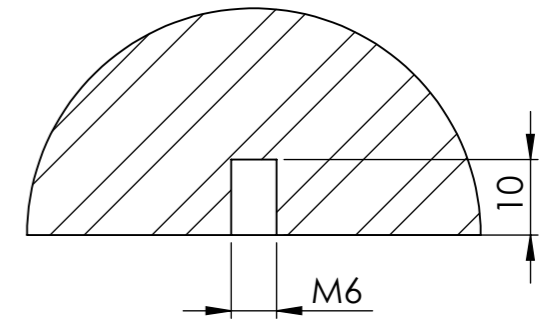
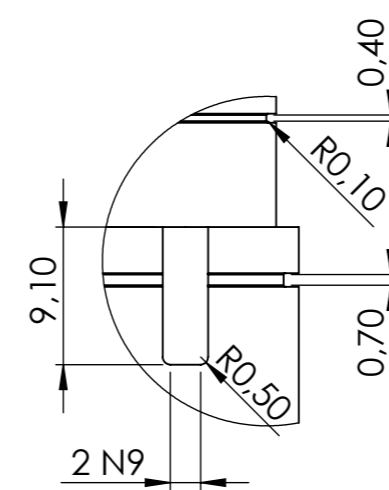
Título: **MORDAZA MACHO**

Plano Nº: 1.1.2



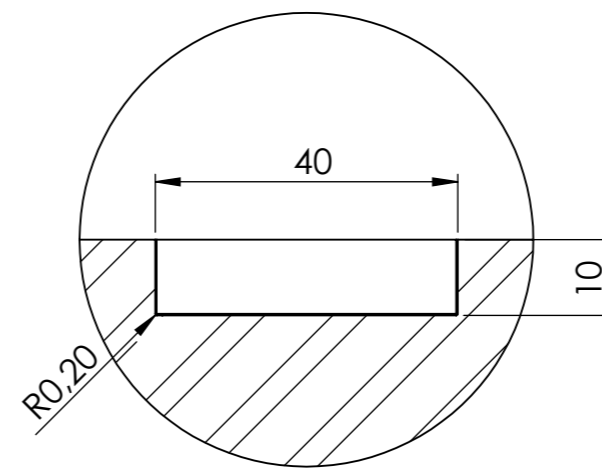
DETALLE B

ESCALA 2:1



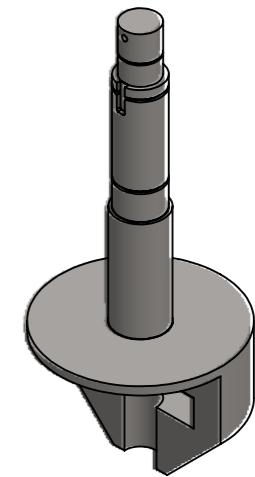
SECCIÓN F-F

ESCALA 1:1



SECCIÓN D-D

ESCALA 1:1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
3	1	Mordaza hembra	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN
22768-1



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 1:2

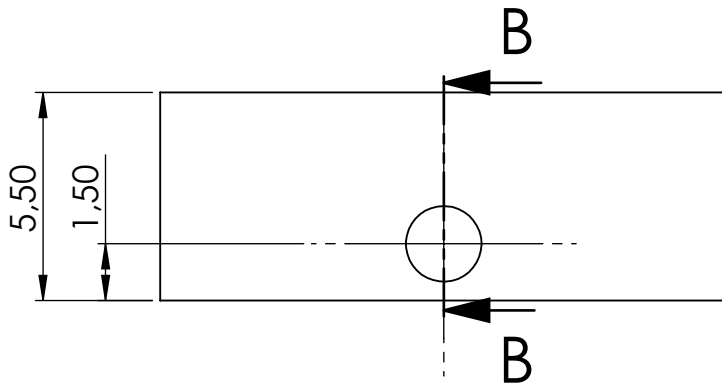
Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

Conjunto Nº: 1.1



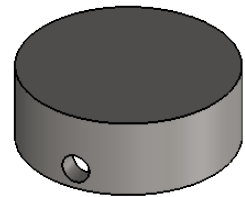
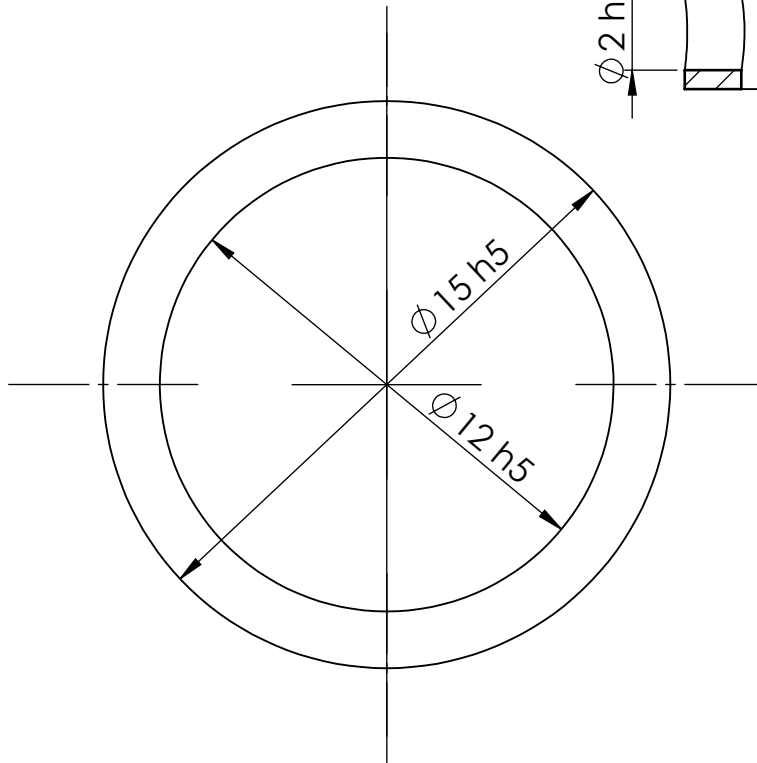
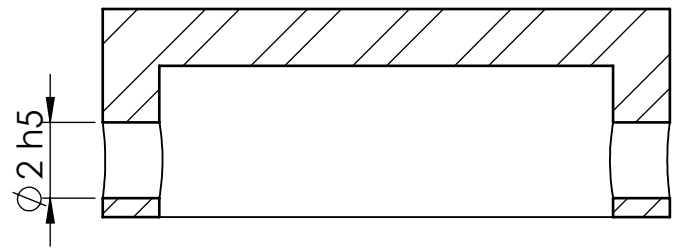
Título: **MORDAZA HEMBRA**

Plano Nº: 1.1.3



SECCIÓN B-B

ESCALA 5 : 1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
4	1	Tapa del eje	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:5:1

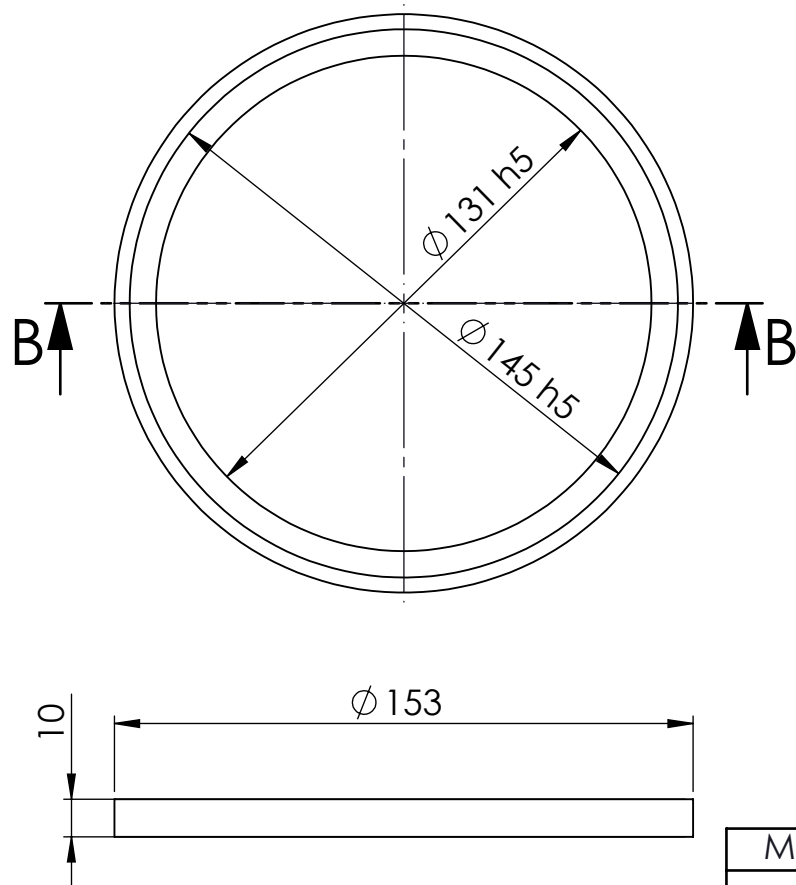
Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

Conjunto Nº: 1.1



Título: **TAPA DEL EJE**

Plano Nº: 1.1.4



SECCIÓN B-B



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
49	1	Plato Nivelador	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN

Universidad
de La Laguna

ESCALA: 1:2

Conjunto: **Subconjunto de las mordazas**

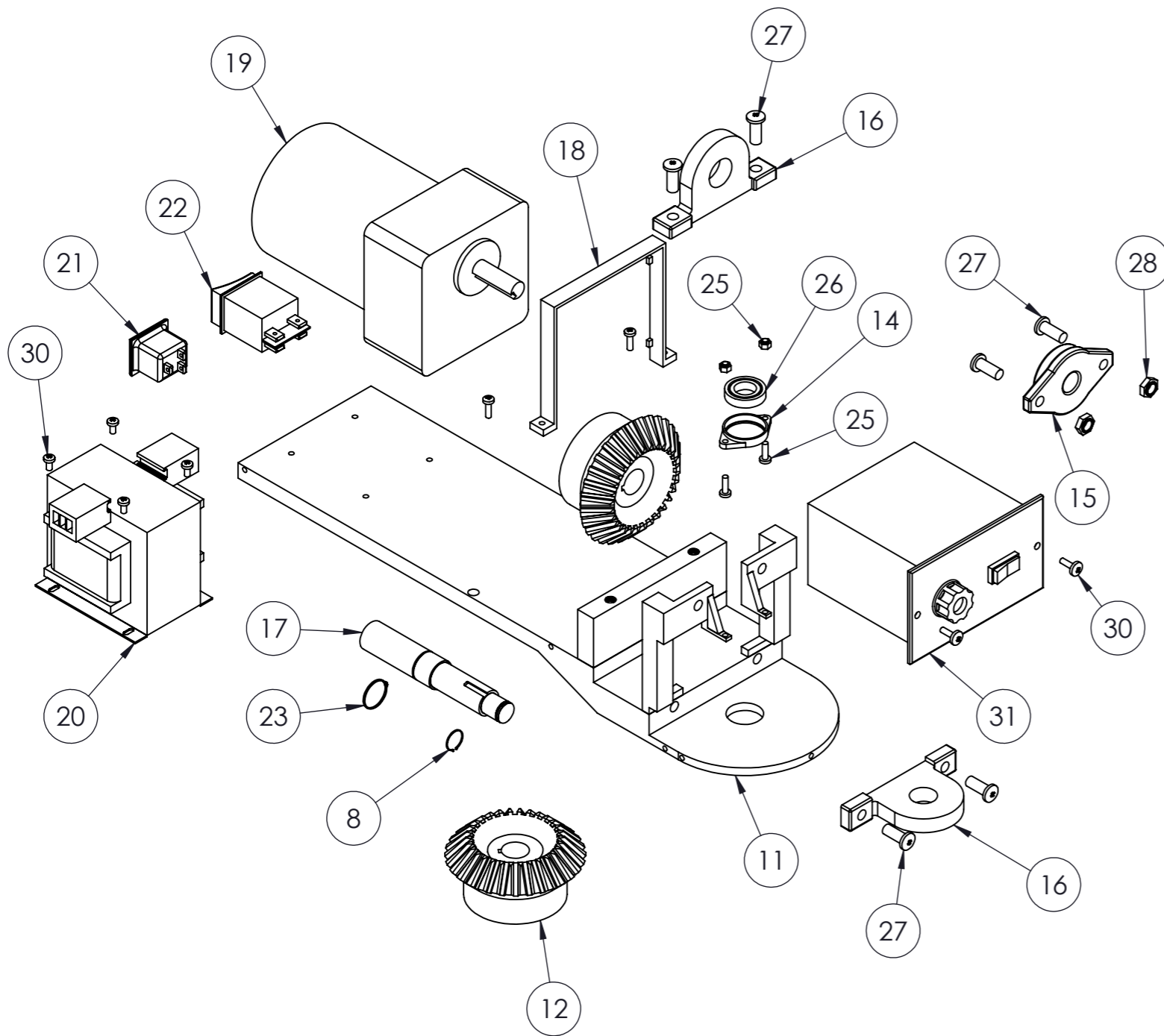
Nº Conjunto: 1.1



Título:

PLATO NIVELADOR

Nº Plano: 1.1.49



Marca	Cantidad	Nombre de Pieza	Norma	Material
	1	Bastidor	AISI 304	Acero Inox.
	2	Engranaje Cónico		Acero Inox.
	1	Rodamiento de 12 mm		Acero Inox.
	1	Soporte de rodamiento	AISI 304	Acero Inox.
	1	Rodamiento con soporte de 12 mm		Acero Inox.
	2	Rodamiento con soporte de 15 mm		Acero Inox.
	1	Eje impulsor	AISI 304	Acero Inox.
	1	Anilla del motor eléctrico	AISI 304	Acero Inox.
	1	Motor eléctrico	-	-
	1	Transformador	-	-
	1	Conector IEC	-	-
	1	Interruptor On-Off	-	-
	1	Anilla de sujeción de 17 mm	ISO/TS 16949:2002	Acero Inox.
	2	Chaveta 3 x 3	DIN 6885	Acero Inox.
	2	Tornillo phillips M3 X 0.5-15, 12.9	DIN 7985	Acero Inox.
	2	Tuerca phillips m3x0,5-8	DIN 912	Acero Inox.
	6	Tornillo phillips M6X1-15, 12.9	DIN 7985	Acero Inox.
	2	Tuerca phillips M6X1-8	DIN 912	Acero Inox.
	2	Tornillo phillips M3X0.5-7	DIN 7985	Acero Inox.
	4	Tornillo phillips M3X0.5-6	DIN 7985	Acero Inox.
	1	Controlador de velocidad	-	-

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN
22768-1



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 1:4

Conjunto:

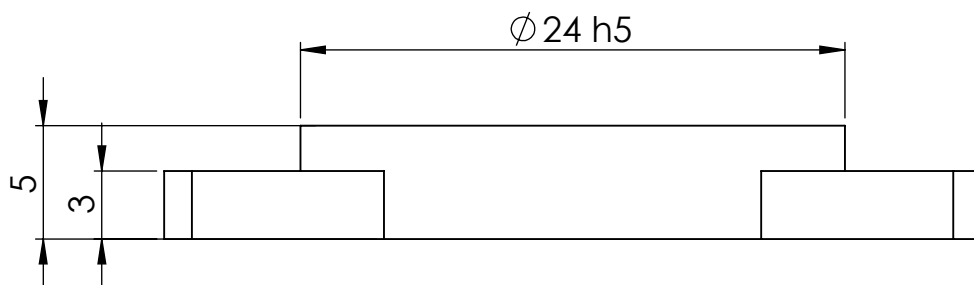
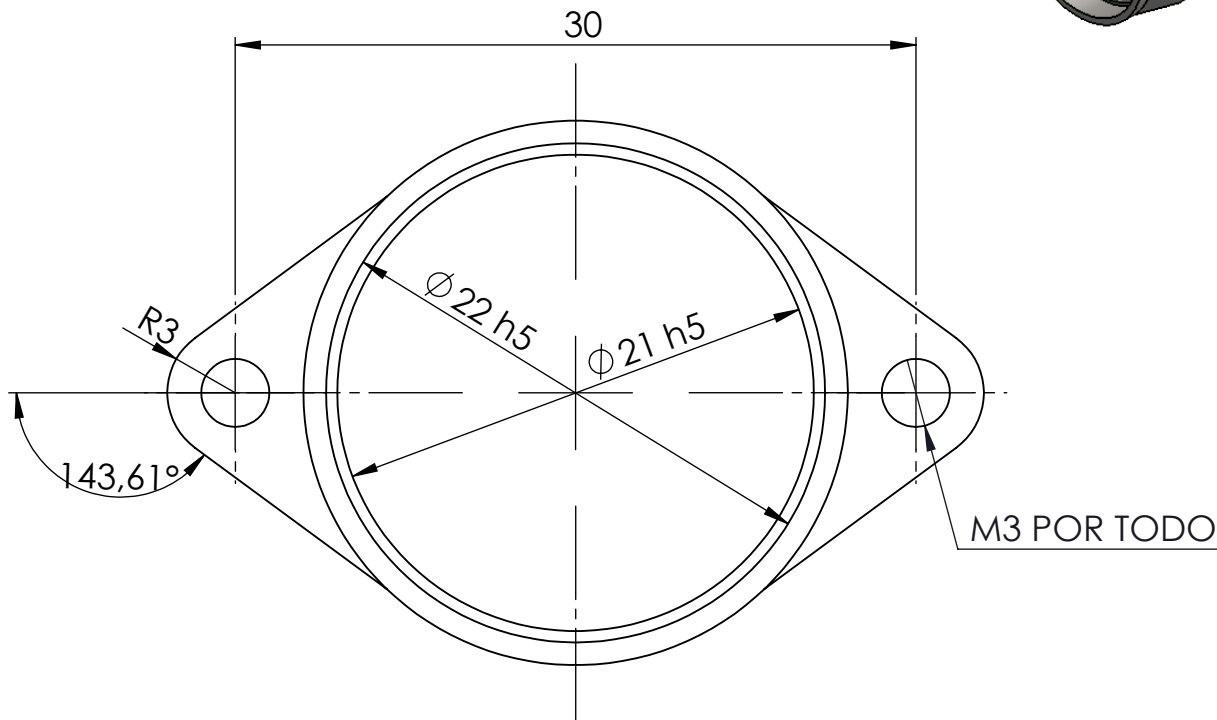
Subconjunto de internos

Conjunto Nº: 1.2



Título: **SUBCONJUNTO ELEMENTOS INTERNOS**

Plano Nº: 1.2.1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
14	1	Soporte de rodamiento de 12 mm	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:3:1

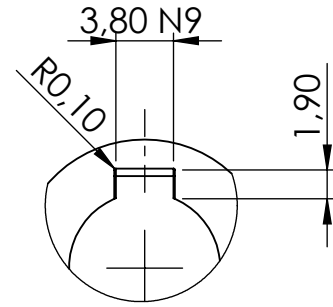
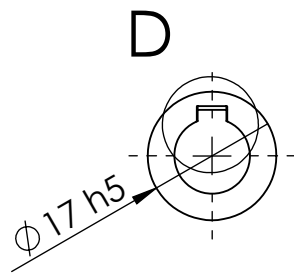
Conjunto: **Subconjunto de internos**

Conjunto Nº: 1.2



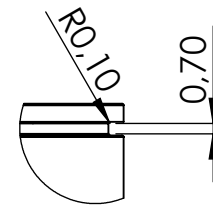
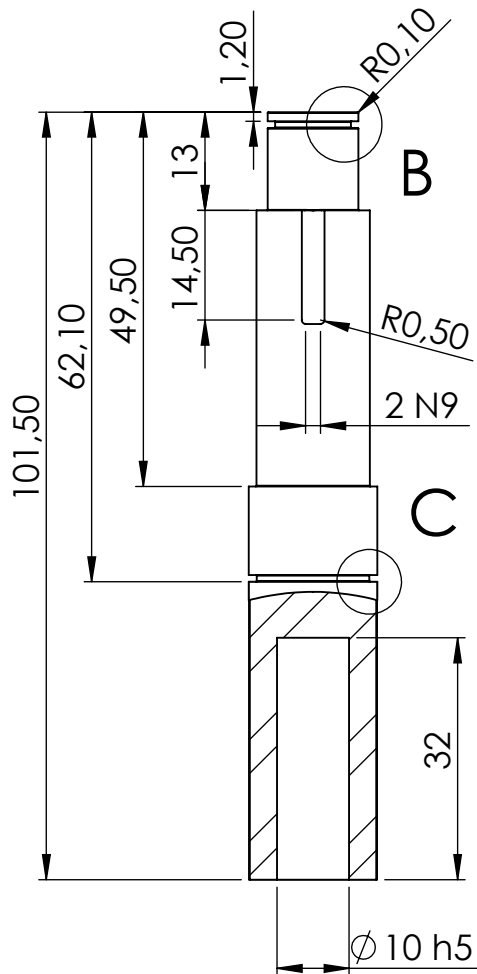
Título: **SOPORTE PARA EL RODAMIENTO**

Plano Nº: 1.2.14



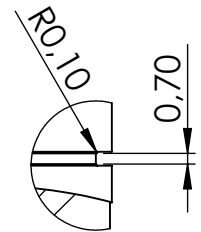
DETALLE D

ESCALA 2 : 1



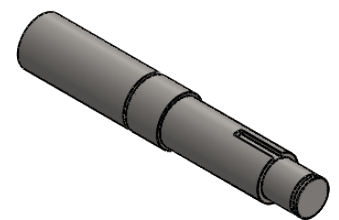
DETALLE B

ESCALA 2 : 1



DETALLE C

ESCALA 2 : 1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
17	1	Eje impulsor	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:1

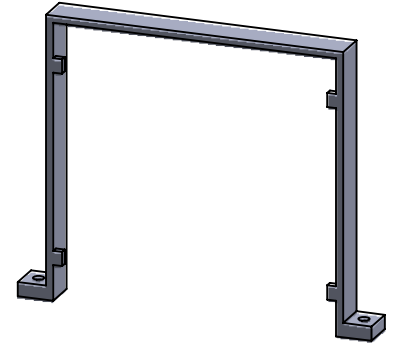
Conjunto: Subconjunto de internos

Conjunto Nº: 1.2

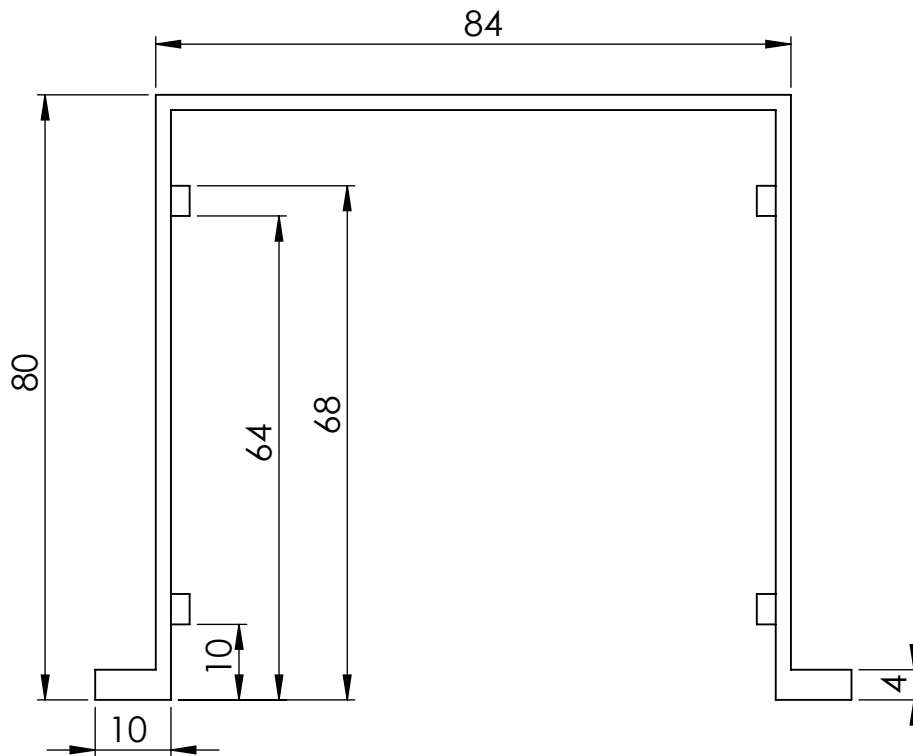


Título: EJE IMPULSOR

Plano Nº: 1.2.17



M3 POR TODO



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
18	1	Anilla del motor eléctrico.	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

ESCALA: 1:1

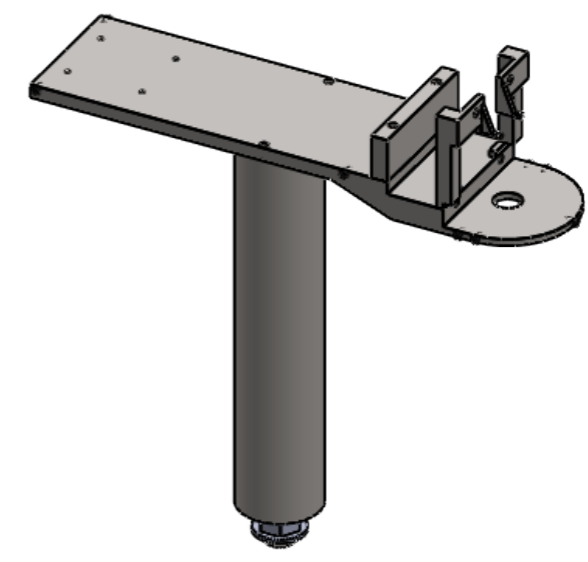
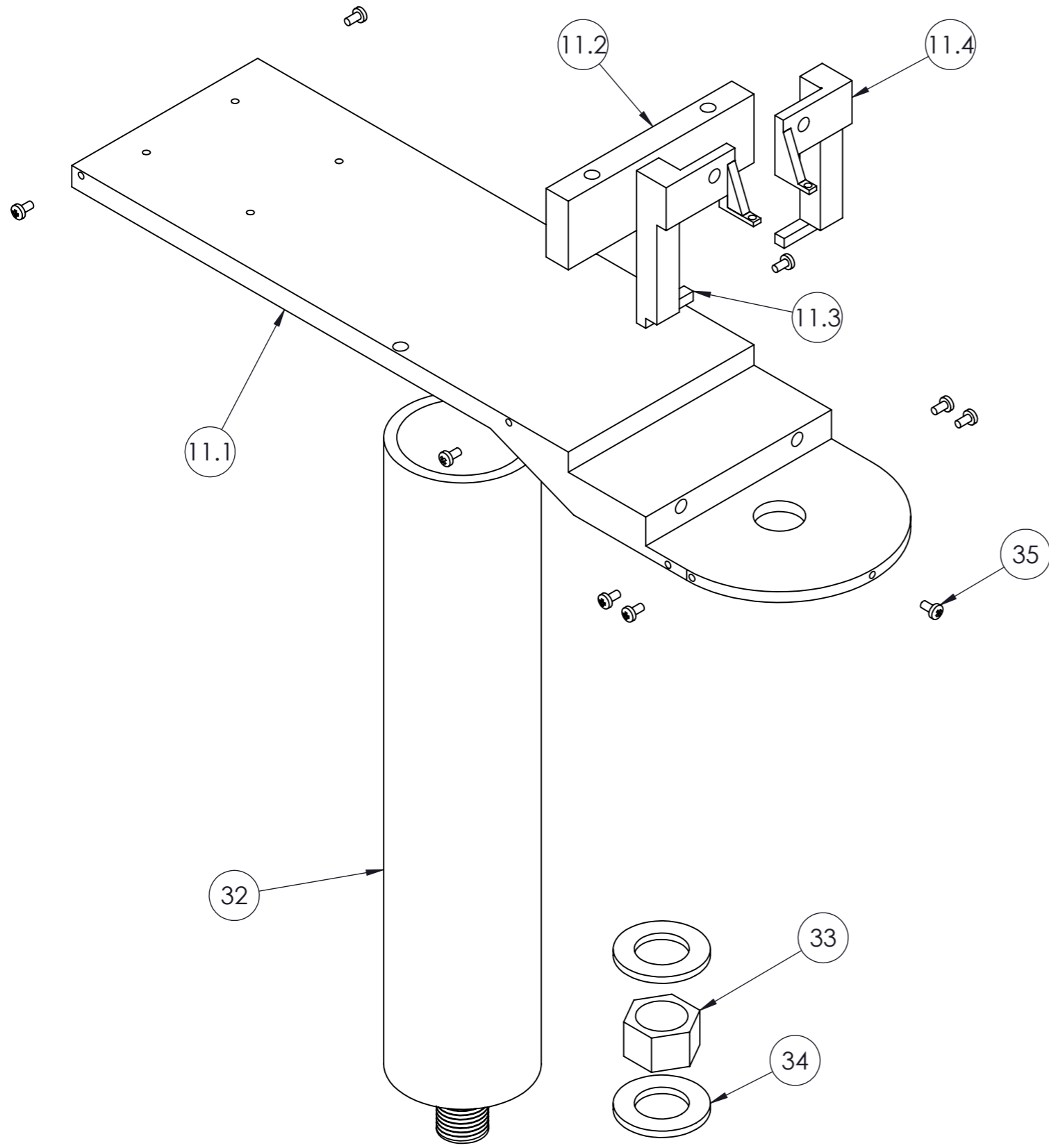
Conjunto: **Subconjunto de internos**

Conjunto Nº: 1.2





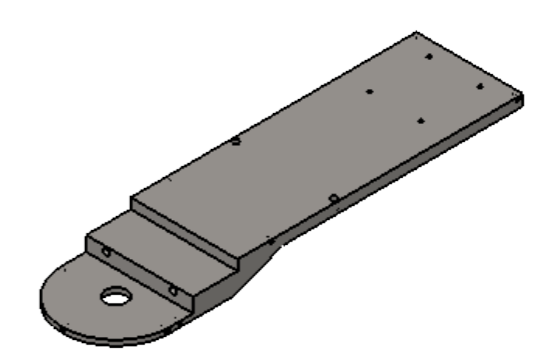
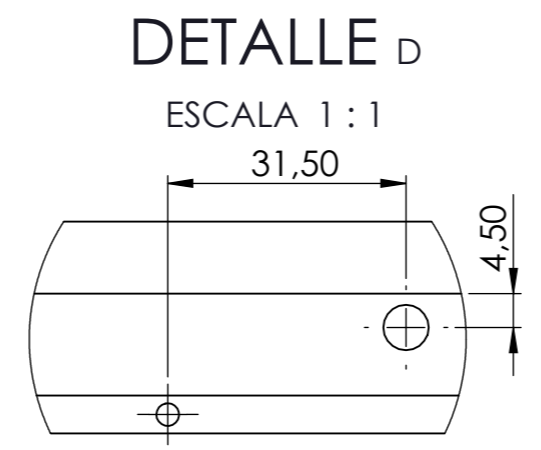
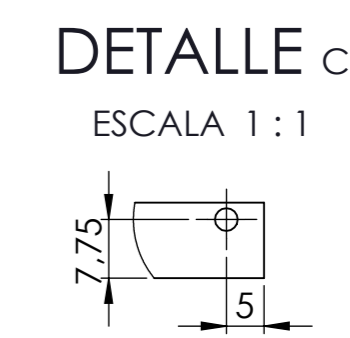
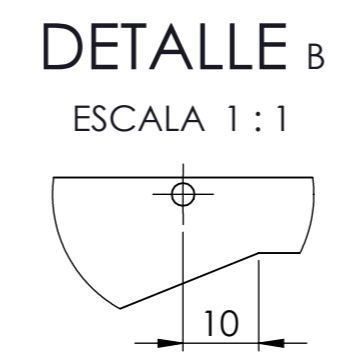
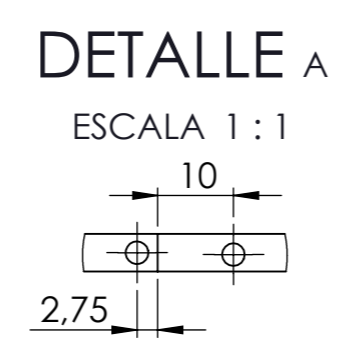
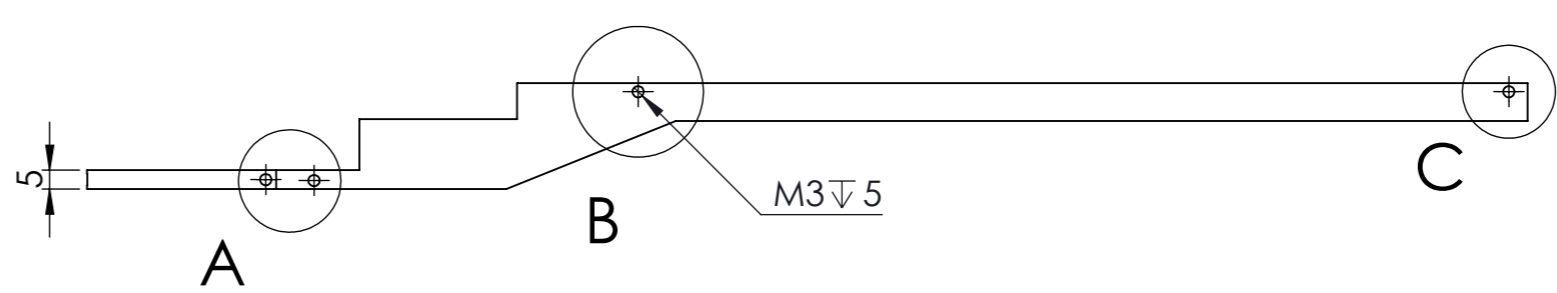
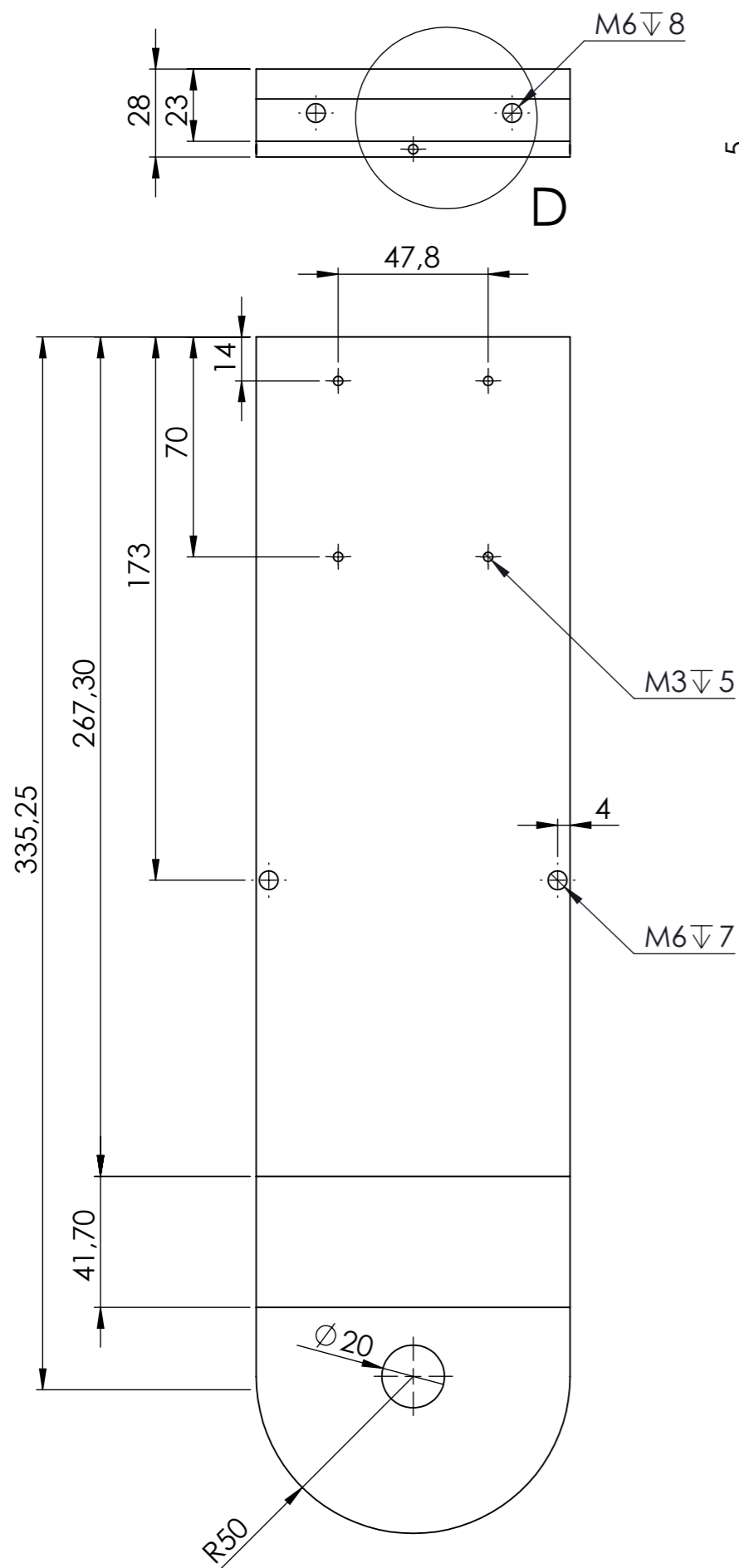
Título: **ANILLA DEL MOTOR ELÉCTRICO**



Plano Nº: 1.2.18

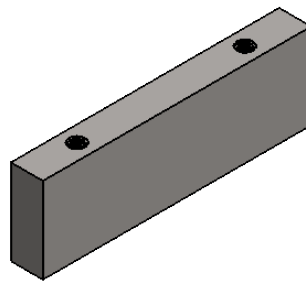
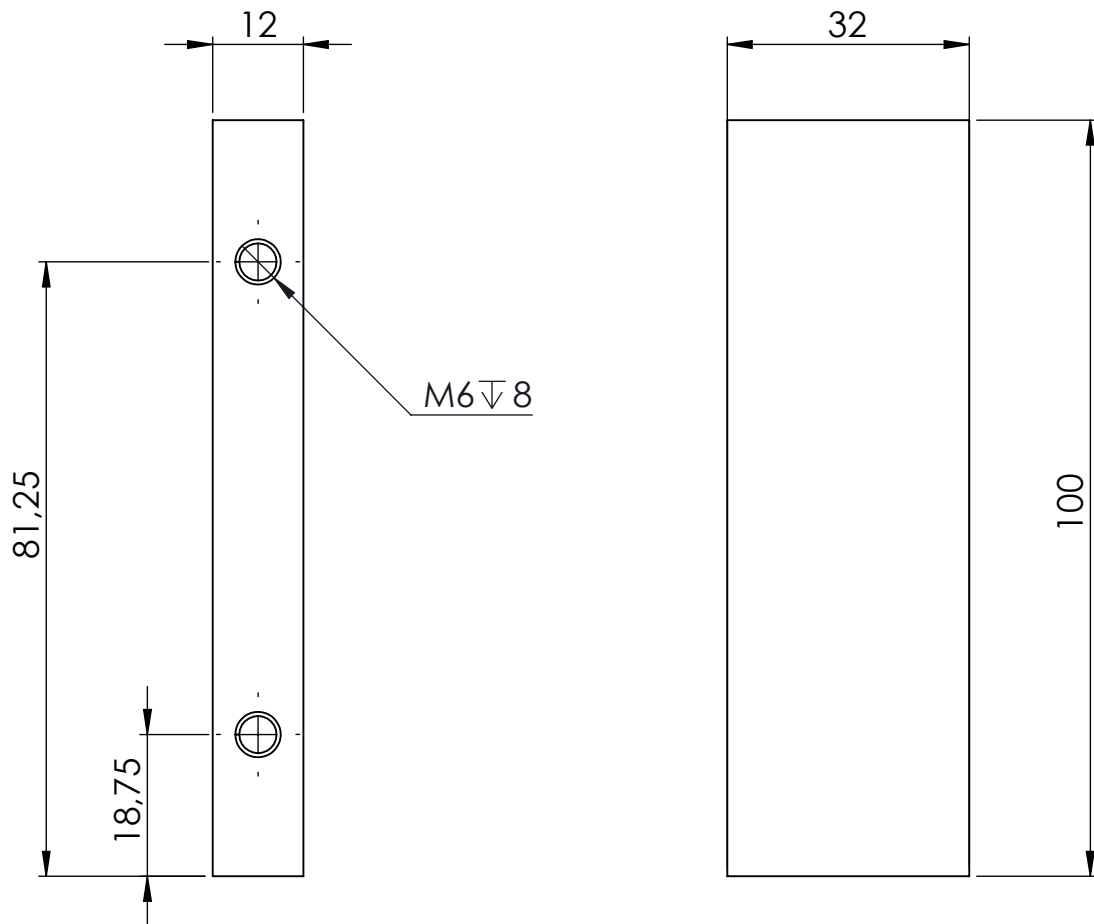


Marca	Cantidad	Nombre de la pieza	Norma	Material
11.1	1	Placa inferior del bastidor	AISI 304	Acero Inox.
11.2	1	Punto de anclaje de rodamiento	AISI 304	Acero Inox.
11.3	1	Soporte derecho de rodamiento	AISI 304	Acero Inox.
11.4	1	Soporte izquierdo de rodamientos	AISI 304	Acero Inox.
32	1	Soporte del bastidor	AISI 304	Acero Inox.
33	2	Tuerca M20X1-10	DIN 9021	Acero Inox.
34	1	Arandela M20	DIN9021	Acero Inox.
35	9	Tornillo phillips M3X0.5-6, 12.9	DIN 7985	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.			
Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Junio - 2021	Conjunto: Subconjunto del bastidor Título: SUBCONJUNTO DEL BASTIDOR		Conjunto Nº: 1.3 Plano Nº: 1.3.0
ESCALA: 1:2			



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
11.1	1	Placa inferior del bastidor	AISI 304	Acero Inox.
AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.				
Autor: Aníbal Rosales Quintero		Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	
Comprobado: Junio - 2021				
ESCALA: 1:2	Conjunto: Subconjunto del bastidor		Conjunto Nº: 1.3	
	Título: PLACA DEL BASTIDOR		Plano Nº: 1.3.11.1	



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
11.2	1	Punto de anclaje de rodamiento	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:1

Conjunto:

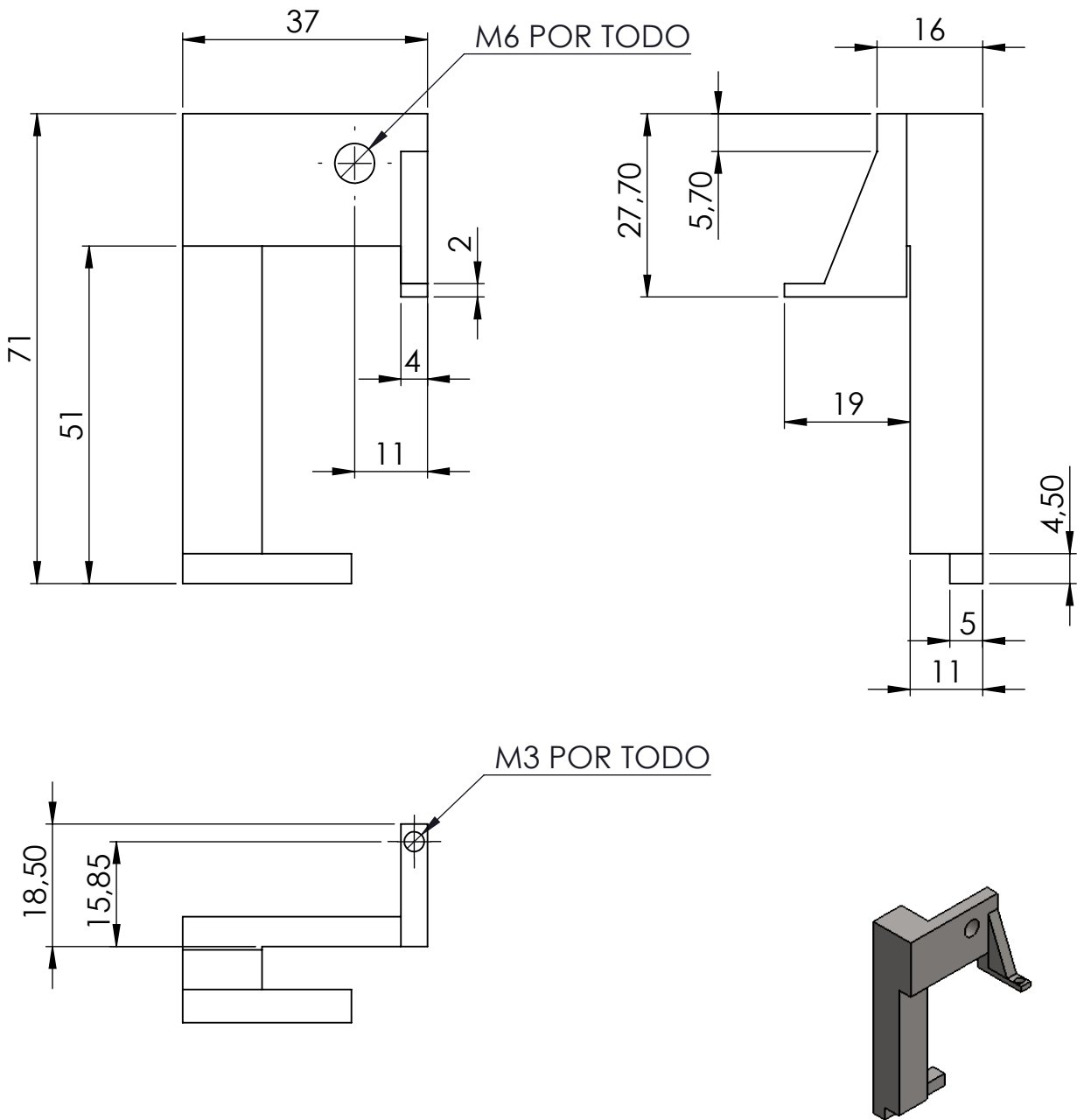
Subconjunto de internos

Conjunto Nº: 1.3



Título: **PUNTO DE ANCLAJE RODAMIENTO**

Plano Nº: 1.3.11.2



Ambos soportes, derecho e izquierdo, son simétricos.

Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
11.3	1	Soporte derecho de rodamientos	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:1

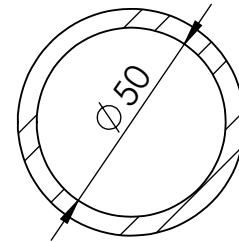
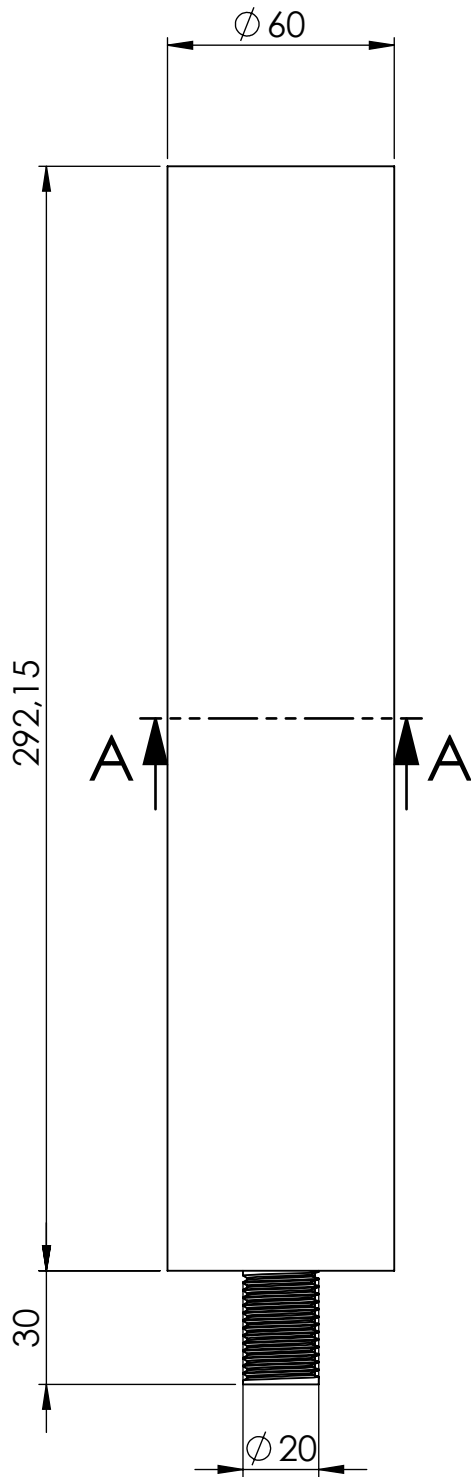
Conjunto: **Subconjunto de internos**

Conjunto Nº: 1.3



Título: **SOPORTE DE RODAMIENTO**

Plano Nº:1.3.11.3



SECCIÓN A-A

ESCALA 1 : 2



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
32	1	Soporte del bastidor	AlSi 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:2

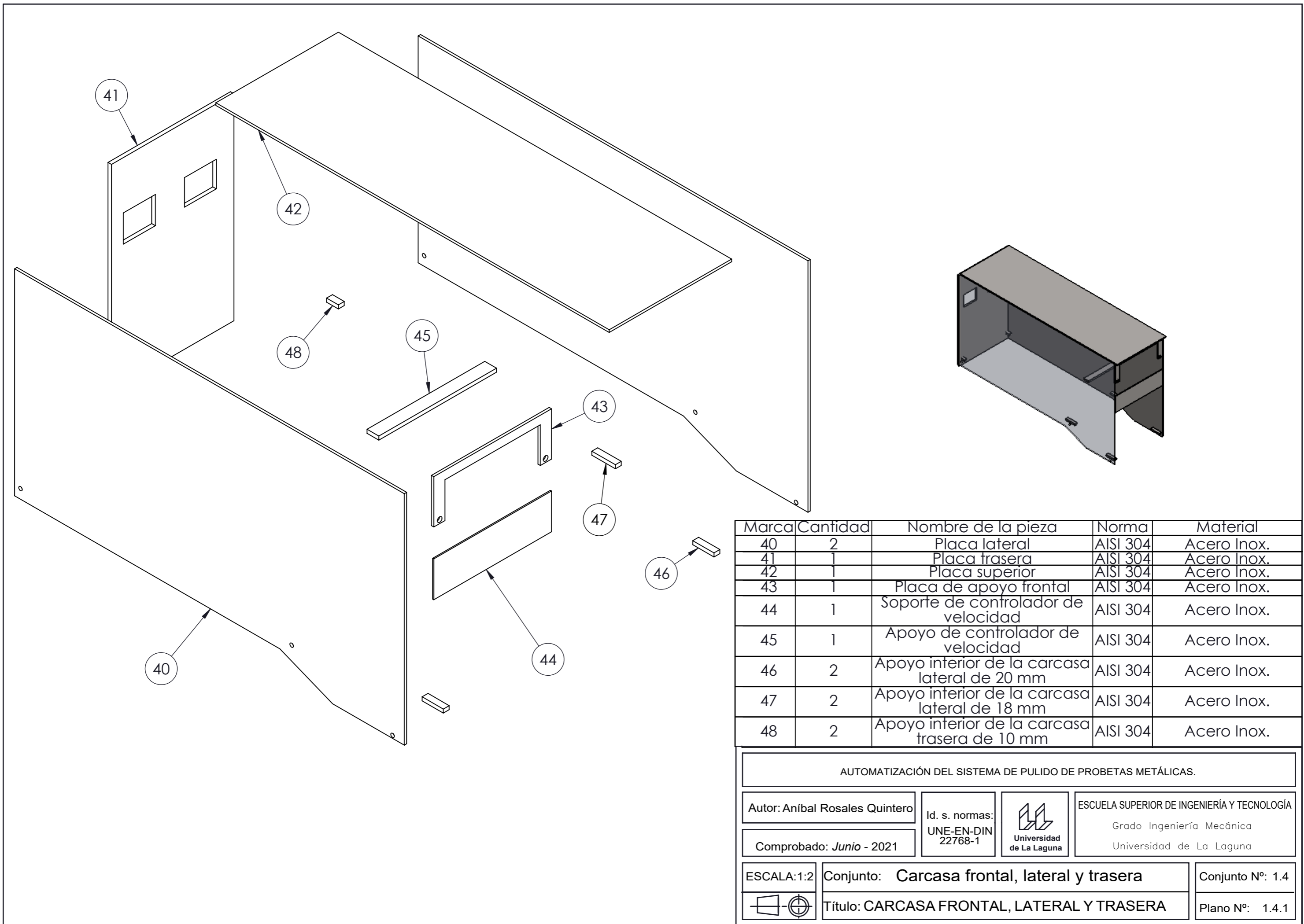
Conjunto: **Subconjunto del bastidor**

Conjunto Nº: 1.3



Título: **SOPORTE DEL BASTIDOR**


Plano Nº: 1.3.32

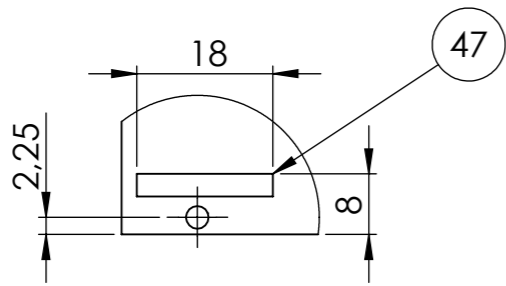
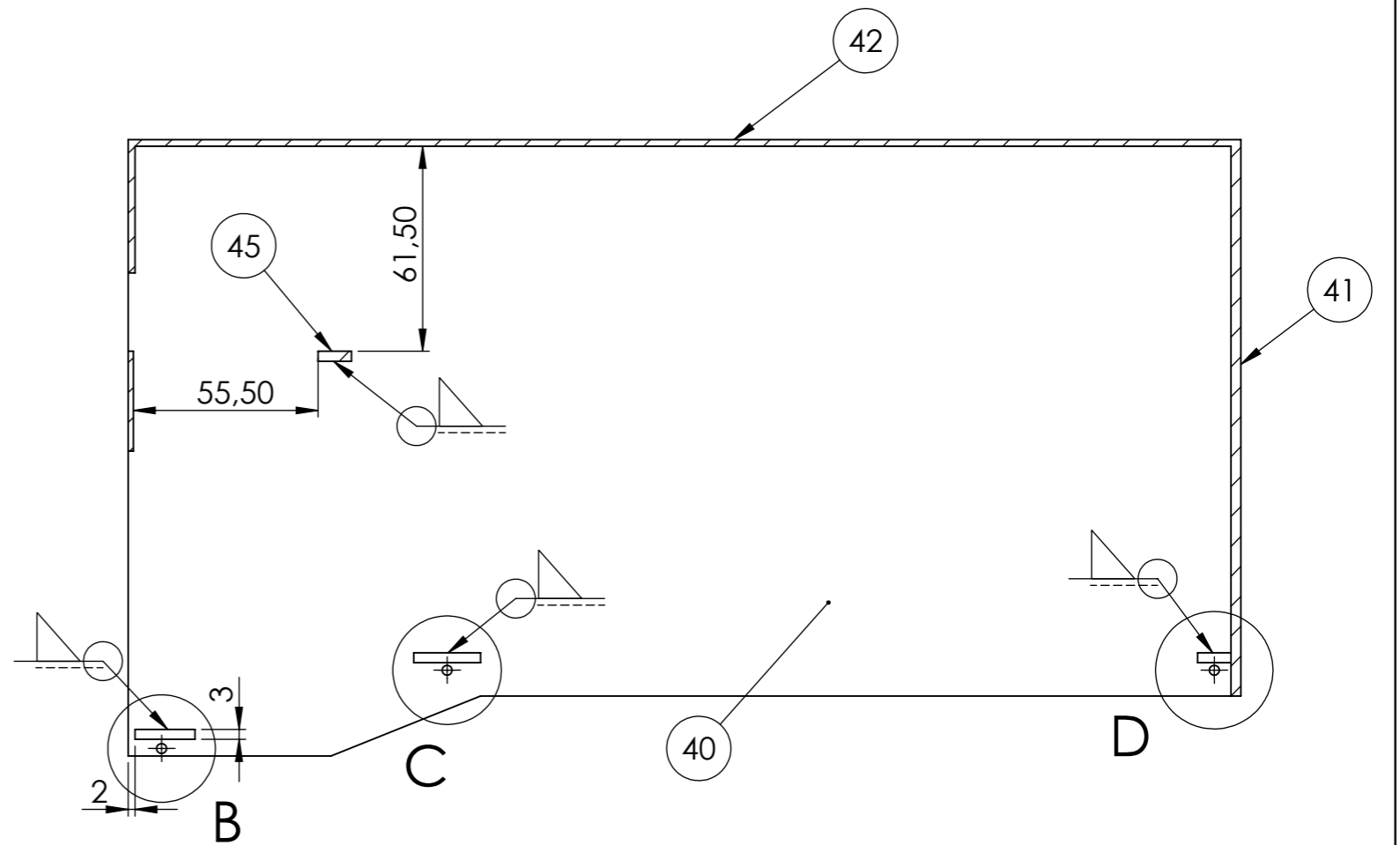
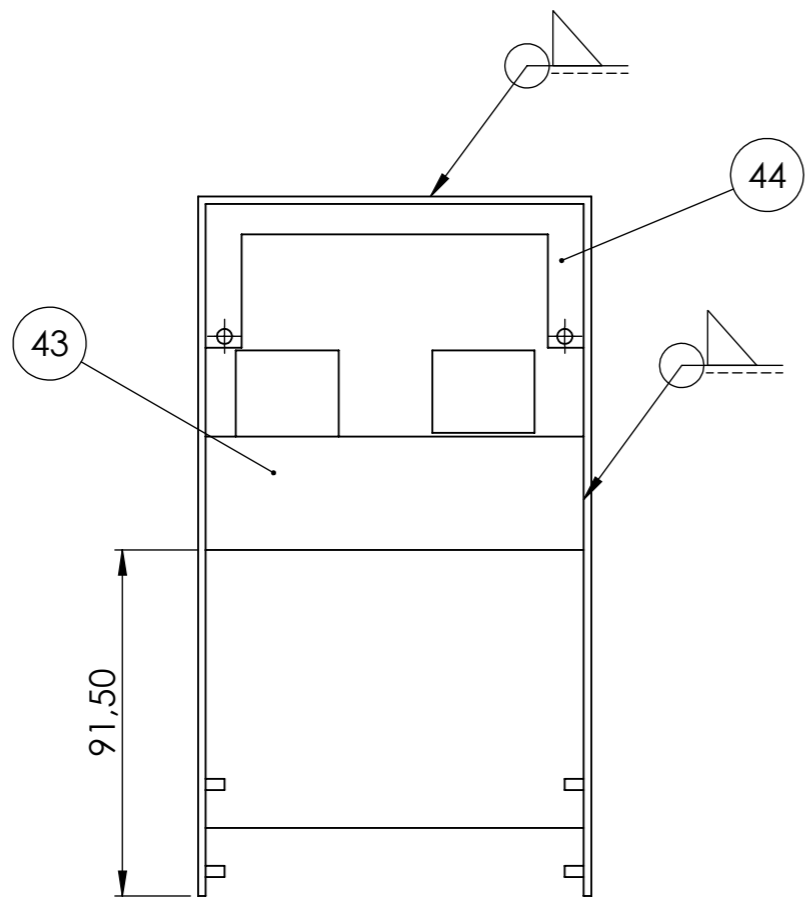


Marca	Cantidad	Nombre de la pieza	Norma	Material
	2	Placa lateral	AISI 304	Acero Inox.
	1	Placa trasera	AISI 304	Acero Inox.
	1	Placa superior	AISI 304	Acero Inox.
	1	Placa de apoyo frontal	AISI 304	Acero Inox.
	1	Soporte de controlador de velocidad	AISI 304	Acero Inox.
	1	Apoyo de controlador de velocidad	AISI 304	Acero Inox.
	2	Apoyo interior de la carcasa lateral de 20 mm	AISI 304	Acero Inox.
	2	Apoyo interior de la carcasa lateral de 18 mm	AISI 304	Acero Inox.
	2	Apoyo interior de la carcasa trasera de 10 mm	AISI 304	Acero Inox.

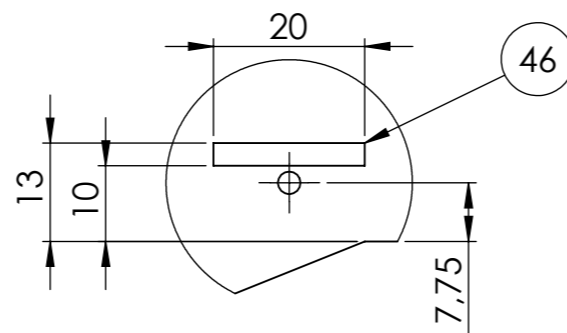
AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
--------------------------------	---	--	--

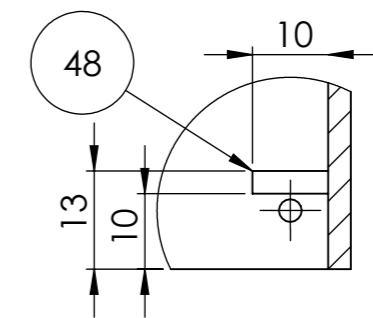
ESCALA: 1:2	Conjunto: Carcasa frontal, lateral y trasera	Conjunto Nº: 1.4
	Título: CARCASA FRONTAL, LATERAL Y TRASERA	Plano Nº: 1.4.1





DETALLE B
ESCALA 1 : 1

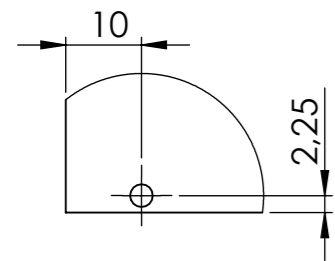
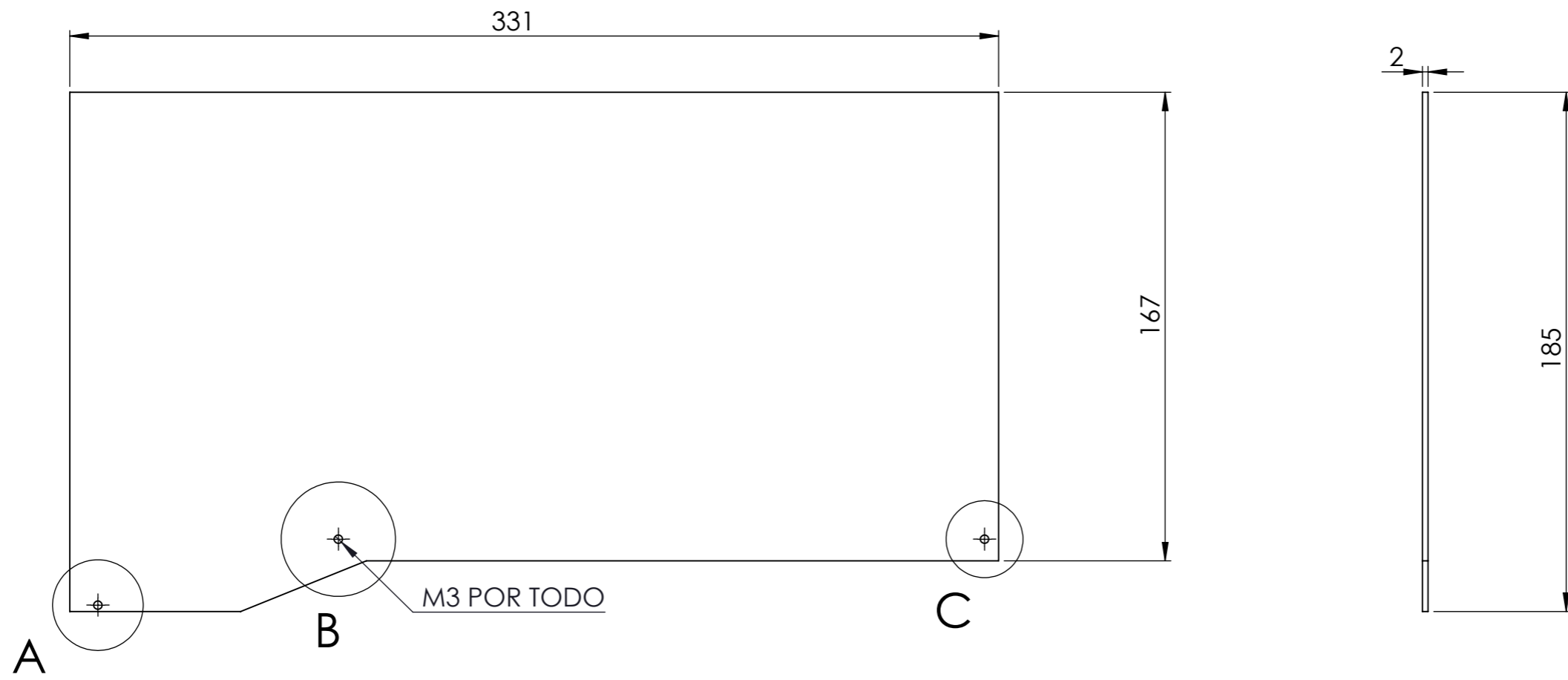


DETALLE C
ESCALA 1 : 1

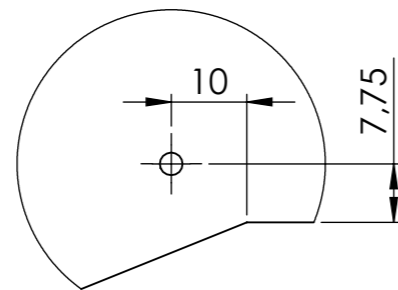


DETALLE D
ESCALA 1 : 1

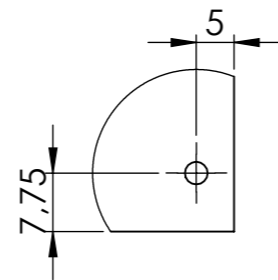
AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.			
Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: Junio - 2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:2	Conjunto: Carcasa frontal, lateral y trasera	Conjunto Nº: 1.4	
	Título: DETALLE CARCASA LATERAL, FRONTAL, TRASERA	Plano Nº: 1.4.1*	



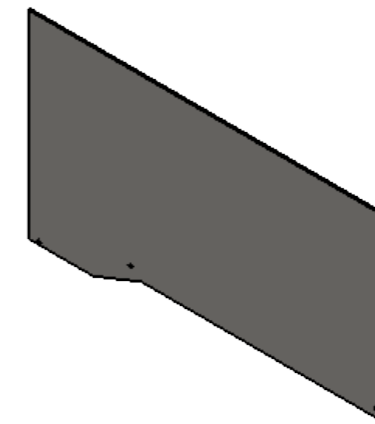
DETALLE A
ESCALA 1 : 1



DETALLE B
ESCALA 1 : 1



DETALLE C
ESCALA 1 : 1



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
40	1	Placa lateral	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN
22768-1



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 1:2

Conjunto: **Carcasa lateral, interna y trasera**

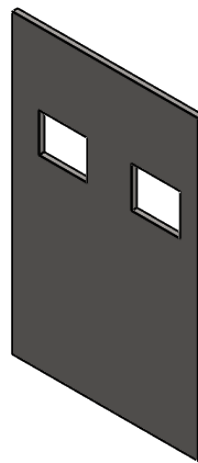
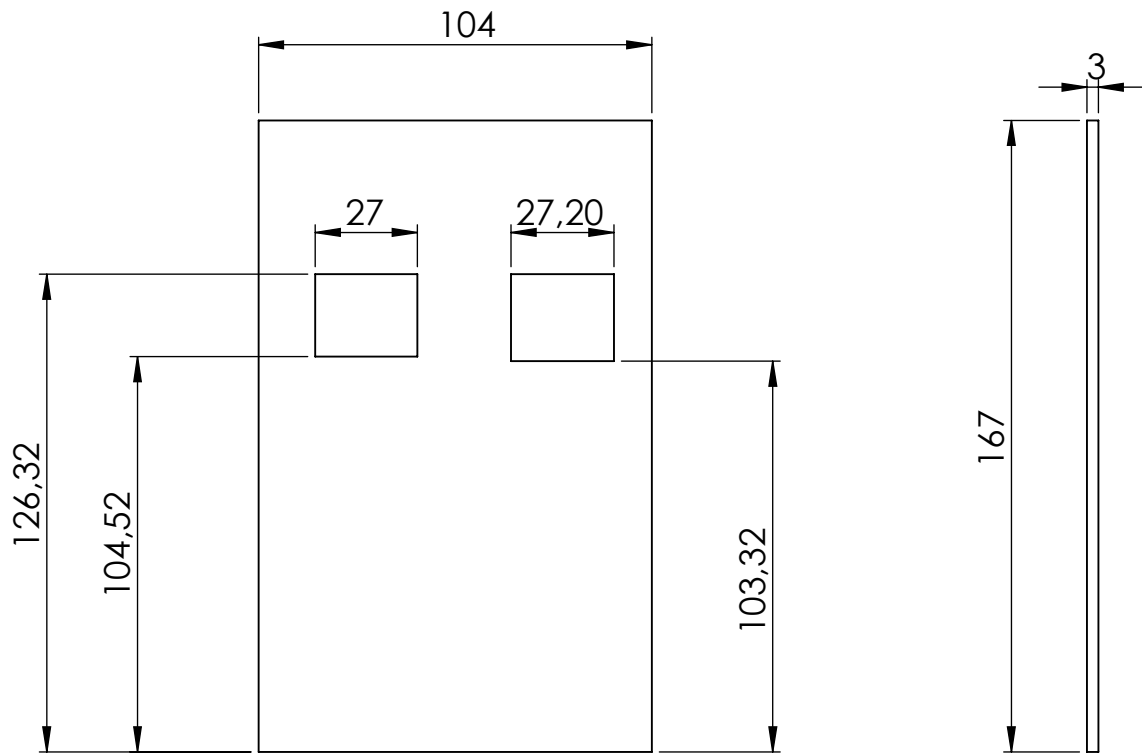
Conjunto Nº: 1.4



Título:

PLACA LATERAL

Plano Nº: 1.4.40



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
41	1	Placa trasera.	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:2

Conjunto: **Carcasa frontal, lateral y trasera**

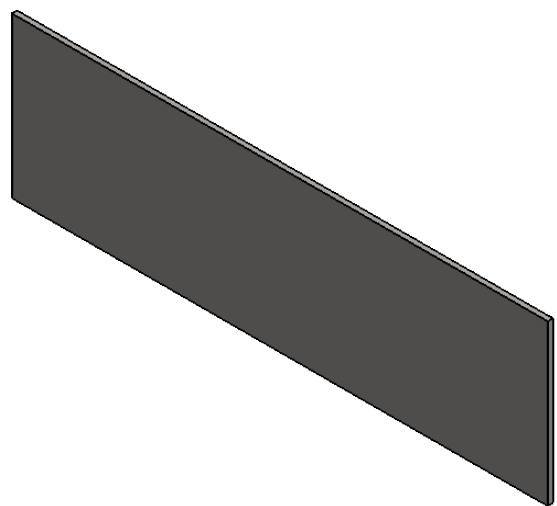
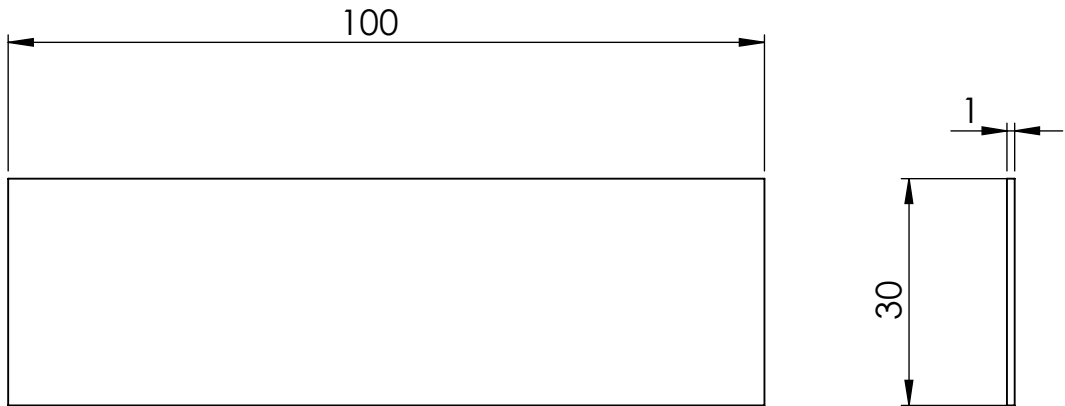
Conjunto Nº: 1.4



Título:

PLACA TRASERA


Plano Nº: 1.4.41

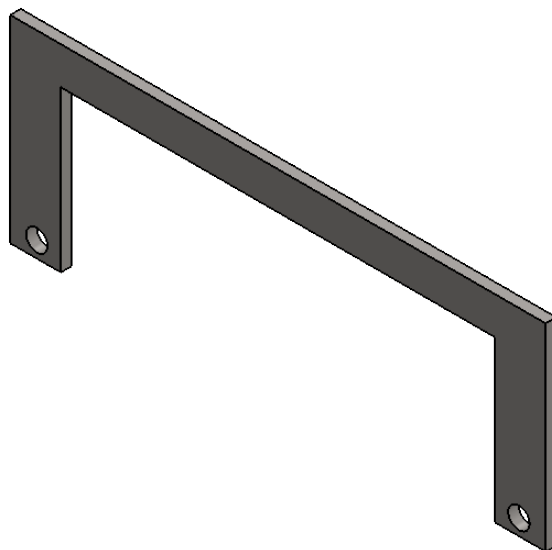
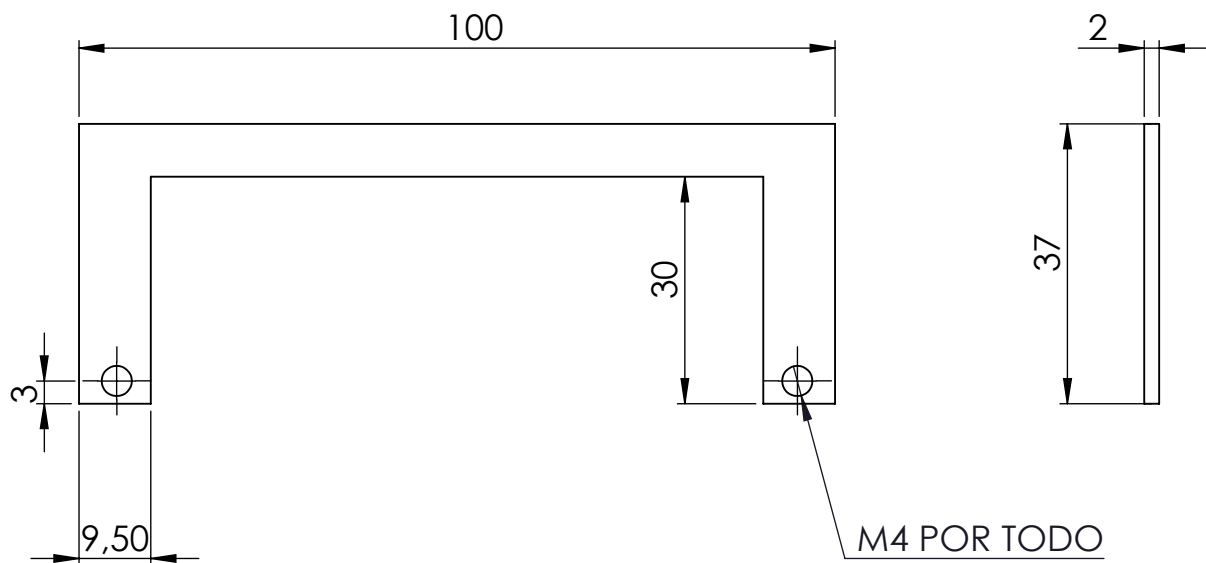


Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
43	1	Placa de apoyo frontal	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Junio - 2021			

ESCALA: 1:1	Conjunto: Carcasa frontal, lateral y trasera.	Conjunto Nº: 1.4
	Título: PLACA DE APOYO FRONTAL	Plano Nº: 1.4.43



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
44	1	Soporte del controlador de velocidad	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

ESCALA: 1:1

Conjunto:

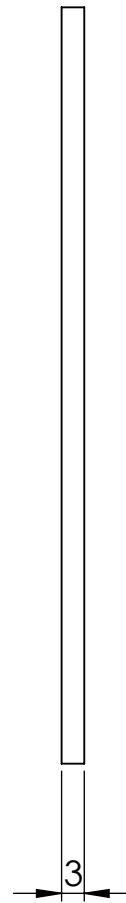
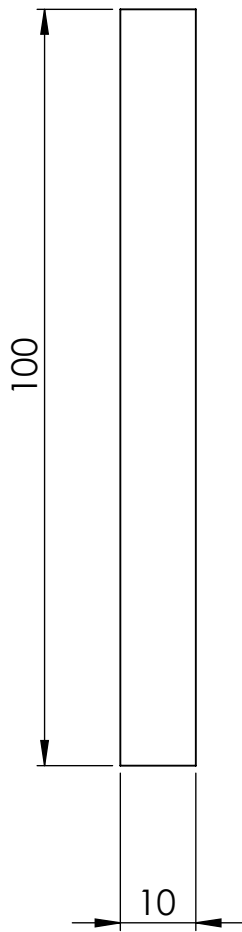
Carcasa frontal, lateral y trasera.

Conjunto Nº: 1.4



Título: SOPORTE CONTROLADOR DE VELOCIDAD

Plano Nº: 1.4.44



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
45	1	Apoyo de controlador de velocidad	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Marzo - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:2

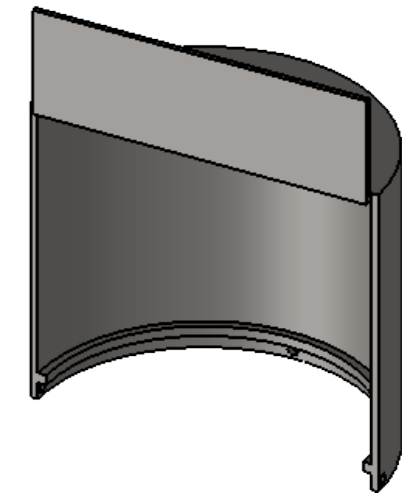
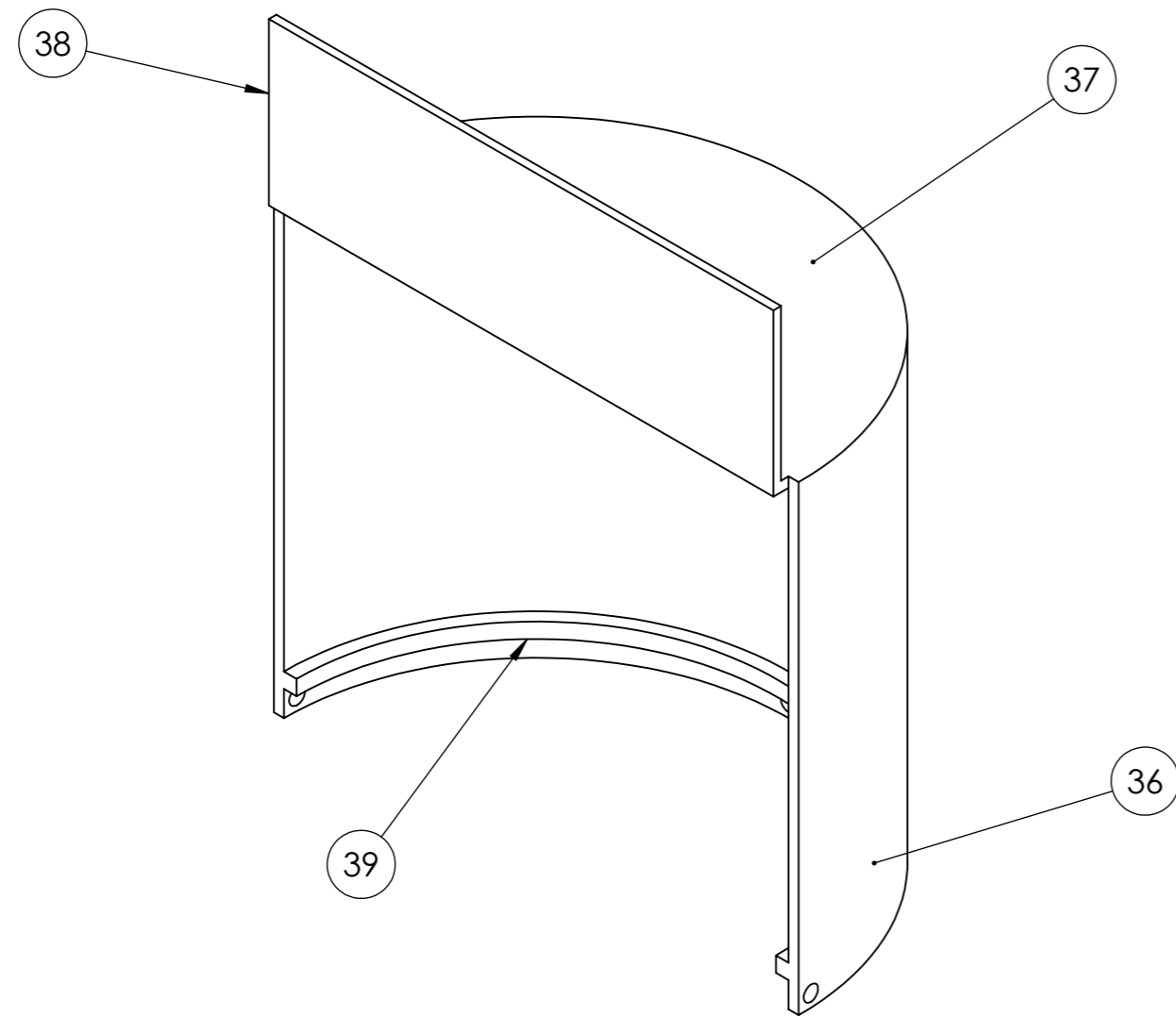
Conjunto: Carcasa frontal, lateral y trasera

Conjunto Nº: 1.4



Título: APOYO CONTROLADOR DE VELOCIDAD

Plano Nº: 1.4.45



Marca	Cantidad	Nombre de la pieza	Norma	Material
36	1	Frontal circular	AISI 304	Acero Inox.
37	1	Tapa frontal	AISI 304	Acero Inox.
38	1	Aleta superior	AISI 304	Acero Inox.
39	1	Apoyo de la carcasa frontal	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS.

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN
22768-1



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

ESCALA: 1:1

Conjunto:

Carcasa frontal

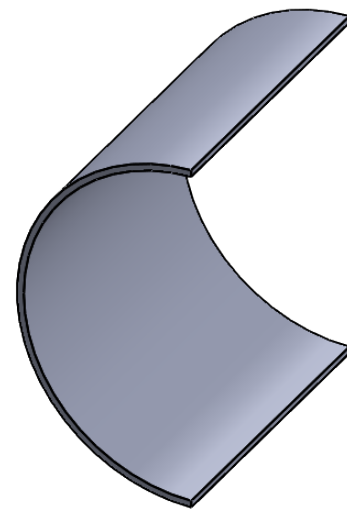
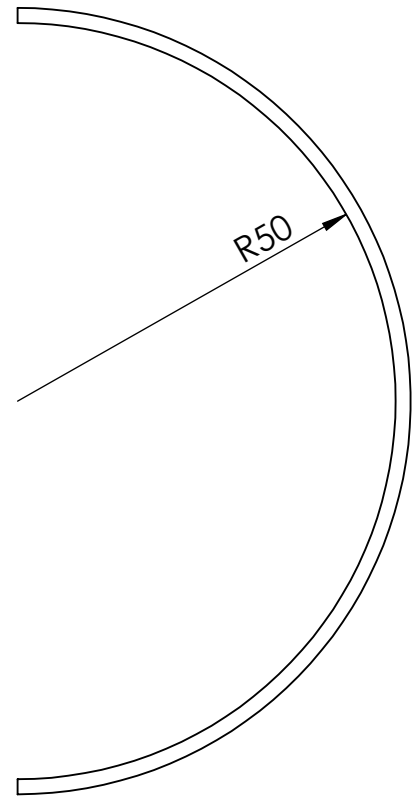
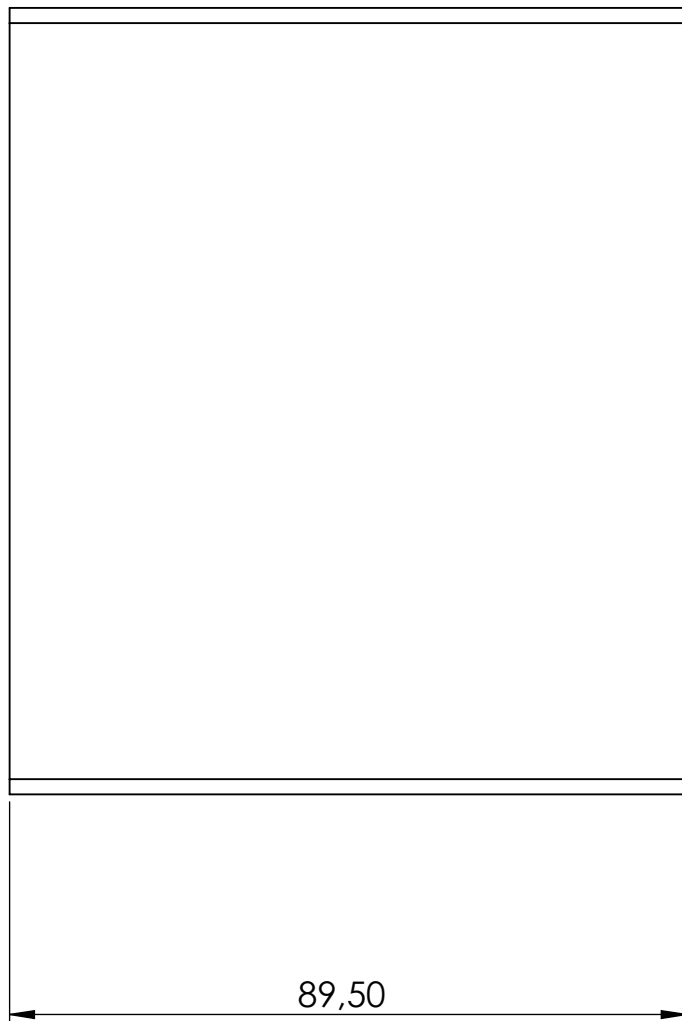
Conjunto Nº: 1.5



Título:

CARCASA FRONTAL


Plano Nº: 1.5.1

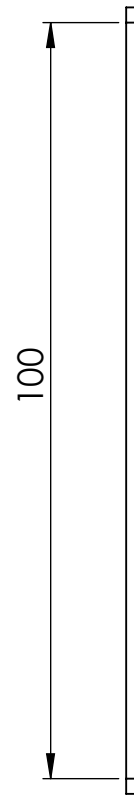
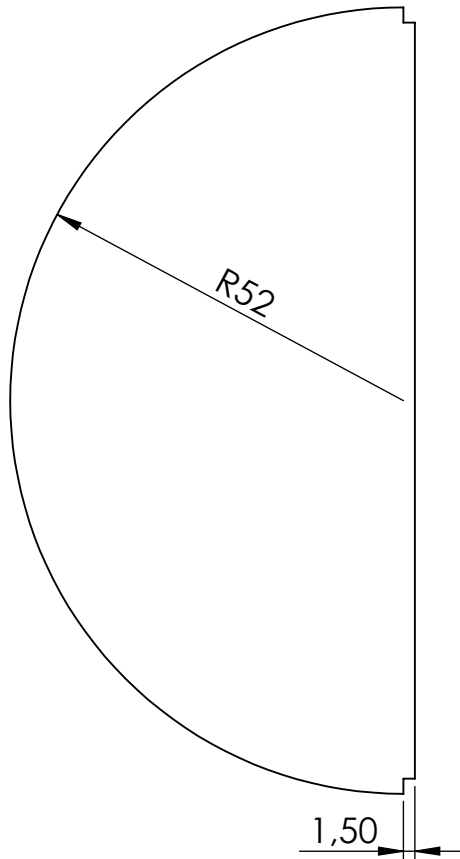


Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
36	1	Frontal circular	AI SI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero	Id. s. normas: UNE-EN-DIN 22768-1	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Junio - 2021			

ESCALA:1:1	Conjunto: Carcasa frontal	Conjunto Nº: 1.5
	Título: FRONTAL CIRCULAR	Plano Nº: 1.5.36



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
37	1	Tapa frontal	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

ESCALA:1:1

Conjunto:

Carcasa frontal

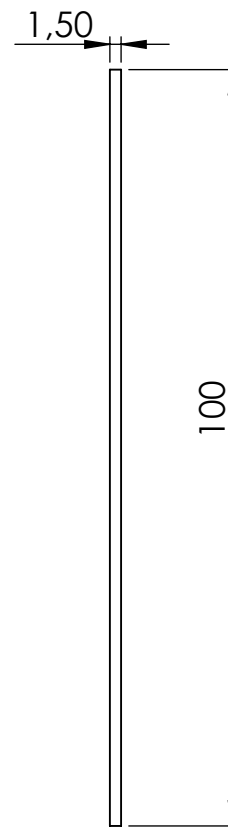
Conjunto Nº: 1.5



Título:

TAPA FRONTAL

Plano Nº: 1.5.37



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
38	1	Aleta superior	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:1

Conjunto:

Carcasa frontal

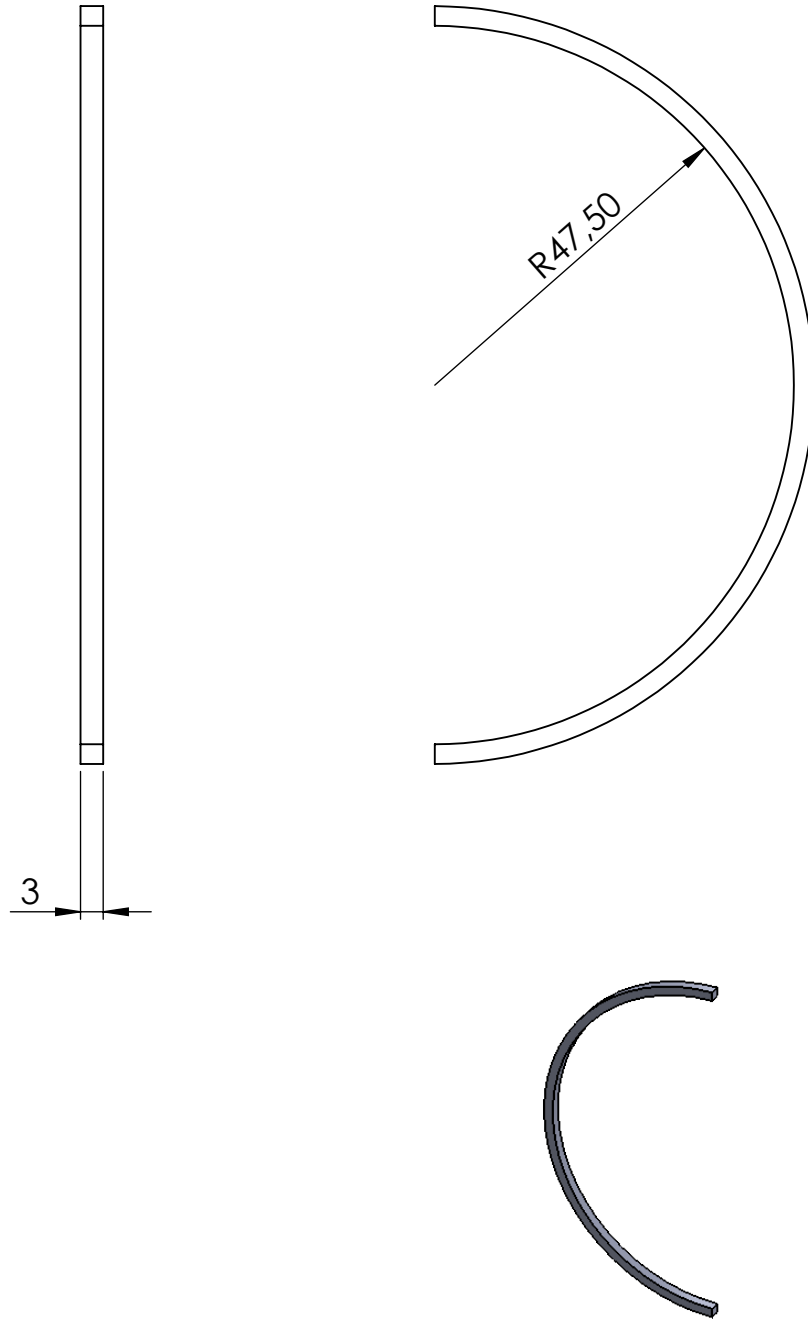
Conjunto Nº: 1.5



Título:

ALETA SUPERIOR

Plano Nº: 1.5.38



Marca	Cantidad	Nombre de pieza	Norma	Material
39	1	Apoyo de carcasa frontal	AISI 304	Acero Inox.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO DE PROBETAS METÁLICAS

Autor: Aníbal Rosales Quintero

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Comprobado: Junio - 2021

UNE-EN-DIN
22768-1

Universidad
de La Laguna

Universidad de La Laguna

ESCALA:1:1

Conjunto:

Carcasa frontal

Conjunto Nº: 1.5



Título:

APOYO CARCASA FRONTAL

Plano Nº: 1.5.39



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

PLIEGO DE CONDICIONES

**Automatización del sistema de pulido de
probetas metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.

1.	Definición y alcance del pliego.	6
2.	Condiciones generales.	6
3.	Condiciones particulares.....	6
3.1.	Condiciones legales y condiciones económicas.	6
3.2.	Condiciones Facultativas y del fabricante.	6
3.2.1.	Funciones facultativas del Ingeniero Director.	6
3.3.	Funciones del fabricante.	7
3.4.	Condiciones técnicas.....	7
3.4.1.	Instrucciones de seguridad.....	7
4.	Condiciones de materiales.	8
5.	Tolerancias.....	8
6.	Acabado superficial.	8
7.	Montaje.....	8
7.1.	Colocación de probetas y porta-muestras	9
7.1.1.	Montaje del motor y componentes motores	11
7.1.2.	Montaje de elementos conducidos.....	14
7.1.3.	Montaje de carcasa exterior y componentes eléctricos.	18

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Preparación de porta-muestras, sujeciones y plato nivelador previa colocación de probetas. Fuente: Propia.	9
Figura 2: Posición de las probetas y apriete de los tonillos de sujeción. Fuente: Propia.	10
Figura 3: Colocación del porta-muestras en la mordaza hembra. Fuente: Propia.	10
Figura 4: Detalle del conjunto porta-muestras y mordazas, atornilladas y sujetas. Fuente: Propia.	11
Figura 5: Previo al montaje de los rodamientos. Fuente: Propia.	12
Figura 6: Detalle de los rodamientos A y B montados. Fuente: Propia.	12
Figura 7: Detalle del montaje del piñón y el eje impulsor. Fuente: Propia.	13
Figura 8: Anillas de sujeción de 17 mm (izquierda) y 12mm (derecha). Fuente: Propia.	13
Figura 9: Previo al montaje del motor y su anilla de sujeción. Fuente: Propia.	14
Figura 10: Detalle de la anilla de sujeción y el motor ya montados. Fuente: Propia.	14
Figura 11: Piezas del apartado conducido. Fuente: Propia.	15
Figura 12: Detalle del montaje del rodamiento C en el bastidor. Fuente: Propia.	15
Figura 13: Colocación del rodamiento D y sus tornillos. Fuente: Propia.	16
Figura 14: Colocación de las anillas antes y después del engranaje conducido. Fuente: Propia.	17
Figura 15: Detalle de las anillas montadas en el eje de la mordaza. Fuente: Propia.	17
Figura 16: Detalle del eje de la mordaza ya introducido en el centro del rodamiento D. Fuente: Propia.	18
Figura 17: Detalle del montaje de la tapa y el pasador. Fuente: Propia.	19
Figura 18: Detalle de las piezas que conforman la carcasa exterior. Fuente: Propia.	20
Figura 19: Carcasa exterior una vez soldados los componentes. Fuente: Propia.	20
Figura 20: Colocación del controlador de velocidad. Fuente: Propia.	21
Figura 21: Detalle de los tornillos (azul) y la barra interna (izquierda). Fuente: Propia.	22
Figura 22: Conector de potencia macho (izquierda) e interruptor Encendido-Apagado (izquierda). Fuente: Propia.	22
Figura 23: Situación de los orificios taladrados para el transformador, en la parte trasera del bastidor. Fuente: Propia.	23
Figura 24: Vista superior de la posición del transformador antes de ser atornillado. Fuente: Propia.	24
Figura 25: Tornillos que sujetan al transformador. Fuente: Propia.	24
Figura 26: Colocación de las carcasas sobre el bastidor. Fuente: Propia.	25
Figura 27: Detalle del montaje con tornillos de la carcasa curva. Fuente: Propia.	25
Figura 28: Detalle de la colocación de la carcasa recta sobre la curva. Fuente: Propia.	26
Figura 29: Detalle del solapamiento de las carcasas. Fuente: Propia.	26
Figura 30: Tornillos M3 de la placa recta. Fuente: Propia.	27

1. Definición y alcance del pliego.

El presente pliego de condiciones se refiere al diseño de un sistema de pulido de probetas metálicas para su posterior estudio por microscopía.

Este documento básico recoge todas las particularidades del diseño de la máquina, como son los materiales empleados, las condiciones de montaje, tolerancias y acabados superficiales mínimos exigidos, las condiciones de montaje, etc.

2. Condiciones generales.

En este pliego serán de aplicación toda la normativa aplicable en el ámbito de los engranajes, ejes y baja tensión citados en el documento Memoria.

3. Condiciones particulares.

3.1. Condiciones legales y condiciones económicas.

El pliego resulta ser uno de los documentos más importantes de un proyecto pues suele incluir las condiciones contractuales, los plazos de ejecución y las repercusiones de no cumplir el contrato, aunque en este proyecto se estima la fabricación en un futuro del mismo, así que se añaden además las condiciones legales y económicas.

3.2. Condiciones Facultativas y del fabricante.

3.2.1. Funciones facultativas del Ingeniero Director.

-Verificar que las características dimensionales de los elementos seleccionados son las correctas.

-Recoger todos los complementos y rectificaciones necesarias en el proyecto.

-Asistir al laboratorio las veces que sean necesarias para la resolución de cualquier eventualidad que suceda, impartiendo instrucciones para su corrección.

-Establecer una política de control de calidad en los casos necesarios.

-Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto.

-Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo al proyecto y la normativa técnica aplicable en cada uno de sus componentes.

-Verificar tanto las dimensiones del conjunto final fabricado, como también los acabados superficiales, calidad de los componentes y su finalidad constructiva función

en consonancia, así como apuntar cualquier defecto y tomar las medidas oportunas para solventarlo.

3.3. Funciones del fabricante.

- Planificar debidamente las etapas de fabricación.
- Vigilar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad, prevención e higiene en el trabajo.
- Dirigir al personal que forme parte, de forma directa o secundaria, en cualquiera de las tareas de la fabricación.
- Verificar el buen estado de todos los materiales que se requiera utilizar, comprobándolo durante los preparativos previos, así como en la fabricación, y descartando por iniciativa propia o mediante delegación al Ingeniero director todo aquel material o suministro que no cumplía con las garantías mínimas para una correcta aplicación del mismo en el proyecto.
- Facilitar al Ingeniero Director, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

3.4. Condiciones técnicas.

3.4.1. Instrucciones de seguridad.

Este diseño contiene componentes de carácter mecánico y eléctrico, por lo que conlleva todos los riesgos aplicables a su utilización.

El peligro mecánico principal a parte del montaje ya mencionado, es la posibilidad de acceso o accionamiento accidental al grupo engranado durante el pulido, así como el interactuar directamente con el conjunto una vez arrancado el motor eléctrico.

Por ende, evitar este peligro requiere de la adecuada manipulación en desconexión de la máquina, y la comprobación del buen estado de las placas de proyección externa, así como la nula manipulación en movimiento más allá de la modificación vía eléctrica del potenciómetro.

Los riesgos eléctricos, aunque de carácter leve, son los aplicables a cualquier máquina eléctrica de baja tensión, por lo que se deberán tomar las medidas de protección adecuadas durante el mantenimiento o apertura del mismo, así como evitar en todo momento las sobretensiones, que las conexiones se encuentren en un estado no óptimo y similares.

No es probable que se produzca una lesión o un daño grave para las personas, ya que se trata de una máquina de laboratorio de uso reducido y de potencia relativamente baja.

4. Condiciones de materiales.

Los materiales con los que se ha contado en este documento se idearon para resistir de la mejor forma y con la mayor rigidez el uso estimado, por su disponibilidad comercial, por la consonancia con el resto de elementos diseñados o seleccionados en el mismo, así como por la sencillez de manipulación o conformado.

Cada uno de los elementos por separado se han proyectado o seleccionado con esta idea, explicando más rigurosamente en cada apartado individual de la Memoria dichas razones.

5. Tolerancias.

Las tolerancias serán las indicadas en los planos o se estipulan en el anexo de cálculos. Cabe mencionar que algunas tolerancias vienen determinadas por los requerimientos de los elementos comerciales y de los propios fabricantes, como las de los rodamientos seleccionados y la del eje de salida del motor eléctrico, por lo que las tolerancias que se seleccionen serán condicionadas por ello.

6. Acabado superficial.

El acabado superficial será el indicado en los planos. En el caso en que no se indique nada al respecto, se deja el elemento con el acabado superficial original de la pieza comercializada o mecanizada.

7. Montaje.

A excepción de los ajustes de las chavetas y chaveteros, el resto de los componentes aquí expuestos se han diseñado para poder ser montados con facilidad, dejando durante el diseño espacio suficiente para esta tarea.

A continuación, se hará un resumen, paso por paso, de todos los puntos necesarios a la hora del montaje de cada parte.

Cabe mencionar que para las tareas de anclaje de la mordaza hará falta una llave allen, mientras que para el resto de tornillería se precisa, para el atornillado de las carcasas, anillas de sujeción y soportes de los rodamientos, un destornillador de tipo Phillips (de estrella).

7.1. Colocación de probetas y porta-muestras

Previa descripción del montaje del sistema mecánico, se describe el montaje de las probetas en el porta-muestras. La operación comienza con el plato nivelador sobre una superficie plana y lisa, el porta-muestras descargado y con los tornillos de sujeción colocados en los orificios, pero sin haber sido completamente roscados.

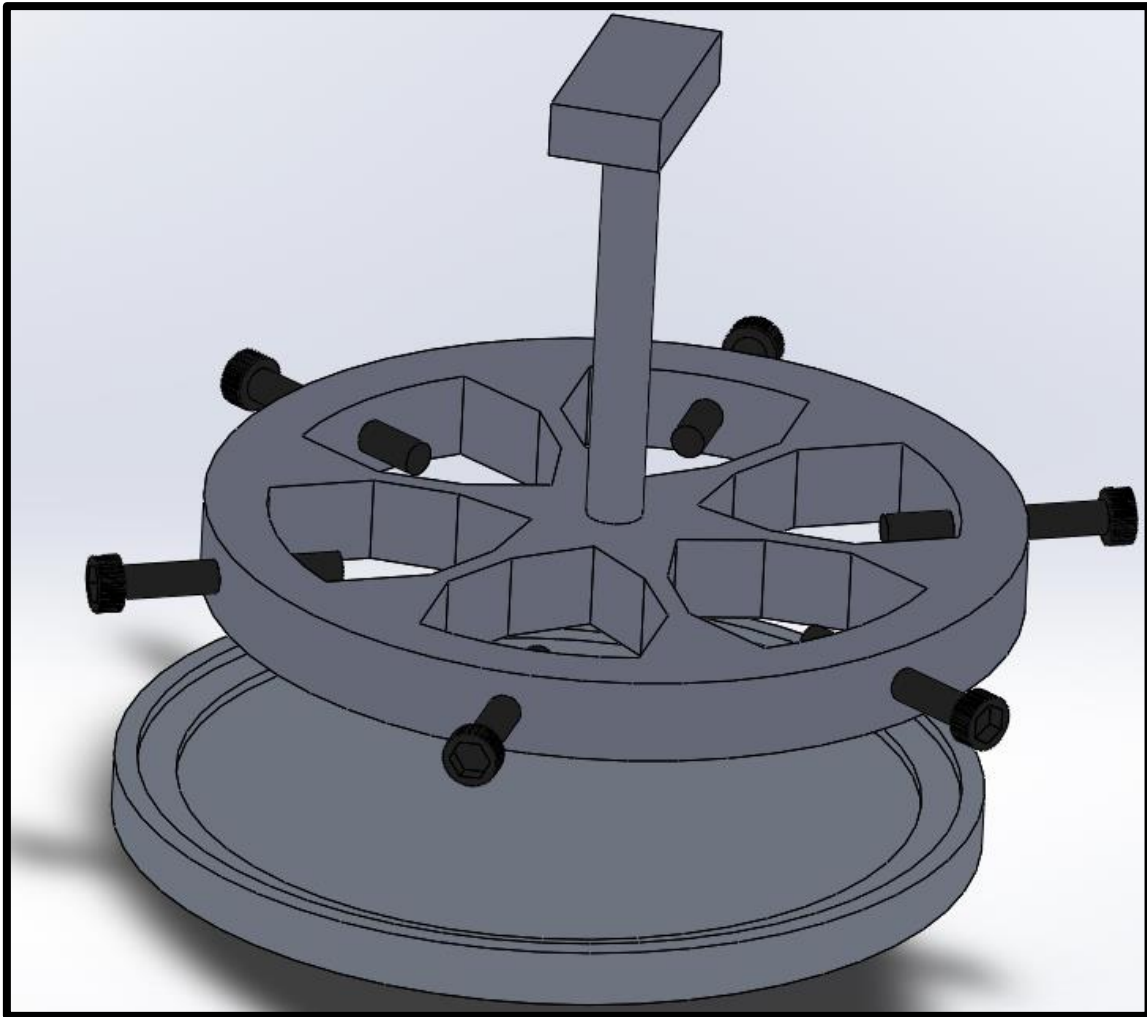


Figura 1: Preparación de porta-muestras, sujeciones y plato nivelador previa colocación de probetas.

Fuente: Propia.

Se colocará el porta-muestras y se encajará sobre el plato nivelador, tras lo cual se introducirán las probetas en cada orificio (hasta seis en total), apretando cada tornillo hasta que cada probeta quede sujeta contra las paredes internas de los orificios del porta-muestras.

En todo momento la parte inferior de las probetas deberá estar en contacto con el plato nivelador, para asegurar un plano horizontal 2 mm por debajo del porta-muestras.

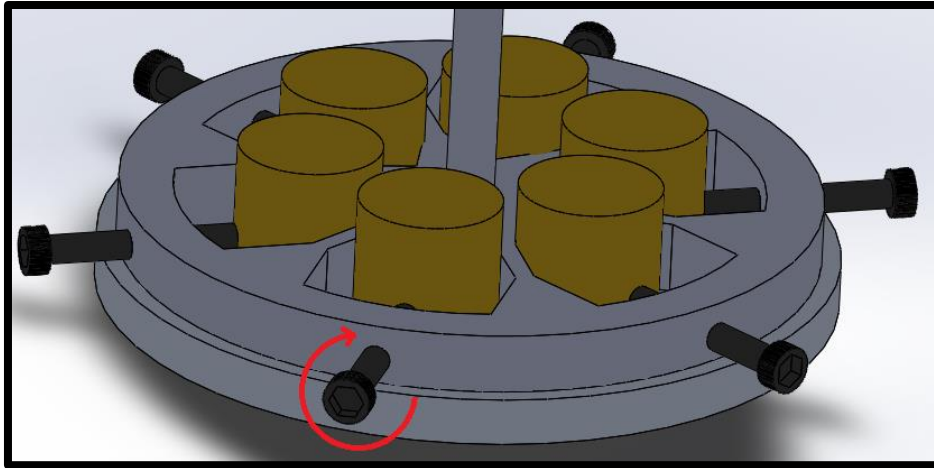


Figura 2: Posición de las probetas y apriete de los tornillos de sujeción. Fuente: Propia.

Una vez colocadas y sujetas las probetas, se retirará el portamuestras del plato nivelador.

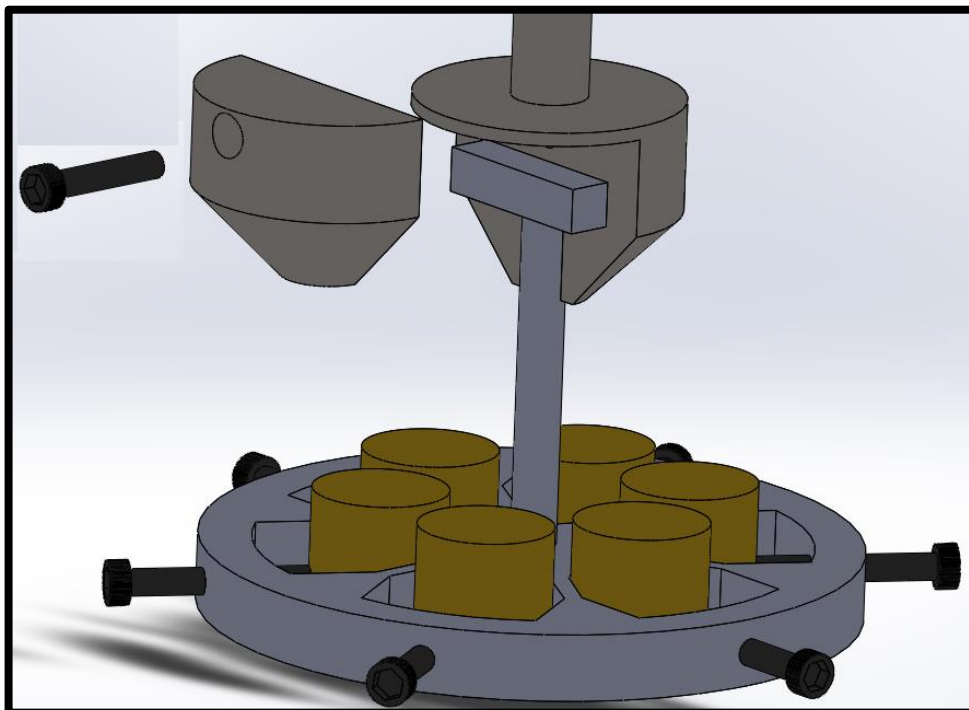


Figura 3: Colocación del porta-muestras en la mordaza hembra. Fuente: Propia.

A continuación, se coloca el paralelepípedo en forma de “T” dentro del orificio de la mordaza hembra, tras lo cual, se atornillará la mordaza macho con el tornillo, hasta que quede completamente fijado el conjunto.

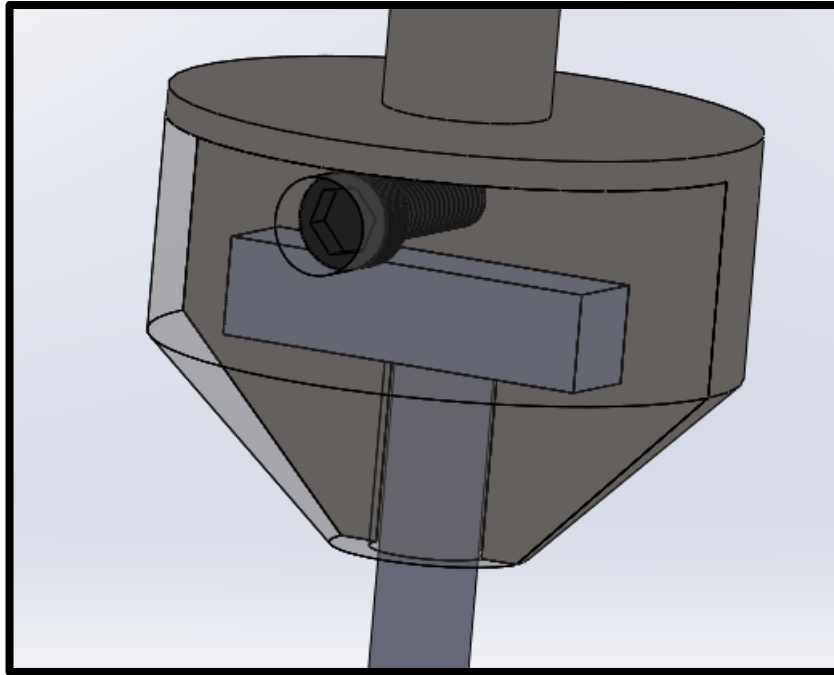


Figura 4: Detalle del conjunto porta-muestras y mordazas, atornilladas y sujetas. Fuente: Propia.

7.1.1. Montaje del motor y componentes motores

Para el montaje de las partes internas, se parte desde la pieza básica del bastidor, que es donde se atornillarán prácticamente todos los componentes. Lo primero será colocar y atornillar el rodamiento A y B en el bastidor, por medio de dos tornillos y, en el caso del segundo rodamiento, también las tuercas que fijarán dicho elemento.

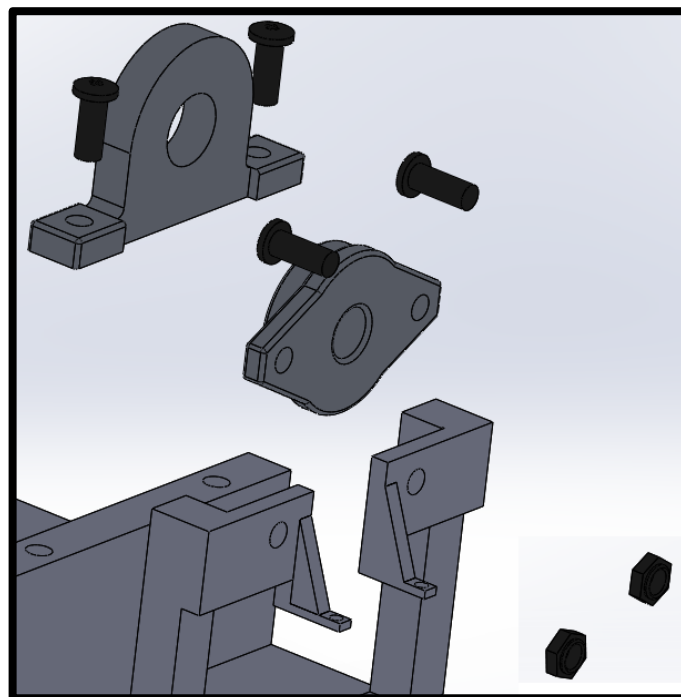


Figura 5: Previo al montaje de los rodamientos. Fuente: Propia.

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Los tornillos del rodamiento A se aprietan utilizando un destornillador de estrella, mientras que para los del rodamiento B, se utiliza una llave inglesa para apretar las tuercas y un destornillador para mantener la cabeza del tornillo fija.

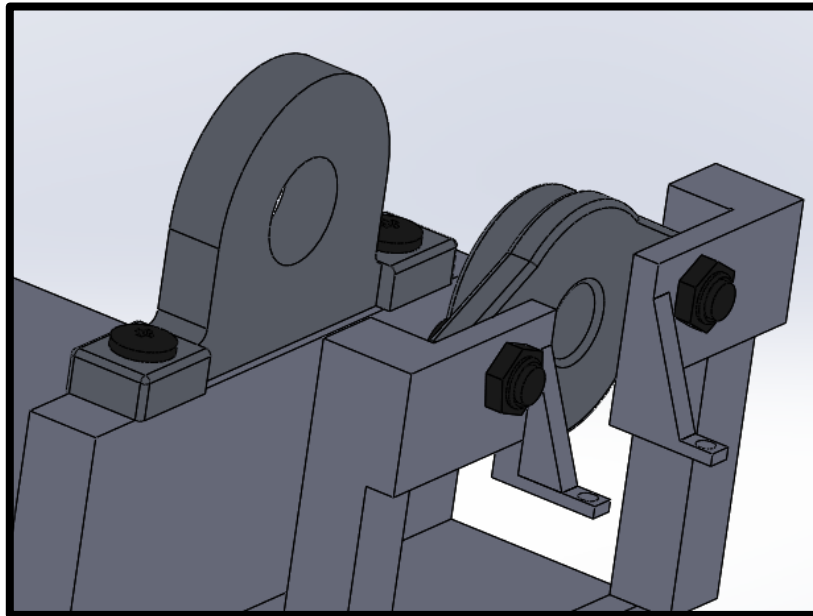


Figura 6: Detalle de los rodamientos A y B montados. Fuente: Propia.

El siguiente paso es colocar el piñón cónico recto entre los rodamientos, e introducir el eje que conecta el motor eléctrico y el piñón.

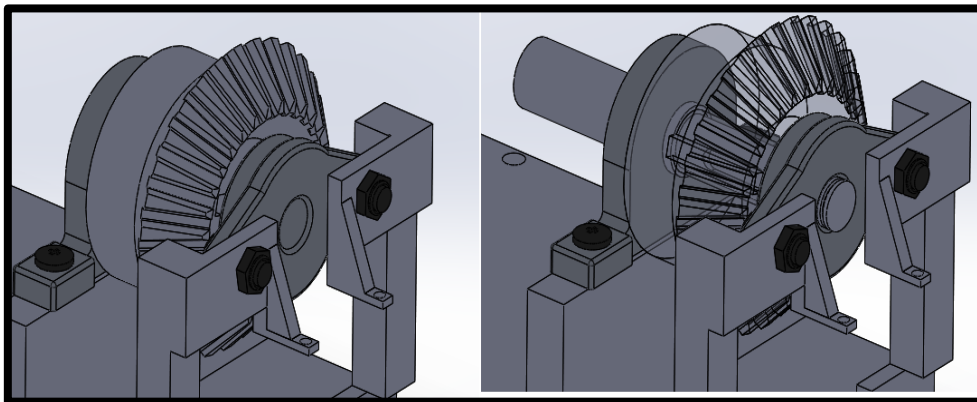


Figura 7: Detalle del montaje del piñón y el eje impulsor. Fuente: Propia.

En cuanto ambos componentes queden insertados, se colocarán las anillas de sujeción de 17 y 12 mm en los extremos de los rodamientos, haciendo que todos los elementos queden fijos.

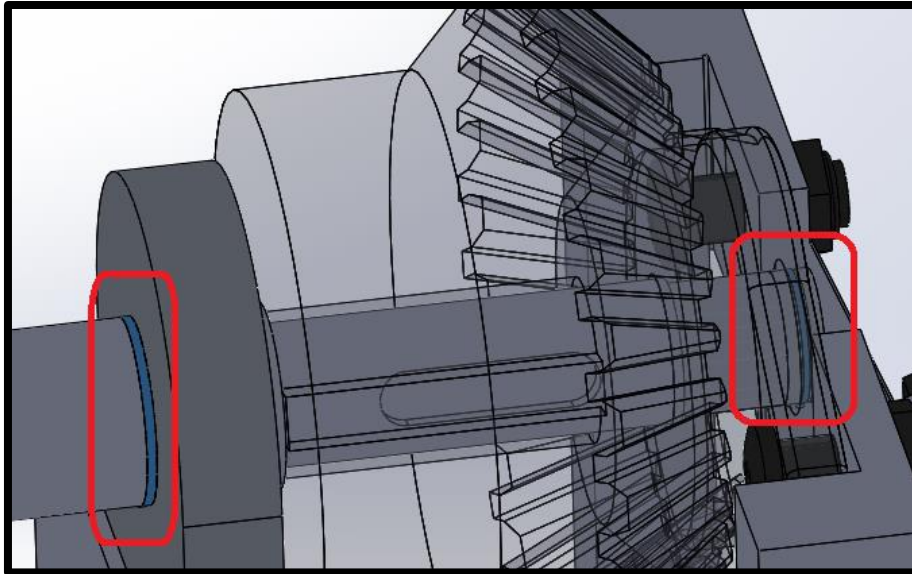


Figura 8: Anillas de sujeción de 17 mm (izquierda) y 12mm (derecha). Fuente: Propia.

La siguiente etapa será la colocación del motor y su anilla de sujeción de diseño propio.

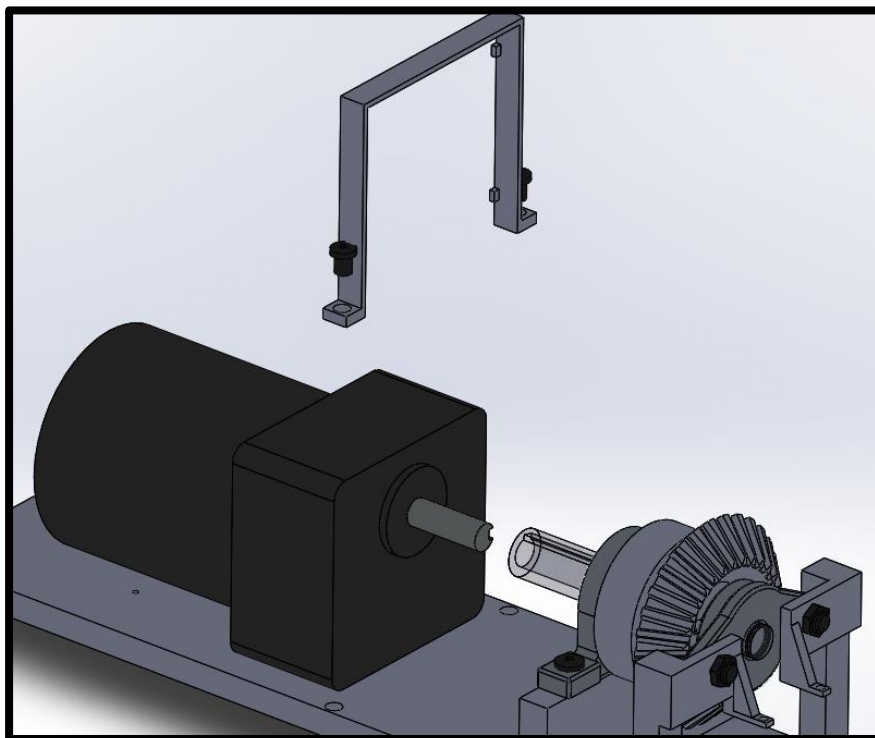


Figura 9: Previo al montaje del motor y su anilla de sujeción. Fuente: Propia.

Primero se colocará el motor, con el eje de salida apuntando hacia el eje impulsor, y se introducirá el primero en este último.

Una vez introducido el eje de salida, se coloca la anilla cuadrada alrededor de la parte contraria a la cara frontal del motor, y se atornillan ambos tornillos al bastidor con ayuda de un destornillador de estrella.

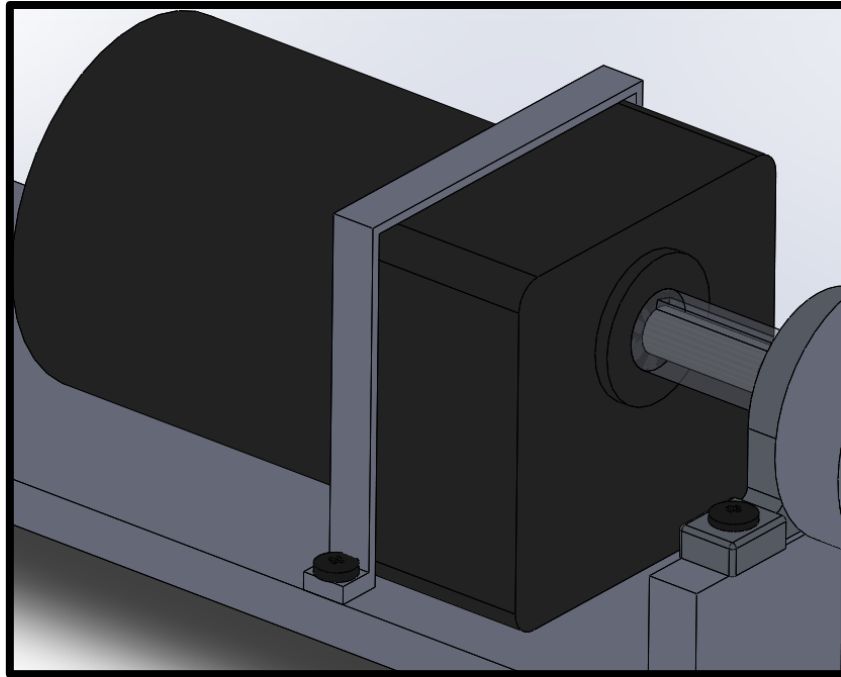


Figura 10: Detalle de la anilla de sujeción y el motor ya montados. Fuente: Propia.

7.1.2. Montaje de elementos conducidos.

Este apartado cubre el montaje de los elementos conducidos, la parte intermedia entre el apartado motriz del diseño y el porta-muestras.

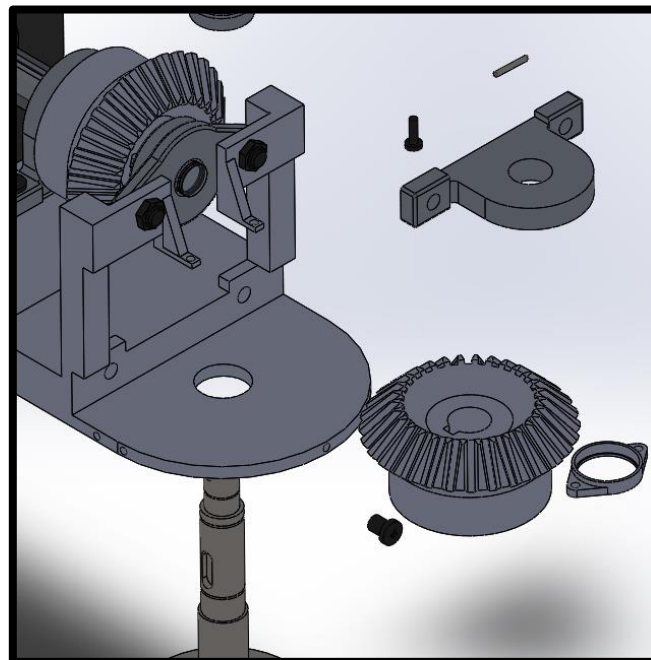


Figura 11: Piezas del apartado conducido. Fuente: Propia.

El primer paso es la colocación del rodamiento C, que se situará en la ranura maquinada y taladrada para dicho rodamiento, atornillándolo con un destornillador a la base.

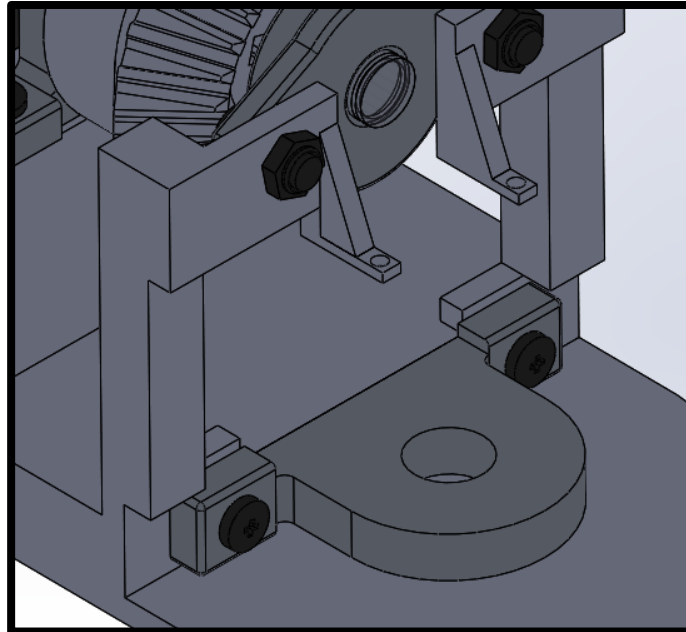


Figura 12: Detalle del montaje del rodamiento C en el bastidor. Fuente: Propia.

Después de colocar dicho rodamiento, se debe colocar el rodamiento D, ya montado en su soporte. Para ello se ha de atornillar y apretar con una llave inglesa ambos tornillos a las barras del bastidor.

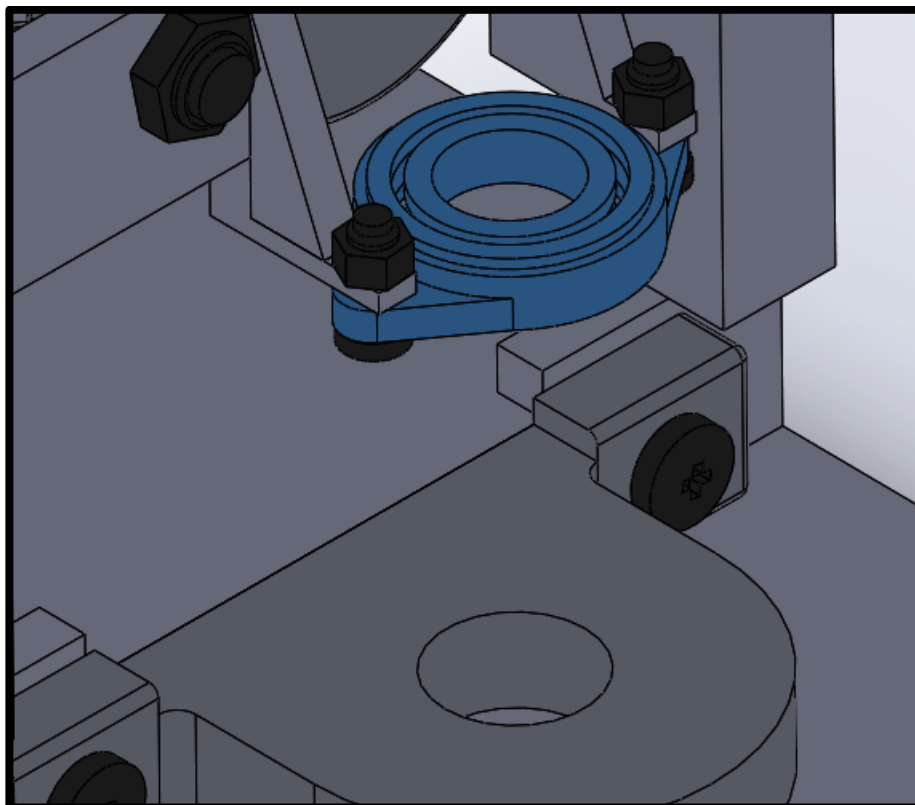


Figura 13: Colocación del rodamiento D y sus tornillos. Fuente: Propia.

El siguiente paso requiere que se coloque una de las anillas de 15 mm de diámetro sobre el rodamiento C, después, situar el engranaje cónico conducido en posición concéntrica al hueco del rodamiento, para acto seguido deslizar el eje de la mordaza por

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

dicho hueco, introduciendo tanto la anilla por presión como situándose dentro del engranaje cónico.

La otra de las anillas se coloca en el extremo opuesto del engranaje, y al introducir por completo el eje, se aprieta manualmente hasta dejarla fijada en el rebaje.

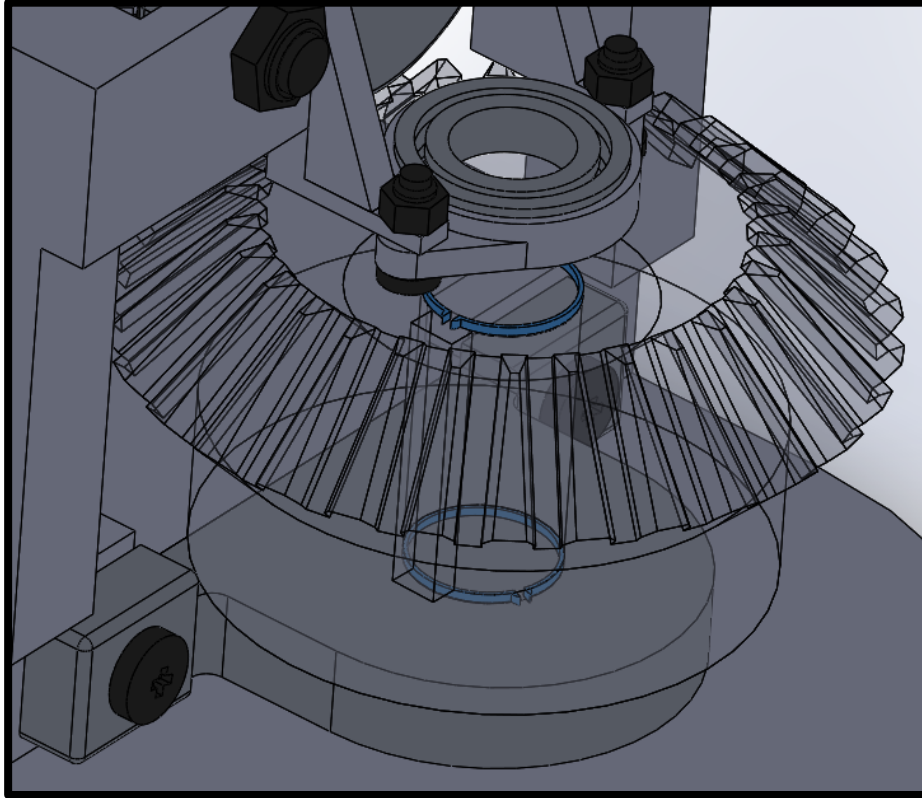


Figura 14: Colocación de las anillas antes y después del engranaje conducido. Fuente: Propia.

Con esto, el eje quedaría sujeto por ambas anillas e introducido en el rodamiento D al acabar el recorrido.

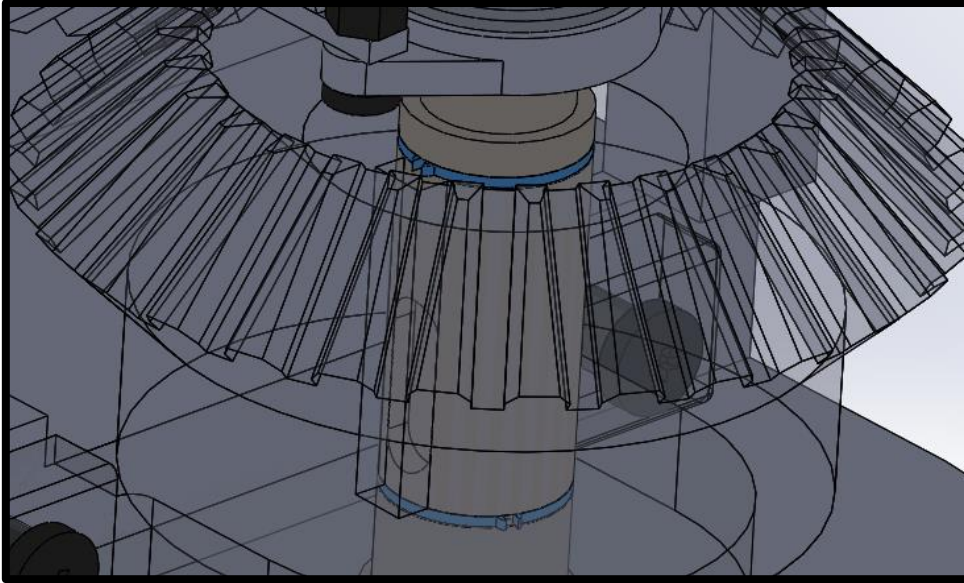


Figura 15: Detalle de las anillas montadas en el eje de la mordaza. Fuente: Propia.

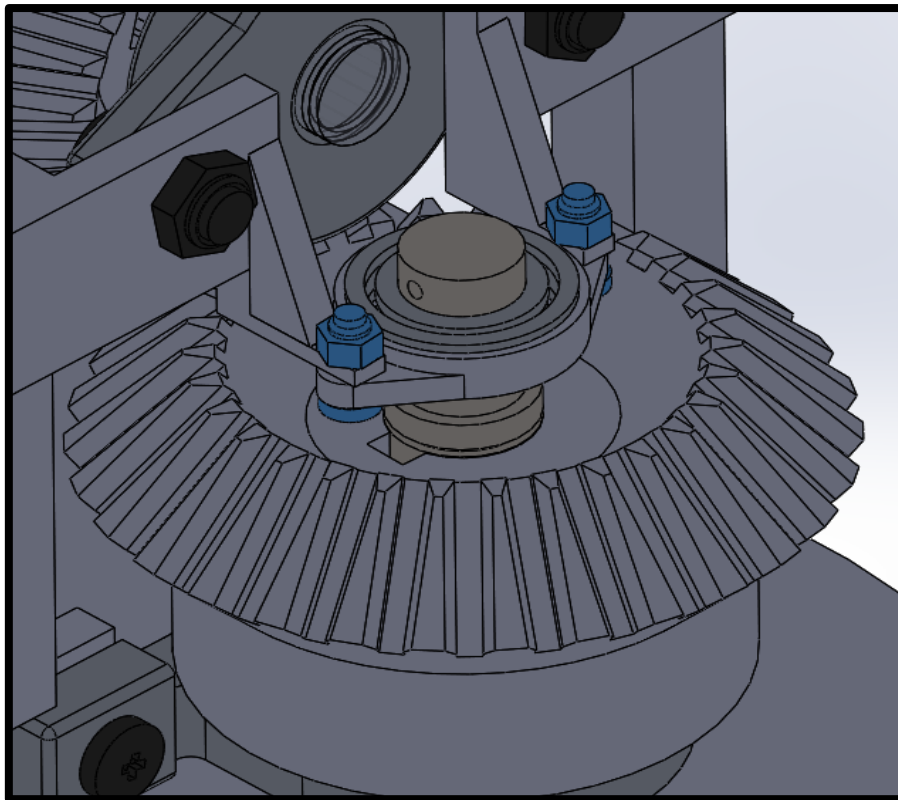


Figura 16: Detalle del eje de la mordaza ya introducido en el centro del rodamiento D. Fuente: Propia.

El último paso para este conjunto es la colocación de la tapa del eje y el pasador seleccionado. Se colocan las perforaciones de dicha tapa en línea con las perforaciones del eje, y luego, manualmente se aprieta el pasador hasta que quede encajado dentro del orificio maquinado.

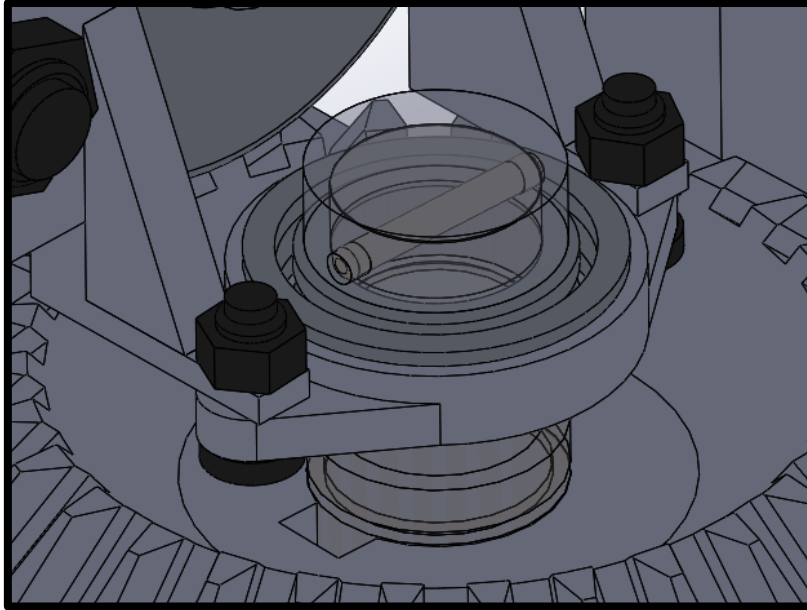


Figura 17: Detalle del montaje de la tapa y el pasador. Fuente: Propia.

7.1.3. Montaje de carcasa exterior y componentes eléctricos.

Este apartado abarca el montaje de la carcasa exterior, así como de los componentes que van sujetos por presión o atornillados a las mismas. También se incluyen los componentes eléctricos que se montan en el bastidor, obviando el motor eléctrico que se cubre en apartados anteriores.

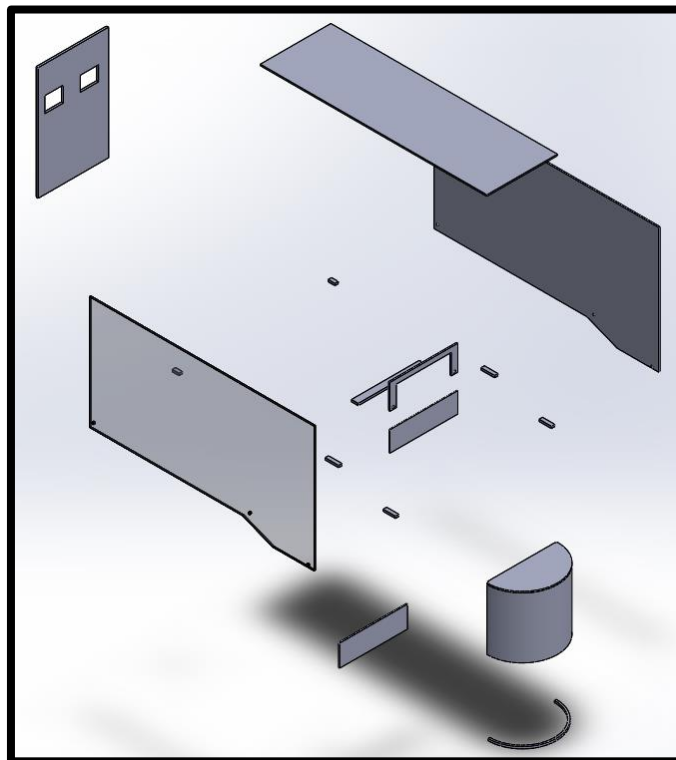


Figura 18: Detalle de las piezas que conforman la carcasa exterior. Fuente: Propia.

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Se parte desde la base de que la carcasa exterior ya está soldada en su conjunto, desde las piezas mecanizadas descritas en el apartado Memoria.

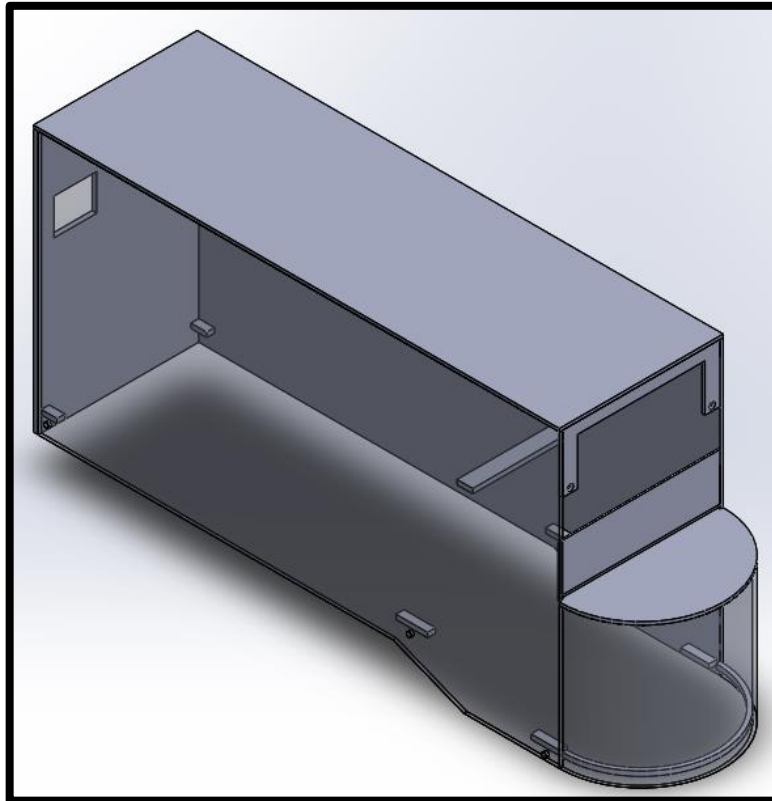


Figura 19: Carcasa exterior una vez soldados los componentes. Fuente: Propia.

Los cordones de soldadura utilizados vienen descritos en el apartado Plano.

En la parte frontal de la carcasa se colocará el regulador de velocidad para el motor eléctrico, el cual se conecta por un cable con una terminación de 6 pines al motor eléctrico, sin precisar de más conexiones.

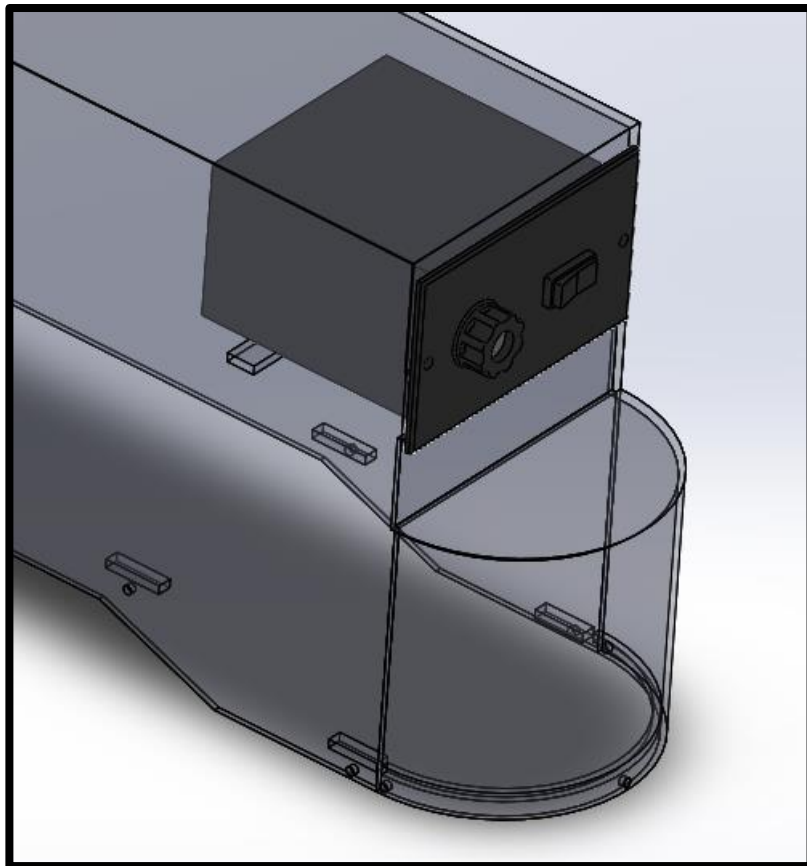


Figura 20: Colocación del controlador de velocidad. Fuente: Propia.

En la carcasa se han taladrado dos agujeros donde se atornillarán los tornillos necesarios, además, se incluye interiormente una barra de lado a lado de la misma que apoyará la parte inferior del controlador, otorgándole estabilidad una vez montado.

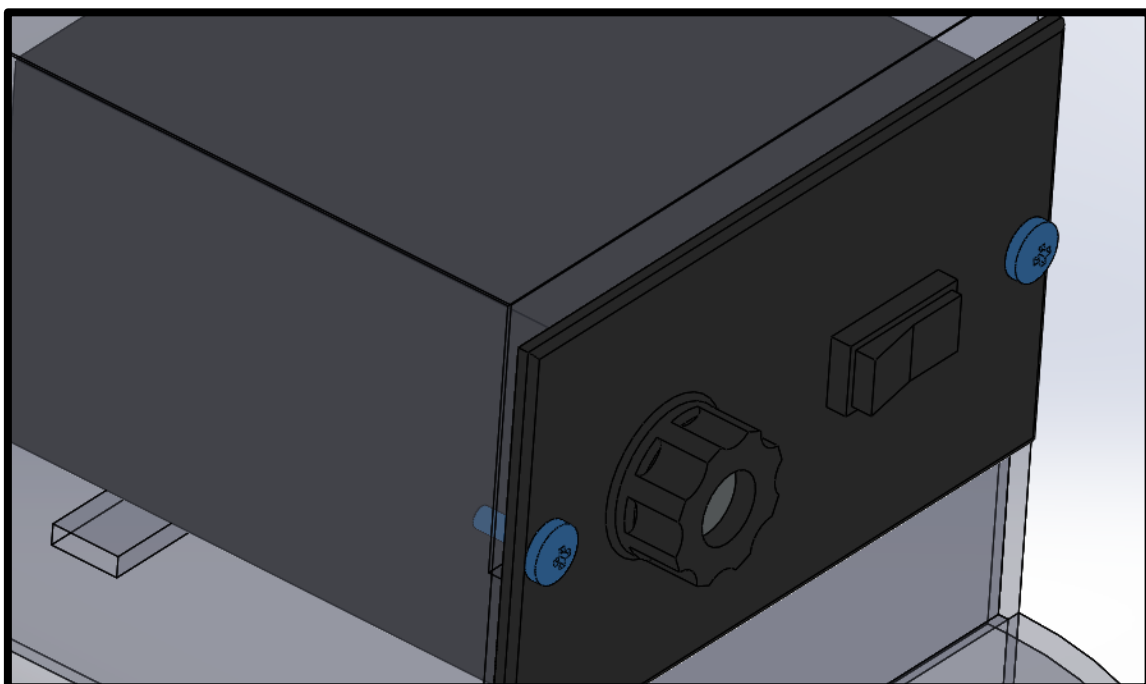
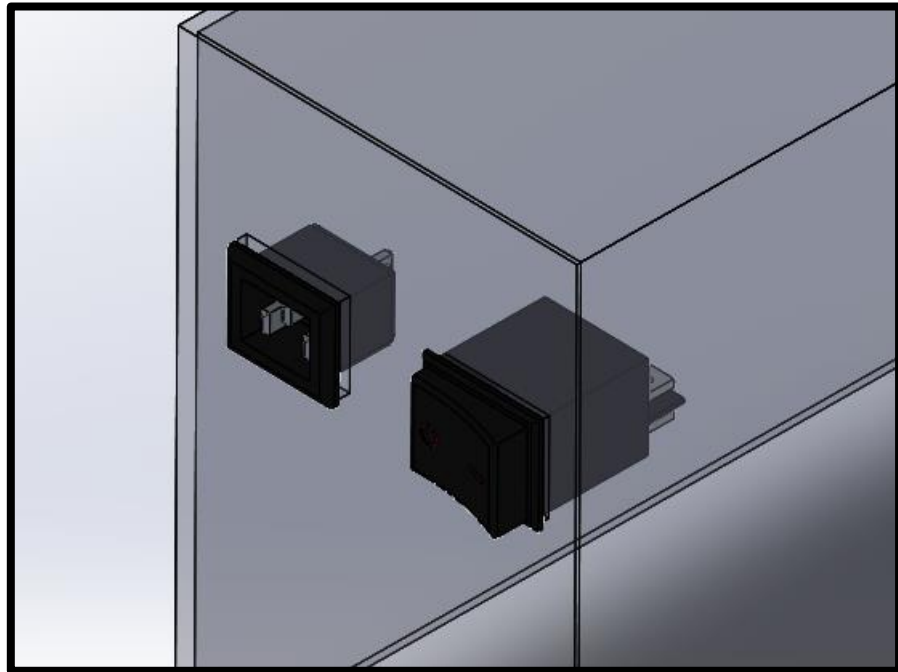


Figura 21: Detalle de los tornillos (azul) y la barra interna (izquierda). Fuente: Propia.

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Para el conector macho de potencia y el interruptor trasero de Encendido-Apagado, se mecanizan orificios rectangulares a medida. Ambos se introducen a presión, pues están provistos de aletas que, una vez montados de esta forma, dificultan su extracción.



*Figura 22: Conector de potencia macho (izquierda) e interruptor Encendido-Apagado (derecha).
Fuente: Propia.*

Ambos dispositivos se conectan con el resto de componentes mediante los cables citados tanto en el Anexo de cálculos como en la Memoria, y se colocarán previamente a su introducción en los orificios para facilitar las operaciones, pues el resto de conexiones se realizarán con la carcasa y los complementos electrónicos situados en ella.

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

El último componente eléctrico, que no va montado dentro de la carcasa pero que se conecta con el resto de dispositivos eléctricos, es el transformador de corriente.

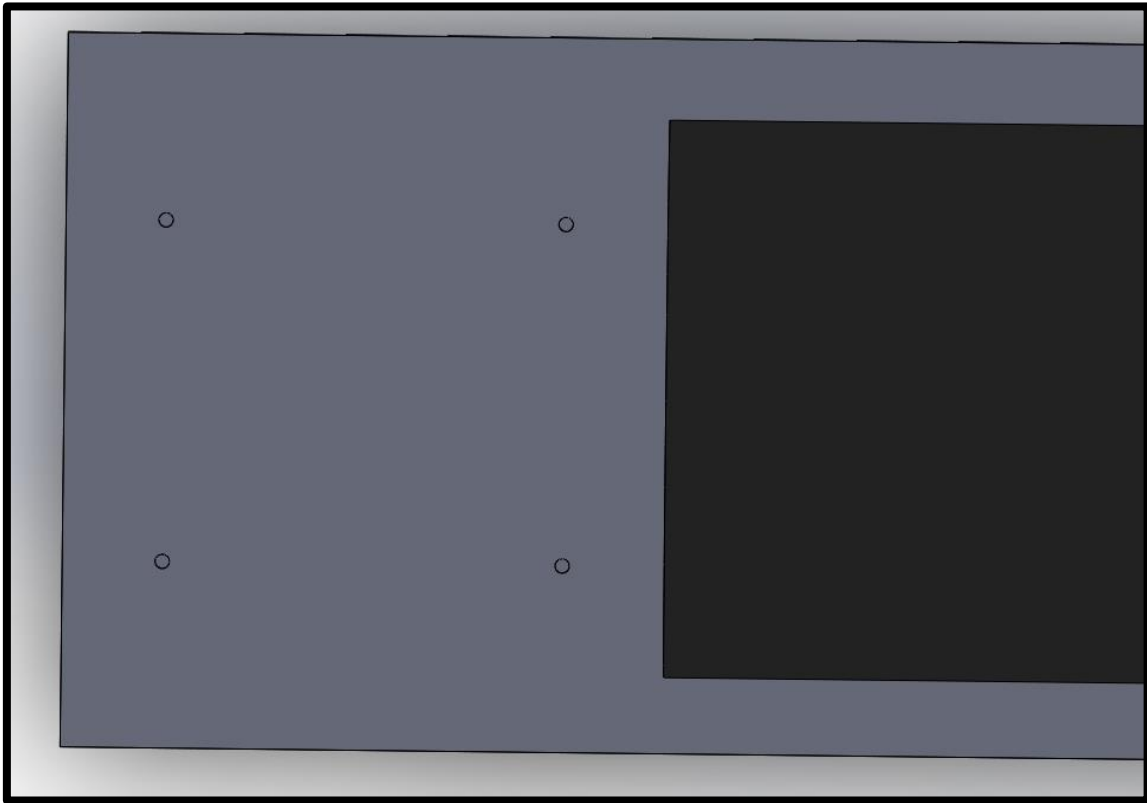


Figura 23: Situación de los orificios taladrados para el transformador, en la parte trasera del bastidor.

Fuente: Propia.

Para situarlo sobre el bastidor, se taladran 4 orificios en el mismo, y se atornillará justo encima, justo detrás de la parte trasera del motor eléctrico.

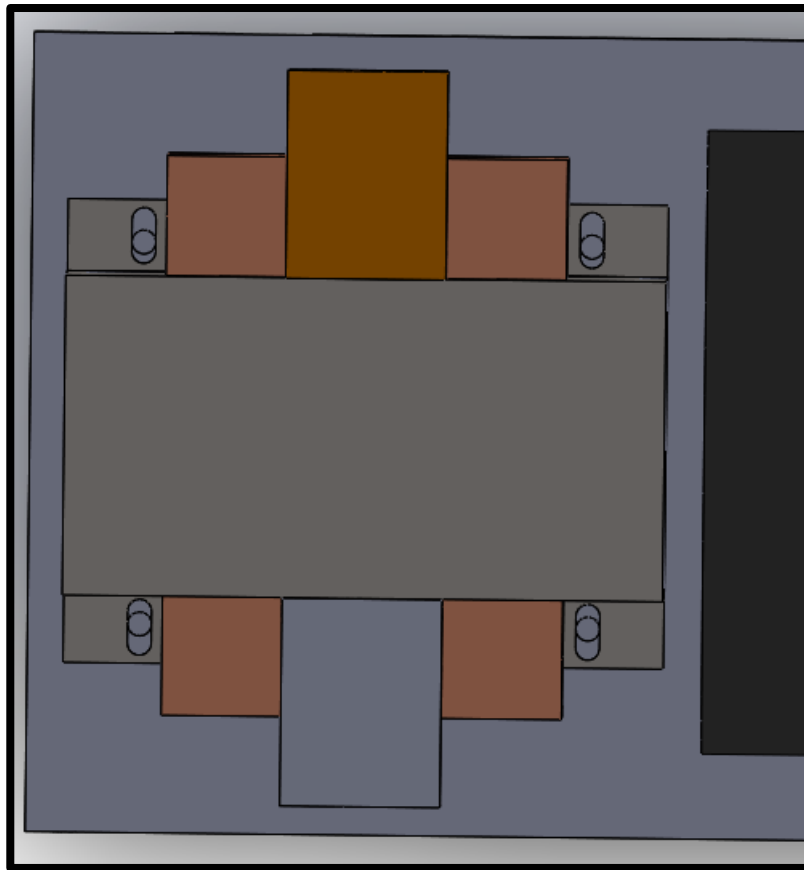


Figura 24: Vista superior de la posición del transformador antes de ser atornillado. Fuente: Propia.

Para atornillarlo se utilizan 4 tornillos M3 y un destornillador de estrella.

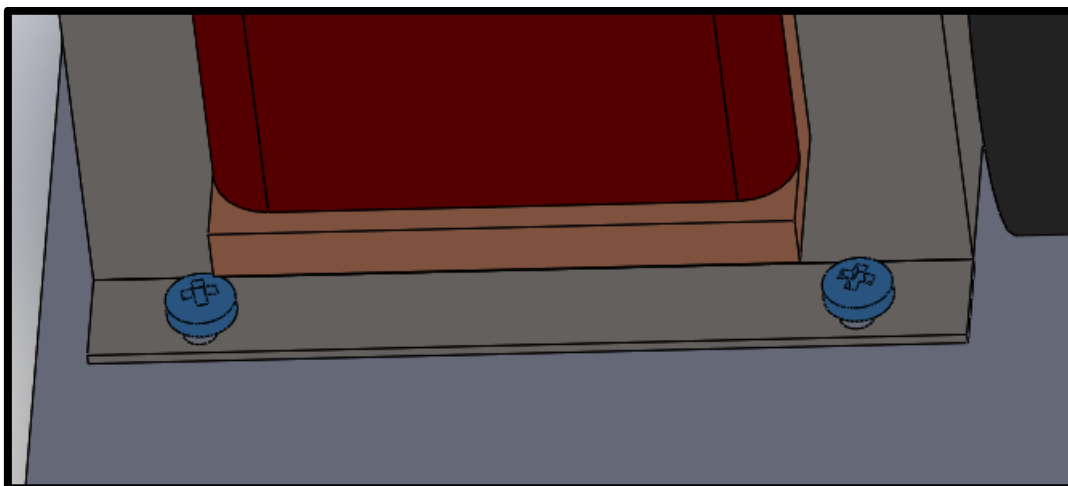


Figura 25: Tornillos que sujetan al transformador. Fuente: Propia.

El siguiente ensamblaje consiste en deslizar las carcasas sobre el bastidor y atornillarlas. Se comienza colocando la carcasa curva sobre el bastidor, de manera que el reborde interior de esta carcasa haga de tope vertical en contacto con el bastidor.

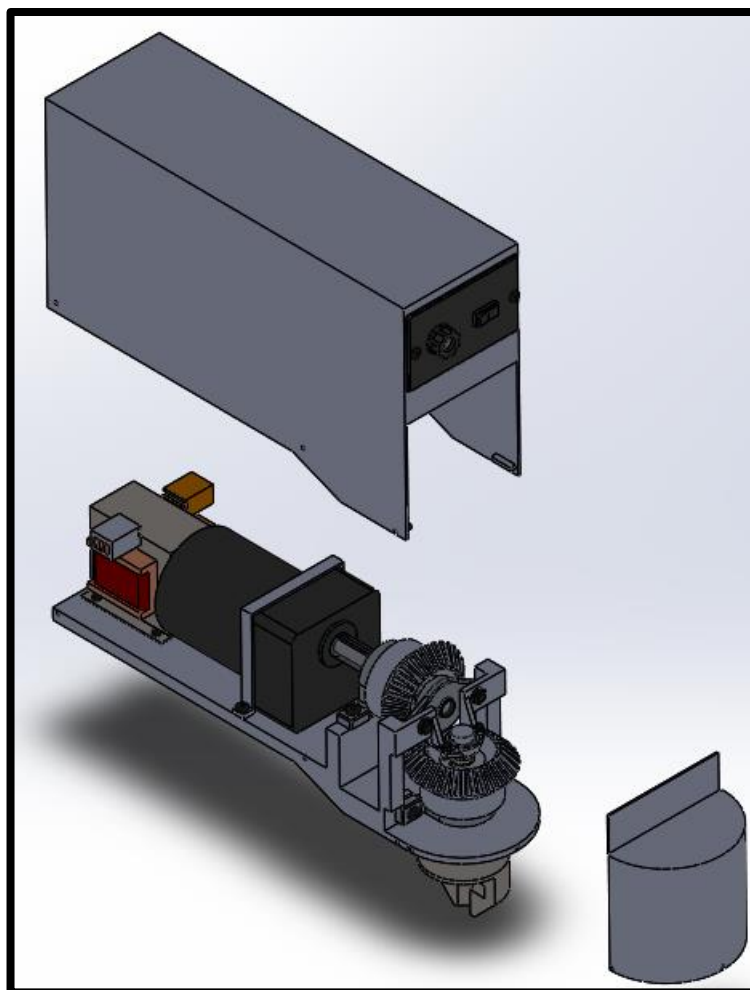


Figura 26: Colocación de las carcasas sobre el bastidor. Fuente: Propia.

Esta carcasa curva se atornilla con tres tornillos M3 (descritos en la Memoria) con un destornillador de estrella.

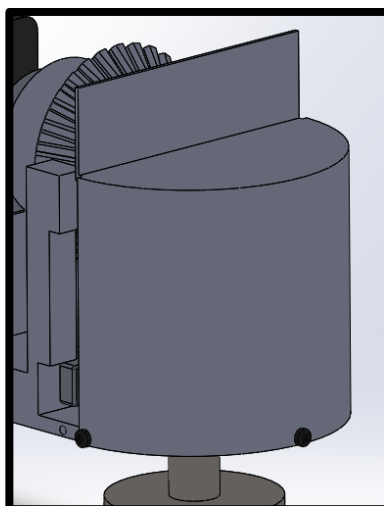


Figura 27: Detalle del montaje con tornillos de la carcasa curva. Fuente: Propia.

Automatización del sistema de pulido de probetas metálicas.

Tras atornillarla, se debe deslizar verticalmente la carcasa donde van montados el controlador de velocidad, conector e interruptor, haciendo que la parte delantera de la misma se solape por encima de la parte superior de la carcasa curva, manteniéndola sujeta.

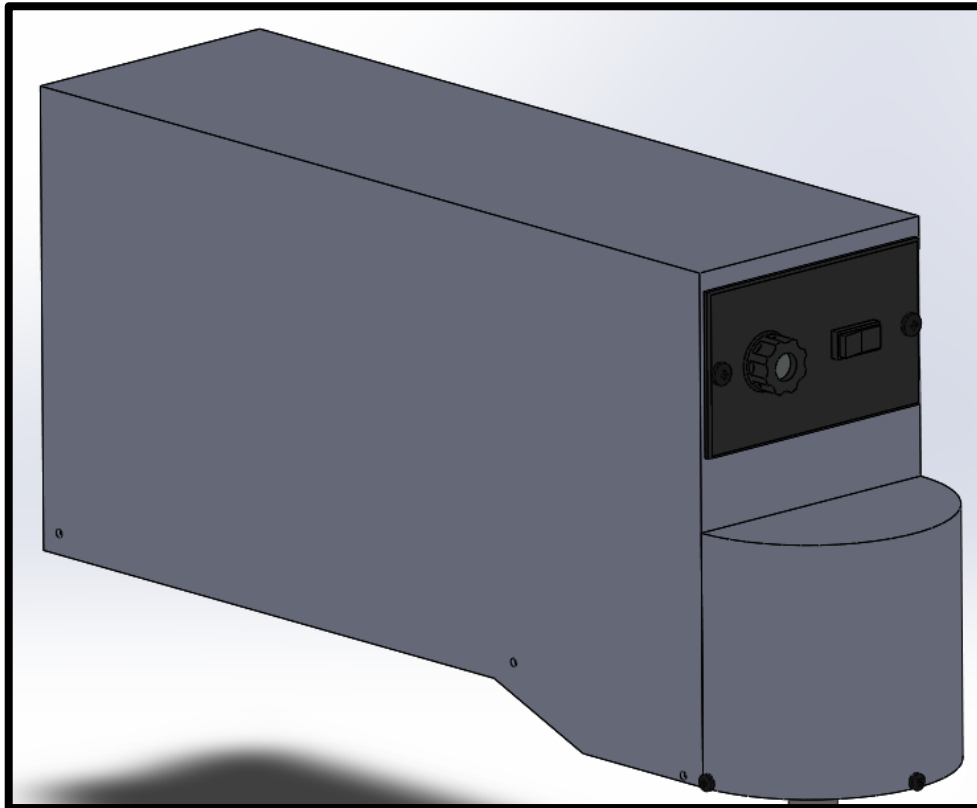


Figura 28: Detalle de la colocación de la carcasa recta sobre la curva. Fuente: Propia.



Figura 29: Detalle del solapamiento de las carcasas. Fuente: Propia.

Por último, se atornillan los 6 tornillos M3 a los orificios roscados del bastidor.

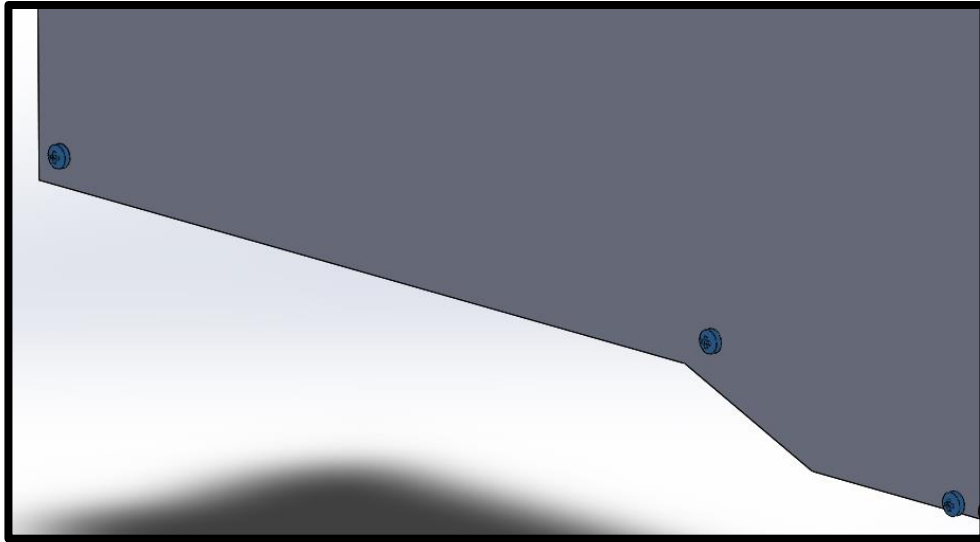


Figura 30: Tornillos M3 de la placa recta. Fuente: Propia.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**Automatización del sistema de pulido de probetas
metálicas.**

Aníbal Rosales Quintero

San Cristóbal de La Laguna, JUNIO de 2021

ÍNDICE DE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.

1. Cuadro de precios.....	6
1.1. Materiales.....	6
1.2. Mano de obra	7
1.3. Maquinaria.....	8
2. Elementos de unión.....	9
3. Elementos comerciales.....	10
4. Elementos principales.....	11
5. Cuadro de trabajos necesarios.....	12
5.1. Porta-muestras	12
5.2. Mordaza	13
5.3. Soporte para rodamiento diseñado.....	14
5.4. Eje impulsor.....	14
5.5. Anilla del motor eléctrico	14
5.6. Bastidor.....	15
5.7. Carcasas	16
6. Presupuesto de ejecución material	17
7. Presupuesto de base por contrata.....	17

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Precio de los materiales	6
Tabla 2: Tarifa de los operarios	7
Tabla 3: Tarifas de la maquinaria.	8
Tabla 4: Elementos de unión	9
Tabla 5: Listado elementos comerciales.....	10
Tabla 6: Medición y coste de elementos principales.....	11
Tabla 7: Tabla de costes descompuestos del plato del porta-muestras.....	12
Tabla 8: Tabla de costes descompuestos del eje del porta-muestras.	12
Tabla 9: Tabla de costes descompuestos de la mordaza hembra.....	13
Tabla 10: Tabla de costes descompuestos de la mordaza macho.	13
Tabla 11: Tabla de costes descompuestos de la tapa de la mordaza.	13
Tabla 12: Tabla de costes descompuestos del soporte del rodamiento diseñado.	14
Tabla 13: Tabla de costes descompuestos del eje impulsor.	14
Tabla 14: Tabla de costes descompuestos de la anilla del motor eléctrico	14
Tabla 15: Tabla de costes descompuestos de la placa inferior del bastidor.	15
Tabla 16: Tabla de costes descompuestos de las barras superiores del bastidor.	15
Tabla 17: Tabla de costes descompuestos del soporte del bastidor.....	15
Tabla 18: Tabla de costes descompuestos de las carcasas laterales y superior.	16
Tabla 19: Tabla de costes descompuestos de la carcasa trasera.	16
Tabla 20: Tabla de costes descompuestos de la carcasa frontal y su apoyo interno.	16
Tabla 21: Tabla de costes descompuestos de las barras interiores de la carcasa.....	16
Tabla 22: Presupuesto de ejecución material.	17
Tabla 23: Presupuesto por contrata.	17

ÍNDICE DE FIGURAS.

- Figura 1: Histórico de precios del AISI 304. Fuente: <https://worldsteelprices.com/> 6
- Figura 2: Precio medio de la mano de obra por hora en España. Fuente: www.ine.es 7

1. Cuadro de precios.

En este apartado se recogen los precios de la mano de obra y materiales que se han listado, así como el precio por hora de la maquinaria que se precisa en cada elemento.

1.1. Materiales

Para la determinación del precio del material mayoritario utilizado, AISI 304, se acude a un histórico de precios de dicho acero a nivel mundial:

Month	Hot Rolled Coil (304)	Cold Rolled Coil (304)
Apr-20	2093	2246
Mar-20	2122	2282
Feb-20	2127	2304
Jan-20	2145	2328
Dec-19	2234	2432
Nov-19	2330	2537
Oct-19	2357	2560

Figura 1: Histórico de precios del AISI 304. Fuente: <https://worldsteelprices.com/>

Para el cálculo de los precios en este documento se escoge el precio del AISI 304 estirado en frío, que se sitúa en 2282 \$/tonelada, equivalentes a 1893,70 €/tonelada según la conversión monetaria para el mes de junio de 2021.

Los datos exactos de precios de materias primas pueden variar con respecto al calculado en este presupuesto, por lo que se recomienda acudir a las fuentes de información citadas para su consulta.

Tabla 1: Precio de los materiales

Material	Precio (€/kg)
Acero AISI 304	1,8937

1.2. Mano de obra

Los costes de la mano de obra medios en España se establecen según el Instituto Nacional de Estadística.

	Coste laboral total por hora	Coste salarial total por hora	Coste salarial ordinario por hora	Otros costes por hora
	2020T4	2020T4	2020T4	2020T4
Total Nacional				
B_S Industria, construcción y servicios (excepto actividades de los hogares como empleadores y de organizaciones y organismos extraterritoriales)	22,66	16,97	13,93	5,69

Figura 2: Precio medio de la mano de obra por hora en España. Fuente: www.ine.es

Por tanto, se establece el costo de la mano de obra en el último período disponible, el cual podrá variar en próximas fechas, por lo que se vuelve a recomendar acudir a la fuente citada previa ejecución del proyecto.

Tabla 2: Tarifa de los operarios

Categoría	Tarifa (€/h)
Mano de obra	22,66

1.3. Maquinaria

Las tarifas y precios de mecanizados y rectificadores expuestos en la Tabla 3 son estimaciones orientativas de cara al cálculo. El precio de cada maquinaria varía dependiendo del taller o empresa a la que se acuda, pero se establecen estos para la realización del presupuesto.

Tabla 3: Tarifas de la maquinaria.

Máquina	Tarifa (€/h)
Torno	20
Fresadora	25
Rectificadora	30
Taladrado y roscado	15
Taladrado	10
Soldadura	20
Doblado	10

2. Elementos de unión.

En la siguiente tabla se recogen los elementos de fijación utilizados, con su precio por unidad, habiendo recopilado dichos precios de distribuidores oficiales y cuyas fichas de identificación se adjuntan en los anexos.

Tabla 4: Elementos de unión

Porta-Muestras	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo allen DIN 912 M6 x 1-40-12,9	6	ROSMIL	0,4	2,4
Mordaza	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo allen DIN 912 M6 x 1-30-12,9	1	ROSMIL	0,38	0,38
Rodamientos	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo phillips DIN 7985 M3x0,5-15-12,9	2	INDEX	0,01497	0,02994
Tuerca DIN 912 M3x0,5-8	2	ROSMIL	0,28	0,56
Tornillo phillips DIN 7985 M6x1-15-12,9	6	INDEX	0,06117	0,36702
Tuerca DIN 912 M6x1-8	2	ROSMIL	0,38	0,76
Anilla del motor	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo phillips DIN 7985 M3x0,5-7-12,9	2	INDEX	0,01257	0,02514
Transformador	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo phillips DIN 7985 M3x0,5-6-12,9	4	INDEX	0,01257	0,05028
Soporte del bastidor	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tuerca DIN 9021 M20x1-10	1	INDEX	0,46	0,46
Arandelas DIN 9021 M20	2	INDEX	0,43	0,86
Cubiertas	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Tornillo phillips DIN 7985 M3x0,5-6-12,9	9	INDEX	0,01257	0,11313
Tornillo phillips DIN 7985 M4x0,7-10-12,9	2	INDEX	0,02373	0,04746
Anillas de retención	Unidades	Marca	Precio / ud.	Subtotal (€)
Anilla de retención MSH de 12 mm	2	RotorClip	1,45	2,9
Anilla de retención MSH de 15 mm	2	RotorClip	1,63	3,26
Anilla de retención MSH de 17 mm	1	RotorClip	1,7	1,7
			<u>TOTAL</u>	<u>11,33 €</u>

3. Elementos comerciales.

Tabla 5: Listado elementos comerciales.

<i>Engranajes</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Engranaje cónico recto	AISI 304	2	Causer	47,53	95,05
<i>Pasador</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Pasador 6mm DIN 6325	AISI 304	1	OPAC	0,72	0,72
<i>Rodamientos</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Rodamiento de 12 mm	AISI 304	1	ISB	2,98	2,98
Rodamiento con soporte 12 mm	AISI 304	1	ISB	4,18	4,18
Rodamiento con soporte 15 mm	AISI 304	1	ISB	4,51	4,51
Rodamiento con soporte 17 mm	AISI 304	1	ISB	4,9	4,9
<i>Motor eléctrico</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Motor AC AI-025W	-	1	Transmotec	86,88	86,88
Reductora 1:3 S80A	-	1	Transmotec	105,95	105,95
<i>Controlador de velocidad</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Controlador DA Series	-	1	Transmotec	47,15	47,15
<i>Transformador de corriente</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Transformador TF040402300	-	1	Manumag	35,95	35,95
<i>Cable de potencia</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Cable de potencia SP-023	PVC	1	RSPRO	6,5	6,5
<i>Conector</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud..</i>	<i>Subtotal</i>
Conector IEC 60320-1	-	1	RSPRO	1,35	1,35
<i>Interruptor On-Off</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Interruptor On-Off SX82	-	1	RSPRO	3,29	3,29
<i>Fusible y portafusible</i>	<i>Material</i>	<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Fusible NITD6, 6A	-	1	BUSSMAN	2,52	2,52
Porta fusible RedSpot RS53	-	1	BUSSMAN	13,75	13,75
<i>Chavetas</i>		<i>Uds.</i>	<i>Marca</i>	<i>€/ ud.</i>	<i>Subtotal (€)</i>
Chaveta cuadrada 3 x 3 - 5	AISI 304	2	OPAC	0,93	1,86
Chaveta cuadrada 4 x 4 - 5	AISI 304	1	OPAC	1,05	1,05

<u>TOTAL</u>	<u>418,59</u>
---------------------	----------------------

4. Elementos principales.

Aquí se hará un listado de los elementos que necesitan mecanizado, corte, laminado, taladrado, etc, nombrándose cada uno de los elementos y su material de partida.

Tabla 6: Medición y coste de elementos principales

Elemento	Dimensiones (mm)	Marca	Uds.	Precio (€)
Plana inferior del bastidor	Placa de acero cortado de 1000 x 2000 x 30	ALACERMAS	1	91,77
Barras del bastidor				
Plato del porta-muestras				
Mordaza hembra	Tubo de acero macizo de Ø75 x 1000	ALACERMAS	1	8,45
Mordaza macho				
Eje impulsor				
Tapa del eje de la mordaza				
Eje del porta-muestras				
Soporte del bastidor	Placa de acero cortado de 1000 x 2000 x 10	BONNET	1	21,70
Soporte del rodamiento				
Plato nivelador	Plancha de acero cortada de 3000 x 1500 x 2	BONNET	1	9,77
Carcasas laterales				
Carcasa frontal plana				
Carcasa frontal con corte circular				
Carcasa frontal con laminado				
Carcasa trasera				
Carcasa del controlador de velocidad	Plancha de acero cortada de 1000 x 10 x 10	BONNET	1	7,54
Barras internas rectas				
Barra circular interna			<u>TOTAL</u>	<u>139,23 €</u>

Los precios de los elementos seleccionados se determinan por el costo del material y/o de las piezas normalizadas de partida que se adjuntan en el Anexo – Catálogos y Fichas Técnicas. Todo el material utilizado es AISI 304.

Nótese que se han seleccionado tochos metálicos para la fabricación de varios elementos a la vez.

5. Cuadro de trabajos necesarios.

Se calcula una estimación del costo de mano de obra por todas las tareas que precise llevar a cabo la fabricación de las piezas que no se hayan diseñado, pero los cuales no se hayan escogido de entre los componentes comerciales.

5.1. Porta-muestras

Tabla 7: Tabla de costes descompuestos del plato del porta-muestras.

Plato del porta-muestras	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,15	20	3,00
Fresado	0,8	25	20,00
Taladrado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,15	30	4,50
<u>TOTAL</u>			<u>30,50</u>

Tabla 8: Tabla de costes descompuestos del eje del porta-muestras.

Eje del porta-muestras	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,30	20	6,00
Fresado	0,2	25	5,00
Rectificado	0,15	30	4,5
Soldadura	0,10	20	2,0
<u>TOTAL</u>			<u>17,50</u>

5.2. Mordaza

Tabla 9: Tabla de costes descompuestos de la mordaza hembra.

Mordaza hembra	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	1,20	20	24,00
Fresado	0,30	25	7,50
Taladrado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>40,50</u>

Tabla 10: Tabla de costes descompuestos de la mordaza macho.

Mordaza macho	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,80	20	1,60
Fresado	0,50	25	12,5
Taladrado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>23,10</u>

Tabla 11: Tabla de costes descompuestos de la tapa de la mordaza.

Tapa del eje de la mordaza	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,30	20	6,00
Fresado	0,20	25	5,00
Taladrado	0,15	10	1,50
Rectificado	0,15	30	4,50
<u>TOTAL</u>			<u>17,00</u>

5.3. Soporte para rodamiento diseñado

Tabla 12: Tabla de costes descompuestos del soporte del rodamiento diseñado.

Soporte para rodamiento	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,60	20	12,00
Fresado	0,50	25	12,50
Taladrado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>33,50</u>

5.4. Eje impulsor

Tabla 13: Tabla de costes descompuestos del eje impulsor.

Eje impulsor	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,80	20	16,00
Fresado	0,50	25	12,50
Taladrado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>37,50</u>

5.5. Anilla del motor eléctrico

Tabla 14: Tabla de costes descompuestos de la anilla del motor eléctrico

Anilla motor eléctrico	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,30	25	7,50
Taladrado	0,15	10	1,50
Rectificado	0,10	30	3,00
<u>TOTAL</u>			<u>12,00</u>

5.6. Bastidor

Tabla 15: Tabla de costes descompuestos de la placa inferior del bastidor.

Placa inferior del bastidor	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,80	25	20,00
Taladrado y roscado	0,50	15	7,50
Rectificado	0,30	30	9,00
<u>TOTAL</u>			<u>36,50</u>

Tabla 16: Tabla de costes descompuestos de las barras superiores del bastidor.

Barras superiores del bastidor	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,60	25	15,00
Taladrado y roscado	0,20	15	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
Soldadura	0,10	20	2,00
<u>TOTAL</u>			<u>26,00</u>

Tabla 17: Tabla de costes descompuestos del soporte del bastidor.

Soporte del bastidor	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Torneado	0,50	20	10,00
Taladrado y roscado	0,30	10	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>19,00</u>

5.7. Carcasas

Tabla 18: Tabla de costes descompuestos de las carcasas laterales y superior.

Carcasas laterales y superior	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,30	25	7,50
Taladrado y roscado	0,20	15	3,00
Soldadura	0,30	20	6,00
Rectificado	0,10	30	3,00
<u>TOTAL</u>			<u>19,50</u>

Tabla 19: Tabla de costes descompuestos de la carcasa trasera.

Carcasa trasera	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,60	25	15,00
Rectificado	0,20	30	6,00
Soldadura	0,10	20	2,00
<u>TOTAL</u>			<u>23,00</u>

Tabla 20: Tabla de costes descompuestos de la carcasa frontal y su apoyo interno.

Carcasa frontal y apoyo interno	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,40	25	10,00
Taladrado y roscado	0,20	15	3,00
Rectificado	0,20	30	6,00
Doblado	0,15	10	1,50
<u>TOTAL</u>			<u>20,50</u>

Tabla 21: Tabla de costes descompuestos de las barras interiores de la carcasa.

Barras internas de la carcasa	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Subtotal (€)
Fresado	0,20	25	5,00
Rectificado	0,10	30	3,00
Soldadura	0,30	20	6,00
<u>TOTAL</u>			<u>15,00</u>

6. Presupuesto de ejecución material

Tabla 22: Presupuesto de ejecución material.

Ejecución material	Precio (€)
Porta-Muestras	48,00
Mordazas	80,60
Soporte rodamiento diseñado	33,50
Eje impulsor	37,50
Anilla del motor eléctrico	12,00
Bastidor	81,50
Carcasas	78,00
Elementos principales y materiales	139,23
Elementos de sujeción	11,33
Elementos comerciales	418,59
<u>TOTAL</u>	<u>940,25 €</u>

7. Presupuesto de base por contrata.

Tabla 23: Presupuesto por contrata.

Presupuesto por contrata.	Coste (€)
Presupuesto de ejecución material	940,25
Gastos generales (15%)	141,04
Beneficio industrial (25%)	235,06
I.G.I.C (7%)	65,82
<u>TOTAL</u>	<u>1382,17 €</u>