



Proyecto y Diseño Final
“Estudio, Cálculos y Diseño de Torno para Madera”

Carrera
Ingeniería Electromecánica
(Plan 2015)

Estudiantes:

LIMA, Fernando Nicolás
PERALTA, Jonathan Oscar

Tutor de Proyecto:

Ing. AZCONA Pablo

Co-Tutor de Proyecto:

Ing. FRUCCIO Walter

General Pico, 9 de noviembre de 2022

RESUMEN

Dentro de la gama de trabajos de manufactura que requieren el uso de máquinas herramientas, los tornos para madera ofrecen un amplio abanico en cuanto a las operaciones que con ellas se pueden realizar. Algunas de estas son trabajos de rectificación, cilindrado en línea, refrentado, torneado cónico, tronzado, ranurado, roscado interior y exterior, taladrados, fresados, mandrinados y escariados.

Todas estas operaciones son realizadas mediante mecanizado de revolución. Es decir, se sostiene el material a trabajar por una, o ambas puntas, y mediante el accionar del motor, la pieza gira a las revoluciones especificadas. De esta manera, y gracias a la ayuda de diferentes herramientas de corte, se logra realizar la extracción de material, en forma de viruta o aserrín, logrando así las formas deseadas.

Suelen ser empleados en la construcción de piezas que posean cierta simetría de revolución. Más precisamente simetría cilíndrica. Algunos de los elementos realizados con tornos son patas de muebles, ya sea de forma cónica hasta formas más complejas, cuencos, ejes, mates, soportes, etc.

Todo esto hace que el torno para madera sea una de las herramientas más utilizadas por los distintos operarios, desde hobistas hasta profesionales.

A lo largo de este proyecto se presenta el diseño de un torno de pie para madera, en el cual se busca lograr una máquina herramienta óptima y eficiente y que, además, ofrezca algunas ventajas extras a la que brindan los diferentes tornos dentro del mercado competitivo en Argentina.

En dicho proyecto se realizó un análisis de la oferta existente en el mercado actual de Argentina, con el fin de observar diferentes aspectos como costos, diseños y posibilidades de acción, y así tener noción de lo que la competencia ofrece. De esta manera, se pretende comparar estos parámetros y obtener así, un torno con especificaciones y características eficientes y competitivas.

Luego, con esta información se realizó un trabajo de ingeniería inversa para definir aspectos generales del diseño, y se seleccionaron los elementos y materiales necesarios para su funcionamiento.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Mediante la utilización de un software de diseño CAD 3D se realizaron los diseños de las diferentes piezas estructurales constituyentes, y con la ayuda de manuales y catálogos se seleccionaron los elementos que permiten funcionar correctamente a esta máquina herramienta denominada torno.

El Anexo H-1 muestra un detalle de las actividades que realizó cada uno de los integrantes del grupo que realizó este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	2
Tabla de contenido	4
1. Introducción al Proyecto.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Justificaciones de proyecto.....	9
1.2.1 Justificación académica.....	9
1.2.2 Justificación técnica	9
1.2.3 Justificación económica	9
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivos generales	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Resumen del proyecto	11
1.5 Conclusiones generales	12
2. El torno para madera.....	14
2.1 Concepto y funcionamiento general.....	14
2.2 Tipos de tornos	15
2.3 Elementos constitutivos.....	16
2.3.1 Elementos complementarios	17
2.4 Herramientas de trabajo.....	18
2.5 Operaciones de torneado	19
2.6 Movimientos de trabajo en las operaciones de torneado.....	24
2.7 Características y parámetros generales.....	24
3. Análisis del material a tornear	26
3.1 La madera	26
3.1.1 Tipos de madera	26
3.1.2 Propiedades relevantes de la madera.....	27
3.1.3 Maderas aptas para tornear.....	28
3.2 Fuerzas aplicadas a la pieza de trabajo.....	30

3.2.1	Fuerza de compresión	30
3.2.2	Fuerza de tracción	31
4.	Análisis de Mercado	32
4.1	Análisis de la oferta nacional	32
4.2	Materiales más utilizados	34
5.	Análisis de prestaciones para prototipo	35
5.1	Requisitos de diseño	35
5.2	Criterios de selección	35
5.3	Caraterísticas preliminares de diseño	36
5.3.1	Especificaciones técnicas del prototipo	36
5.4	Materiales constitutivos.....	37
5.5	Piezas a construir.....	38
5.5.1	Cabezal.....	38
5.5.2	Husillo.....	38
5.5.3	Carro.....	39
5.5.4	Contrapunta.....	39
5.6	Posición de motor.....	40
5.7	Mecanismo de transmision.....	41
5.8	Sistema de movimiento	41
6.	Análisis de Seguridad e Higiene.....	42
6.1	Análisis de Ergonomía general.....	42
6.2	Recomendaciones generales para tornear.....	43
6.2.1	Normas generales	44
6.2.2	Protección personal	44
6.2.3	Antes de comenzar el trabajo	45
6.2.4	Durante el trabajo	45
6.2.5	Orden y limpieza	46
7.	Consideraciones de Diseño.....	47
7.1	Análisis de variantes de diseño	47
7.1.1	Sistema de Sujeción	47

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

7.1.2	Bancada	48
7.1.3	Patas	51
7.1.4	Cabezal	51
7.1.5	Porta herramientas.....	52
7.1.6	Contra punta	52
8.	Confección de planos y modelado 3D	54
8.1	Métodos de fabricación	54
9.	Datos Técnicos del torno diseñado	56
10.	Cálculos y selección de elementos	60
10.1	Selección de materiales de fabricación.....	60
10.2	Selección de motor	61
10.2.1	Cálculo de velocidades de corte	62
10.2.2	Cálculo de potencia requerida	64
10.3	Selección del variador de frecuencia.....	69
10.4	Selección transmisión por medio de correa y polea	71
10.5	Selección de rodamientos	75
11.	Análisis de situaciones límites	77
11.1	Esfuerzo de corte limite en bulones de anclaje	77
11.1.1	Esfuerzo de corte	78
11.2	Situación límite de desequilibrio	82
11.2.1	Momento de volteo	83
12.	Sistema eléctrico	88
12.1	Selección de protecciones y elementos de maniobra	88
12.1.1	Conexión y protecciones	89
12.2	Elementos seleccionados para circuito.....	92
12.3	Esquemas eléctricos	93
	Agradecimientos	94
	Lista de imágenes	95
	Lista de ecuaciones	97
	Lista de cuadros.....	98



Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Lista de abreviaciones	99
Lista de anexos	100
Bibliografía	103
ANEXOS	105

1. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

El diseño y construcción del torno de pie para madera presentado en este proyecto, tiene como principal objetivo satisfacer los requerimientos de emprendedores, pequeñas y medianas empresas, incluso hobistas y artesanos, que buscan minimizar tiempos de fabricación y costos de producción en las piezas de torneado.

El proceso de investigación, para determinar las características de la máquina y su funcionamiento, parte desde el principio de funcionamiento de un torno para madera convencional, para luego determinar los elementos y materiales, más eficientes y de menor costo para su fabricación.

Cabe aclarar que el desarrollo de este proyecto es completamente teórico y que los detalles finos de construcción serán obviados ya que los procesos de fabricación dependerán de terceros. Además, los diseños y cálculos estarán basados en situaciones hipotéticas, aunque en condiciones severas de trabajo, y que, si bien, se ha realizado un análisis de costos y dimensiones de piezas, no se ha escatimado en los parámetros y detalles constructivos utilizados en la creación de los diseños.

Se han agregado, también, elementos y piezas a medida que se avanzaba en los análisis y pruebas, y se han modificado los parámetros de ciertos diseños a lo largo del proyecto, hasta lograr obtener un conjunto sumamente ergonómico, práctico y eficiente.

Por otro lado, el diseño final del torno de pie para madera presentado aquí, representa solo un prototipo más de un conjunto armado de piezas, ya que llegar al objetivo buscado requiere de un proceso iterativo de modificaciones, análisis y cálculos que superan los tiempos previstos para este proyecto.

1.2 JUSTIFICACIONES DE PROYECTO

1.2.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Al desarrollar este proyecto se ponen en práctica todos aquellos conocimientos adquiridos en diferentes materias y cursos de la carrera Ingeniería Electromecánica. Dichos conocimientos se consideran aptos para aplicar criterios y normas en la realización del diseño y construcción de un torno para madera.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Con el diseño de este torno se busca mejorar y facilitar algunas de las tareas que requieren de tiempo y posturas no adecuadas. Se tienen en cuenta, a la hora de diseñar, todos aquellos factores que ayuden a mejorar los tiempos y los costos de producción y fabricación, tanto como también puedan mejorar factores ergonómicos.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Con el diseño de este proyecto, también, se pretende agregar una alternativa competitiva, económica y eficiente, al mercado actual de tornos para madera dentro de Argentina, incentivando así, a ampliar las fuentes de empleo y generar nuevos hobistas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

- Realizar un análisis detallado para diseñar y construir un torno para madera funcional que ofrezca a los operarios seguridad y buenas prestaciones.
- Obtener un producto competitivo comercialmente.
- Poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el paso por la facultad en un proyecto complementando mi formación profesional.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar mercado actual de tornos para madera.
- Determinar parámetros de diseño.
- Diseñar, calcular y seleccionar los diferentes elementos constitutivos del torno.
- Seleccionar materiales y procesos de fabricación de partes constitutivas.
- Realizar el montaje de las piezas y comprobar funcionamiento.
- Analizar costos de fabricación.

1.4 RESUMEN DEL PROYECTO

Luego de haber definido las etapas necesarias para llevar adelante el proyecto, con sus respectivos cronogramas de actividades, se procedió a dar inicio a la primera etapa.

En primera instancia, se realizó una búsqueda de información y se llevó a cabo un análisis acerca de los diferentes parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un torno, junto con su disponibilidad en el mercado. Con esto, se buscó definir cuáles resultarán las prestaciones, especificaciones y mejoras que serán base para el diseño del torno.

Una vez obtenidas las características y parámetros preliminares del torno a diseñar, se comenzaron a realizar diferentes bocetos estructurales y croquis generales para poder concretar una estructura definida.

Durante este proceso, se contemplaron los estudios y disposiciones existentes en la resolución 295/03, complementaria a la ley de Seguridad e Higiene Laboral con respecto a los trabajos de pie con diferentes exigencias, con el fin de ofrecer una máquina ergonómica y segura, analizando aspectos constructivos. Esto permitió adaptar las dimensiones del diseño a dichos requerimientos y crear alternativas y mejoras para ofrecer un producto apto y adecuado a la diversidad de operarios.

Dicha resolución se encuentra puede ser revisada en el siguiente enlace:

https://www.ms.gba.gov.ar/sitios/pepst/files/2017/02/Resolucion_295-03.pdf

Definida, entonces, la estructura y las piezas constituyentes, se procedió a seleccionar aquellos elementos necesarios que forman parte del diseño y la construcción, e impulsan el correcto funcionamiento del torno. Mediante la utilización de manuales, catálogos y softwares de selección, se obtuvieron los parámetros y características de los elementos necesarios. Para esto, se debió analizar el material de construcción, los rodamientos, tipo de transmisión y correas, disposición y ensamblaje de los elementos, tipo y potencia del motor y el variador de frecuencias que controlará la velocidad del motor.

Por otro lado, y complementariamente, se confeccionaron, a través de un software tipo CAD para diseños 3D, cada una de las piezas estructurales que conforman el prototipo de

torno. Con dicho software se obtuvieron, también, los respectivos planos acotados correspondientes para futura fabricación y ensamble.

Finalizada la etapa de diseño 3D y selección de elementos, se realizó un análisis del esquema eléctrico con que debe contar para poder energizar a dicha máquina. Se seleccionaron las protecciones eléctricas pertinentes, y se confeccionaron planos del esquema eléctrico, para así poder realizar las conexiones correctas.

Por último, se hizo un análisis sobre posibles mejoras y/o adición de complementos, que pudiesen ofrecer mayores prestaciones o ampliar la gama de operaciones. Entre ellas se contemplaron el rediseño de piezas, cambios de elementos funcionales, agregado de elementos complementarios como ser un variador de frecuencias, entre otros.

1.5 CONCLUSIONES GENERALES

A partir de la experiencia que este proyecto de diseño brindó al llevarlo adelante y, habiendo tenido la posibilidad de materializarlo y verlo funcionar, fue posible llegar a diversas conclusiones.

En primer lugar, cabe destacar que este tipo de experiencias enriquecen y complementan los conocimientos, permitiendo abordar una actividad que integra diferentes disciplinas y que requiere de una mirada sistémica que obliga a retomar y enlazar conceptos adquiridos a lo largo de toda la formación académica.

En segundo lugar, es necesario aclarar que, si bien se intentó resolver el problema planteado de la manera más realista posible, se hace completamente inevitable el realizar infinitas revisiones, modificaciones y re-diseños, a modo de poder lograr un producto que realmente cumpla y se adapte a los requisitos que se pretenden. Es claro que, a la hora de llevar la teoría a la práctica y materializar el proyecto, se presentarán múltiples problemas e inconvenientes que, difícilmente, se puedan contemplar de una manera previa.

Esto es, por ejemplo, variantes en aspectos económicos debido a la situación actual de Argentina que, por la alzas de precios, inducirán a reformas en el diseño; problemas a la hora de fabricar las piezas debido a limitaciones en los procesos de fabricación o a la falta de personal capacitado que pueda realizar dichos procesos; creación de diseños

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

sobredimensionados o, por el contrario, minimizados sus parámetros durante su funcionamiento debido a omisiones en los cálculos que habrían hecho del proyecto demasiado extenso y difícil de abarcar; entre otros.

Como una conclusión final y general, se puede exponer que el presente desarrollo solo sirve como puntapié inicial para poder realizar cada vez mejores diseños que, realmente, respondan a los requerimientos de funcionamiento, economía, ergonomía, calidad y prestaciones buscados.

2. EL TORNO PARA MADERA

2.1 CONCEPTO Y FUNCIONAMIENTO GENERAL

Los tornos para madera son máquinas herramientas en las cuales se remueve material mediante un elemento de corte, y así lograr que el elemento a trabajar obtenga la forma deseada. El material removido se conoce como viruta o aserrín, en el caso de la madera.

Permiten, mediante diferentes herramientas de corte, llevar a cabo varias operaciones como mecanizar, roscar, cortar, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de madera en forma geométrica por revolución.

Su funcionamiento principal consiste en hacer rotar la pieza a mecanizar, mientras se halla sujeta al husillo, y en empujar la herramienta de corte, en un movimiento regulado de avance, contra la superficie de la pieza extrayendo, así, el aserrín.

A diferencia de otras máquinas, en el torno la potencia de corte se realiza por rotación de la pieza y no por la rotación de la herramienta.

El movimiento de rotación de la pieza es generado por un motor, que transmite dichas revoluciones a través de un sistema de banda-poleas que conectan directamente al husillo. Este último gira a una velocidad específica, que va a depender de la relación de transmisión y la potencia del motor, haciendo rotar, a su vez, la pieza a mecanizar. Dicha pieza se encuentra conectada al husillo mediante un dispositivo de sujeción.

Básicamente, se pueden realizar dos tipos de sujeciones para torneado.

- Torneado en el aire o al plato. En éste la pieza se sujeta a un plato de agarre y se trabaja sin otro punto de apoyo. Es utilizado cuando el material es de poca longitud y cuando es necesario realizar frenteados y/o vaciados. También pueden realizarse estas operaciones en piezas con longitudes mayores utilizando como segundo apoyo una luneta, que se trata de un apoyo de punto medio.
- Torneado entre puntas. En este caso la pieza se sujeta en uno de sus extremos por medio de la punta de arrastre, la cual posee cuñas que se clavan en la madera trasladando a ésta el giro del husillo; y el otro extremo del material se sostiene con la contrapunta, que es un punto móvil situado del otro lado del torno. La

contrapunta hace de apoyo y permite trabajar a lo largo de toda la pieza sin tener desbalances.

2.2 TIPOS DE TORNOS

Existen varios tipos de tornos que ofrecen diferentes posibilidades.

En este proyecto se aborda solamente aspectos que refieren a tornos de pie para madera, sin embargo, se pueden encontrar tornos para materiales más duros.

Los tornos más comúnmente mencionados son los siguientes:

- Mini-torno: se utiliza para modelar y mecanizar piezas finas y pequeñas.
- Torno copiado: se utiliza en el ámbito profesional y se trata de una máquina que contiene un dispositivo hidráulico, pudiendo replicar piezas a través de plantillas. Es muy versátil y requiere de una herramienta que evacue la viruta.
- Torno revolver: diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado.
- Torno automático: aquellos cuyo proceso de trabajo está enteramente automatizado. Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos
- Torno vertical: diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal. Los tornos verticales no tienen contrapunto, sino que el único punto de sujeción de las piezas es el plato horizontal sobre el cual van apoyadas.
- Torno CNC: dirigido por control numérico por computadora.
- Además de los tornos empleados en la industria mecánica, también se utilizan tornos para trabajar la ornamentación con mármol o granito.

2.3 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Por otro lado, podemos mencionar los elementos constitutivos básicos que conforman a un torno para madera, los cuales son 4 piezas principales.

- **Cabezal.** Es el componente que mueve la pieza de madera y las unidades de avance a través de las poleas. Está formado a su vez por el selector de la unidad de avance, el selector de la dirección de avance, el selector de velocidad, el husillo, el motor y las poleas. Además, sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo. Puede ser fijo o móvil.
- **Carro o Soporte para herramientas.** Es la parte del torno con movimientos y está compuesto por el carro principal, que se mueve con una dirección axial y produce los movimientos de la herramienta, y el carro transversal que, como su nombre lo indica, su desplazamiento es transversal y lo hace sobre el carro principal con dirección radial. Comúnmente se lo denomina “banjo”, y es en el cual se colocan diferentes tipos de soportes que sirven de sostén para las diferentes herramientas.
- **Contrapunta.** Es el componente utilizado para soportar el otro extremo de la pieza de madera durante el mecanizado y para sostener diversas herramientas de corte. Se trata de una base móvil que puede fijarse en cualquier posición a lo largo de la bancada y que aloja una punta, u otros tipos de herramientas, con el fin de mantener el material en eje con el husillo, evitando así, desbalances en la rotación al estar ambos perfectamente alineados. También puede ser utilizada con un mandril para realizar perforaciones u otras operaciones con mechas o fresas.
- **Bancada:** Constituye la estructura de la máquina. Es la pieza que proporciona estabilidad a toda la unidad, cumpliendo con la función de soportar el resto de componentes e incorporar las guías de desplazamiento de las unidades móviles del torno. Habitualmente está construido de materiales de fundición.

El carro, la contrapunta y la bancada forman parte de la unidad de avance.

En la figura siguiente se muestra un esquema general de la estructura y componentes que conforman a un torno de pie para madera.

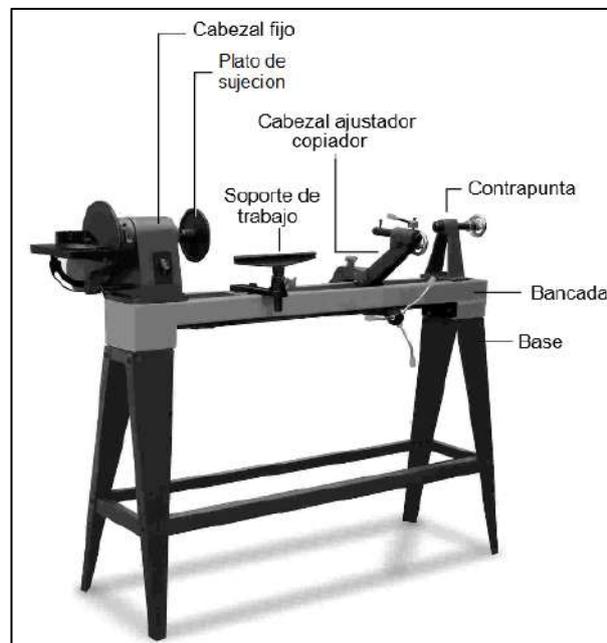


Figura 1. Torno para madera.

2.3.1 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

A menudo, los tornos para madera contienen diferentes elementos que complementan sus funciones como pueden ser las **lunetas**. Se tratan de soportes intermedios para piezas muy largas o con poca estabilidad utilizados cuando se realizan trabajos de vaciado. Es decir que no se tornea entre puntas y demás.

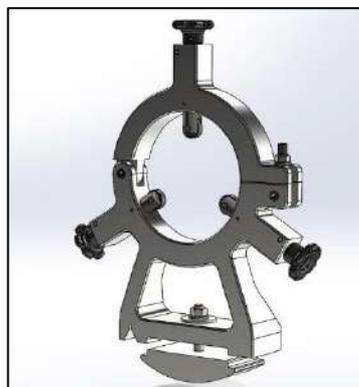


Figura 2. Luneta.

Otro de los elementos que comúnmente se adiciona son **discos de indexado**, los cuales permiten trabajar con posiciones fijas, permitiendo realizar diferentes geometrías en las piezas.



Figura 3. Disco de indexado.

2.4 HERRAMIENTAS DE TRABAJO

El equipo usual de herramientas utilizadas para el torneado de madera incluye diversos tipos y tamaños. Podemos diferenciarlas en:

– **Herramientas de corte:**

- Gubias de desbaste o de medio punto: se utilizan siempre para el primer trabajo pesado en el torno, es decir, convertir piezas de sección no circular en cilindros ya que permiten arrancar virutas anchas para obtener rápidamente la primera forma básica.
- Gubias de cuencos o de vaciado: se fabrican con un fresado central realizado en la barra redonda y son algo más cerradas en su curvatura hacia el interior para impedir que se enganchen en el vaciado inicial del cuenco.
- Segadores de corte recto y curvo: básicamente, están diseñados para cortar las piezas y retirarlas del torno. Por lo tanto, la hoja, normalmente, es de sección rectangular, aunque puede estar también facetada o ser de sección elíptica; presenta un rectificando que produce un filo paralelo a sus bordes estrechos.

– **Herramientas de raspado:**

- Gubias de perfilar: tienen punta redonda y ocupan el lugar de la gubia de desbaste en el torneado al plato.
- Escoplos y formones de corte recto y corte oblicuo: se usan para el acabado de piezas en el torneado al plato y las de corte oblicuo también pueden ser usadas para el labrado de molduras.
- Formones de punta redonda, de punta convexa, de punta cuadrada, punta lateral o punta en rombo: cada una de estas herramientas tienen su propia funcionalidad, siendo la mayoría utilizadas para acabados en distintos momentos y lugares de las piezas a trabajar. Los de punta redonda, se usan para trabajar el interior de cuencos y de copas; los de punta cuadrada se utilizan fundamentalmente en la parte exterior de los cuencos o en los fondos planos de las cajas torneadas; los de punta lateral son especialmente útiles para trabajar el interior de cualquier tipo de utensilio vaciado; y los de punta en rombo se usan para hacer ranuras en «V» en piezas torneadas al plato, así como para limpiar esquinas en ángulo recto.

– **Otras Herramientas:**

A menudo se utilizan otros tipos de herramientas que no son propias de los trabajos realizados en tornos pero que son utilizadas para diferentes operaciones. Entre ellas se utilizan limas, escofinas, lijas y hasta sierras.

2.5 OPERACIONES DE TORNEADO

Dependiendo de las herramientas de trabajo que se utilicen a la hora de tornear y la finalidad de la pieza torneada, se pueden realizar las siguientes operaciones a una pieza de madera.

- **Cilindrado.** Consiste en el mecanizado exterior o interior al que se someten las piezas que requieran de una forma final cilíndrica de ciertas dimensiones.

En este procedimiento, el acabado superficial y la tolerancia que se obtenga puede ser un factor de gran relevancia.

Para asegurar calidad al cilindrado, el torno tiene que tener bien ajustada su alineación y concentricidad.

El cilindrado se puede hacer con la pieza al aire sujeta en el plato de garras, si es corta, o con la pieza sujeta entre puntos y un perno de arrastre, o apoyada en luneta fija o móvil si la pieza es de grandes dimensiones y peso.

Cuando el cilindrado se realiza en el hueco de la pieza se llama **mandrinado**.



Figura 4. Cilindrado.

- **Refrentado.** Consiste en un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas que se realiza para producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas. Esta operación también es conocida como frentado. La problemática que tiene el refrentado es que la velocidad de corte en el filo de la herramienta va disminuyendo a medida que avanza hacia el centro, lo que ralentiza la operación. Para mejorar este aspecto muchos tornos modernos incorporan variadores de velocidad en el cabezal de tal forma que se puede ir aumentando la velocidad de giro de la pieza.

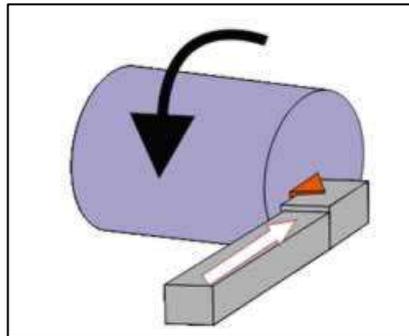


Figura 5. Refrentado.

- **Taladrado.** Hay piezas que requieren ser taladradas con brocas en el centro de sus ejes de rotación. Para esta tarea se utilizan brocas normales, que se sujetan en el contrapunto, en un portabrocas o, directamente, en el alojamiento del contrapunto si el diámetro es grande.

No todos los tornos pueden realizar todas estas operaciones que se indican, sino que eso depende del tipo de torno que se utilice y de los accesorios o equipamientos que tenga.

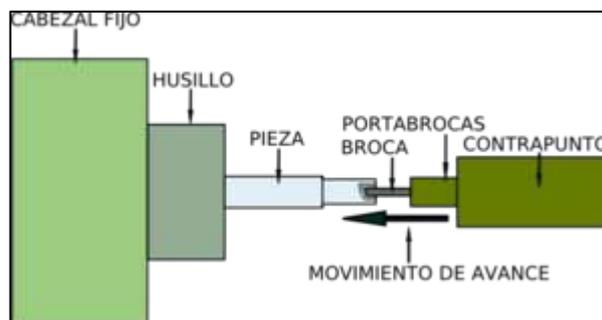


Figura 6. Taladrado.

- **Mandrinado.** Se realiza en agujeros de piezas ya elaborados para obtener mayor precisión dimensional, mayor precisión geométrica o una menor rugosidad superficial, pudiéndose utilizar para agujeros cilíndricos como cónicos, así como para realizar roscas interiores.

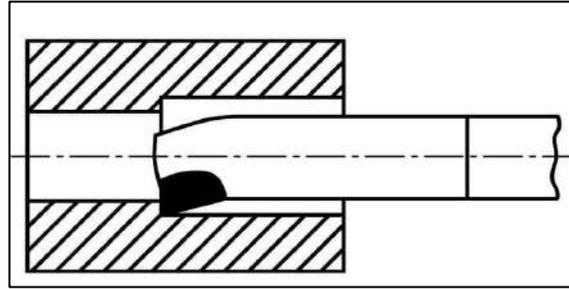


Figura 7. Mandrinado.

- **Chaflanado.** Consiste en matar los cantos, tanto exteriores como interiores, para evitar cortes con los mismos y, a su vez, facilitar el trabajo y montaje posterior de las piezas. El chaflanado más común suele ser el de 1 mm por 45°. Este chaflán se hace atacando directamente los cantos con una herramienta adecuada.

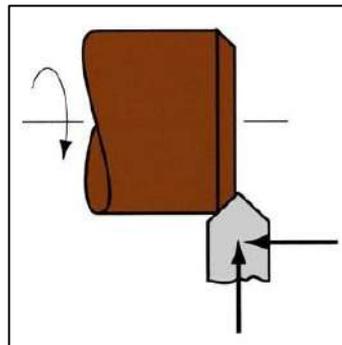


Figura 8. Chanflanado.

- **Tronzado.** Esta operación se utiliza cuando la pieza se termina por completo. Se utiliza para separarla del material sobrante.

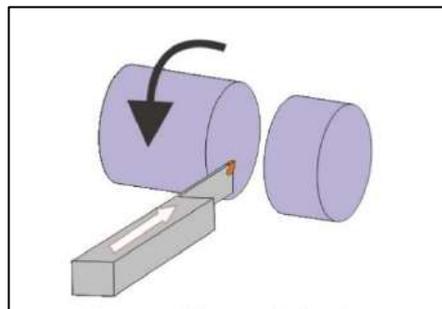


Figura 9. Tronzado.

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

- **Roscado.** Es una operación complicada de realizar en un torno convencional, más no imposible. Se aplica generalmente a los tornos CNC, donde se programa para hacer las roscas automáticamente.

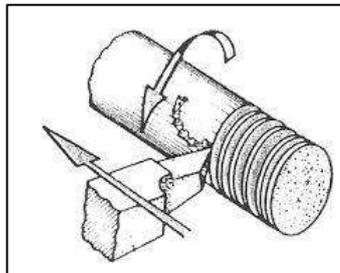


Figura 10. Roscado.

- **Ranurado.** Consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las piezas que se tornean. El ranurado puede ser también frontal.

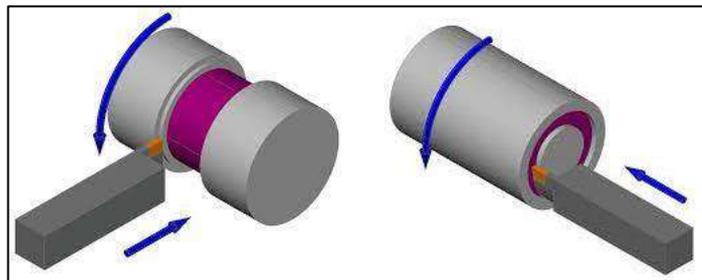


Figura 11. Ranurado y ranurado frontal.

- **Torneado cónico.** Consiste en mecanizar la pieza en forma de cono.

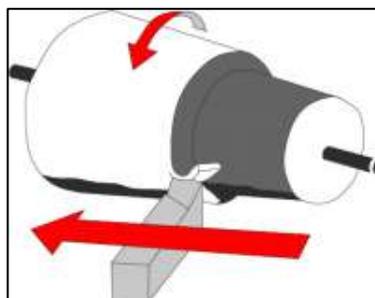


Figura 12. Torneado cónico.

2.6 MOVIMIENTOS DE TRABAJO EN LAS OPERACIONES DE TORNEADO

En cualquier torno siempre se van a tener dos movimientos de trabajo principales a la hora de realizar alguna de las operaciones mencionadas en el punto anterior. Una de ellas es la rotación de la pieza, y la otra es el movimiento de la herramienta de corte.

De esta manera se pueden definir tres movimientos principales de trabajo.

- **Movimiento de corte:** se aplica sobre la pieza que gira rotacionalmente sobre su eje principal. Este movimiento lo inicia el motor eléctrico que es el encargado de transmitir su giro al husillo principal mediante un sistema de poleas o engranajes. Al husillo principal se acoplan a su extremo distintos sistemas de sujeción, los cuales sujetan la pieza a mecanizar.
- **Movimiento de avance:** es el movimiento de la herramienta de corte en la dirección del eje de la pieza que se está trabajando. En combinación con el giro impartido al husillo, determina el espacio recorrido por la herramienta por cada vuelta que da la pieza. Este movimiento también puede no ser paralelo al eje, produciéndose así conos.
- **Profundidad de pasada:** movimiento de la herramienta de corte que determina la profundidad de material arrancado en cada pasada.

2.7 CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS GENERALES

Cuando se trata de comprar un torno para realizar trabajos de torneado a nivel semiprofesional o profesional, es necesario tener en cuenta las prestaciones y características que ofrece, y poder entender lo que estas significan, ya que, de acuerdo al trabajo que se pretende realizar, se puede optar por un torno u otro.

Las características principales a analizar son las siguientes.

- **Peso:** va a depender del tipo de material con que esté fabricado, y de las dimensiones de las diferentes piezas y complementos que conformen al torno.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

- Potencia: depende de la variedad de madera a mecanizar y de las especificaciones del motor eléctrico.
- Velocidad: depende de la potencia del motor y de la presencia de un variador de velocidades.
- Dimensiones: corresponde a la longitud máxima de torneado (llamada distancia entre puntos) puede ir de 320 mm hasta los 1.270 mm y puede ser ampliada.
- Diámetro de volteo: indicada por la altura de puntos y marca, y condiciona la anchura de las piezas que se vayan a mecanizar.
- Accesorios: elementos indispensables para el torneado de madera como garra de accionamiento, bandeja, mandril, porta-pinzas, pinzas, portaherramientas, dispositivo de copiado.
- Precio: las máquinas pequeñas como los mini tornos de madera tienen un precio económico, dentro de la gama media hay una gran variedad de precios dependiendo de la marca.

A la hora de comprar, lo importante es el uso o destino del torno para madera, sus dimensiones y la potencia que se requieren.

En general, estas máquinas suelen tener características variadas, que van a depender de la finalidad y trabajos requeridos. Así es que, para un uso cotidiano, en trabajos de bajo requerimiento y poca producción, se pueden encontrar tornos con diferentes características y parámetros.

3. ANÁLISIS DEL MATERIAL A TORNEAR

3.1 LA MADERA

La madera es una materia prima de origen vegetal. Se pueden encontrar diferentes tipos de madera dependiendo del árbol del que sea extraído. Se la suele utilizar para fabricar productos como mesas, sillas, camas, muebles en general, etc.

Así mismo, es un recurso renovable, abundante, orgánico, económico y con el cual es muy fácil y práctico de trabajar.

Está formada, principalmente, por fibras de celulosa, sustancia que conforma el esqueleto de los vegetales, y lignina, que le proporciona rigidez y dureza.

La disposición de las fibras de la madera, su tamaño, orientación, el contenido de humedad, el tamaño de los poros, etc., determinarán sus propiedades y/o sus características. Dependiendo de estas propiedades serán mejor para un uso o para otro.

Para determinar los usos posibles de una madera, es necesario conocer sus propiedades físicas y mecánicas. De esta manera, poder compararlas con otras maderas conocidas y señalar su utilización.

La madera tiene un amplio rango de resistencia, utilidad y valor. Por este motivo, es necesario una clasificación basada en sus propiedades.

Existen, actualmente, dos sistemas de clasificación general, las cuales son la clasificación estética y la clasificación por resistencia. Esta última consiste en una inspección que puede ser visual o mecánica.

3.1.1 TIPOS DE MADERA

Según sea el origen de la madera y sus propiedades físicas y/o estéticas, pueden clasificarse como:

- Maderas Blandas: Son las de los árboles de rápido crecimiento, normalmente de las coníferas, árboles con hoja de forma de aguja. Son fáciles de trabajar y

de colores generalmente muy claros. Constituye la materia prima para hacer el papel. Ejemplo: Álamo, sauce, acacia, pino, etc.

- Maderas Duras: Son las de los árboles de lento crecimiento y de hoja caduca. Suelen ser aceitosas y se usan en muebles, en construcciones resistentes, en suelos de parqué, para algunas herramientas, etc. Las antiguas embarcaciones se hacían con este tipo de maderas. Ejemplo: Roble, Nogal, etc.
- Maderas Resinosas: Son especialmente resistentes a la humedad. Se usa en muebles, en la elaboración de algunos tipos de papel, etc. Ejemplos: Cedro, ciprés, etc.
- Maderas Finas: Se utilizan en aplicaciones artísticas, (escultura y arquitectura), para muebles, instrumentos musicales y objetos de adorno. Ejemplo: Ébano, abeto, arce, etc.
- Maderas Prefabricadas: La mayoría de ellas se elaboran con restos de maderas, como virutas de resto del corte. De este tipo son el aglomerado, el contrachapado, los tableros de fibras y el táblex.

Según la longitud de sus fibras, las maderas pueden ser clasificadas en maderas de fibras largas y maderas de fibras cortas. Además, se clasifican según su grano fino y grano grueso.

3.1.2 PROPIEDADES RELEVANTES DE LA MADERA

Si bien la madera posee diversas propiedades para diferentes usos, existen propiedades que pueden mejorar o complicar las operaciones de torneado. Estas propiedades influyentes son:

- **Densidad**, cuanto más tiene la madera es más resistente. Casi todas las maderas tienen una densidad menor que la del agua, lo que les permite flotar.

Las maderas de baja densidad (hasta 0.47 gr/cm^3) se conoce como coníferas, mientras que las de alta densidad (mayor a 0.47 gr/cm^3) se conoce como latifoliadas.

- **Flexibilidad**, es la facilidad para ser curvadas en el sentido de su longitud, sin romperse ni deformarse. La tienen especialmente las maderas jóvenes y blandas.
- **Hendidura**, consiste en la facilidad que contiene la madera en partirse o rajarse en el sentido de la fibra. La resistencia será menor si es de fibra larga y carece de nudos, así como si está verde la madera.
- **Dureza o resistencia al corte**, que dependerá de la mayor o menor cohesión entre sus fibras.

Está en relación directa entre la mayor cantidad de fibras y la menor cantidad de agua. Por ejemplo, una zona de nudos tendrá mayor cohesión de sus fibras que una zona limpia, por tanto, será más dura y resistente al corte.

- **Tenacidad**, capacidad de la madera para resistir cargas repentinas. Generalmente, en las maderas de alta tenacidad, las fibras están entrecruzadas, que dificulta hendir, rajar o separar las fibras.
- **Humedad**, el porcentaje concentrado en la madera produce una variación en sus dimensiones. Si aumenta el contenido de humedad la madera se hincha, mientras que, si disminuye se contrae o se mema.

3.1.3 MADERAS APTAS PARA TORNEAR

La selección de madera para tornear se debe hacer atendiendo, por un lado, a las características y uso que debe tener el objeto final, y por otro, a las características propias de la madera.

No solo es importante elegir la madera adecuada, también hay que hacer una selección de piezas. Es decir, se recomienda revisar cada pieza en busca de defectos: nudos, grietas,

humedad excesiva, existencia de depósitos de resina, etc. Este trabajo es incluso más importante que la elección del tipo de madera.

Algunas de las maderas más utilizadas para tornear son:

- Maderas Blandas:
 - Tilo. Se trata de una de las mejores opciones, tanto para tornear como para tallar. Fibra recta, grano fino y muy uniforme.
 - Álamo o Chopo. Madera clara, fibra recta, grano fino, uniforme y pocos defectos. Poco más se puede decir sobre su aptitud para el torneado.
 - Balsa. Se trata de una madera muy blanda y ligera, y también muy fácil de tornear. Es de color blanquecino.
 - Pino. Es una madera muy versátil, abundante y barata. De ahí que se la use en prácticamente todos los ámbitos de la carpintería. Si bien se utiliza mucho para tornear, tiene algunos inconvenientes: presencia de nudos y resinas principalmente. Es necesario realizar una selección exhaustiva de piezas para evitar estos problemas.

- Maderas Duras:
 - Roble. Madera de gran belleza y versátil donde las haya. Fibra recta, grano medio y predominio de colores crema y marrón claro.
 - Haya. Se trata de una madera muy uniforme, de color claro y sin patrones de vetas que la caractericen. Es muy utilizada para la fabricación de elementos de cocina (vasos, cuencos...) ya que no añade ningún tipo de olor o sabor.
 - Fresno. Es quizás la madera de referencia para torneados cuando lo que se busca es resistencia a impactos y cierta flexibilidad. Se utiliza para la fabricación de artículos deportivos y también para toda clase mangos como, por ejemplo, de martillos. Es una madera clara, y bastante uniforme, tiene una importante similitud estética con el roble.

- Arce. Madera dura, similar al roble y al fresno. Su uso está muy extendido entre los torneros de Norteamérica, donde es muy abundante.
- Nogal. Madera de excelentes propiedades y gran belleza. Predominio de tonos marrones y chocolate. Precio elevado, por lo que obviamente no es la mejor opción para aprender y/o hacer experimentos.
- Ébano. Se trata de una madera de excelentes propiedades, e intensos y característicos tonos oscuros. Si bien permite realizar trabajos realmente llamativos, se trata de una madera escasa y cara debido a que es una especie en peligro.
- Olivo. Madera de fibra ondulada y con nudos, que puede resultar difícil de trabajar para los que no están acostumbrados. Sin embargo, ofrece unos resultados espectaculares debido a su interesante vetado y complejos dibujos.
- Caoba. Gran madera, y muy agradecida en el mundo del torneado. Es fácil de trabajar, lijar, de gran belleza y acepta los acabados realmente bien.

3.2 FUERZAS APLICADAS A LA PIEZA DE TRABAJO

Durante el mecanizado, la pieza a trabajar sufre de ciertas fuerzas y cargas, que podrían generar complicaciones, incluso romper dicha pieza.

3.2.1 FUERZA DE COMPRESIÓN

Según el sentido de aplicación de la fuerza, generada por la herramienta de corte, se tienen dos tipos de fuerza, compresión paralela y compresión perpendicular.

La compresión paralela se da cuando la fuerza actúa de manera paralela a fibra y corresponde a la resistencia que opone la madera a una carga aplicada en el mismo sentido de la fibra.

La compresión perpendicular se da cuando la fuerza solicitante actúa en dirección perpendicular a las fibras y corresponde a la resistencia que opone la madera a una carga aplicada en el sentido perpendicular de la dirección de las fibras, es decir, en su cara radial.

3.2.2 FUERZA DE TRACCIÓN

La madera es un material muy adecuado para trabajar a tracción siempre y cuando se haga en la dirección de las fibras.

Si se realiza un esfuerzo de tracción en la dirección axial, la magnitud de la deformación producida será menor que si el esfuerzo fuera de compresión, sobre todo a lo que concierne a deformaciones plásticas.

Es decir, la rotura de la madera por tracción puede considerarse como una rotura frágil.

Que la madera presente valores elevados de resistencia a la tracción en la dirección de las fibras, se debe a las moléculas de celulosa que constituyen la pared celular.

4. ANÁLISIS DE MERCADO

A través de este análisis se obtuvo una visión general de la situación económica en la que se encuentran los tornos para madera a un nivel nacional. Es decir, se logró obtener información acerca de la oferta existente en lo que respecta a características y prestaciones, precios, disponibilidad y accesibilidad, etc.

En esta instancia se relevaron datos de costos de productos, prestaciones, materiales y diseños con el fin de realizar un esquema comparativo, y así, evaluar las mejores opciones que logren satisfacer los requerimientos del producto a diseñar.

4.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA NACIONAL

En una primera instancia, y haciendo un análisis básico, cuando se desea comprar un torno hay que tener en cuenta el tamaño de las piezas a mecanizar, ya que esto definirá el volteo del torno, además de la longitud máxima que se puede trabajar.

Sin embargo y, por otro lado, uno de los factores más básicos y relevantes que limita las posibilidades de acceso a un torno con mayor o menores prestaciones, es el capital económico con el que se cuenta. Este puede ser considerado como el primer filtro de búsqueda.

Profundizando un poco más el análisis, se puede observar que existen otros factores a tener en cuenta a la hora de adquirir un torno, como lo son la velocidad, la rigidez y la resistencia mecánica. Paralelamente, puede analizarse el tipo de material a mecanizar, ya que, por ejemplo, para poder mecanizar materiales duros se requerirán herramientas con tratamientos que permitan realizar el trabajo en una forma eficiente.

Muchas de estas características mencionadas van a estar relacionadas a factores tales como el material de la pieza de trabajo y su condición, profundidad de corte, la operación a realizar y el tipo de herramienta de corte.

Sintetizando, entonces, un poco este análisis, se puede inferir que la compra de un torno para madera va a depender de dos aspectos importantes, la finalidad de los trabajos a realizar y el capital con que se cuenta.

Al realizarse una búsqueda online en diferentes páginas de compra y venta de máquinas herramientas, se encontraron que, en Argentina, hay principalmente tres marcas profesionales que ofrecen tornos para madera. Ellas son BTA Tools, Lusqtoff y Gamma Herramientas.

Si bien estas marcas están radicadas en distintos puntos del país, se desconocen los detalles acerca del origen de sus productos, aunque distintos comentarios de compradores hacen alusión a que las marcas “Lusqtoff” y “Gamma Herramientas” realizan importación de productos. Es decir, se desconoce objetivamente si los tornos para madera que venden dichas marcas son fabricados como producto nacional o son importados. Sin embargo, es la oferta con la que, actualmente, dispone Argentina.

Durante la búsqueda de información acerca de la disponibilidad de tornos en el mercado, se hallaron diferentes tipos de tornos, con diversas especificaciones, y que podían mecanizar diferentes materiales, por lo que la búsqueda se restringió a solo información relevante acerca de *tornos de pie para madera*.

De esta manera, los parámetros de interés convergieron a valores razonablemente similares entre las diferentes marcas, destacando las características principales que se muestran en el siguiente cuadro.

Marca/Distribuidor	Potencia [watts]	Velocidad [rpm]	Max Torneable [mm]	Distancia entre puntas [mm]	Peso [kg]	Precio [\$]	Observación
BTA Tools	370	450 - 2100	350	1000	85	87105,00	Con copiador
Lusqtoff	550	750 - 2600	350	1000	70	113819,00	Con copiador
Gamma	550	700 - 2100	350	1000	63	81254,00	Con copiador
Gamma	1500	600 - 2000	381	1000	95	162368,00	Cabezal orientable

Cuadro 1. Características de tornos de pie para madera.

Los parámetros mostrados en el **cuadro 1** se obtuvieron de las páginas oficiales que poseen cada una de las marcas. Sin embargo, los productos también se pueden encontrar en reventa en páginas de compra y venta generales, como lo es Mercado Libre, conservando sus prestaciones, pero variando su precio según el vendedor.

Todas estas máquinas presentan una conexión monofásica a 220[V] y 50[hz].

Cabe destacar que en ninguno de los sitios oficiales o extraoficiales de venta de este tipo de torno se hace mención acerca de la altura general del torno, si esta es regulable o no, y tampoco se referencia el tipo de material de construcción.

4.2 MATERIALES MÁS UTILIZADOS

Por otro lado, al analizar los materiales que se utilizan habitualmente en la construcción de estos tornos, se puede observar que hay una amplia variedad de materiales, que dependen su implementación dependerá de la finalidad del mismo y de la calidad que se pretenda conseguir.

En este sentido, se pueden utilizar materiales como chapa plegada, diferentes aleaciones de acero, fundiciones, e incluso, se pueden encontrar diseños rudimentarios cuyo material base de construcción es la madera.

Como ya se ha mencionado, la elección de un tipo de material va a depender de la finalidad y la calidad que se busque.

En este proyecto, se intenta buscar un producto robusto, con diseño económico, pero de buena calidad.

Los materiales que pueden satisfacer estos requisitos son:

- Fundiciones, usualmente empleadas en la construcción de la bancada. Muy conveniente cuando se requiere una producción en serie, ya que es posible lograr un buen acabado y minimizar costos.
- Las aleaciones de acero, que resultan muy convenientes por su facilidad al realizar los bosquejos necesarios, siendo muy sencillo fabricar las partes mediante plegados y soldaduras. También, brindan una amplia gama de propiedades aptas para cada elemento a fabricar.

5. ANÁLISIS DE PRESTACIONES PARA PROTOTIPO

Una vez analizadas las prestaciones de la competencia y las distintas alternativas de construcción, se procede a realizar diseños preliminares y seleccionar los parámetros del prototipo.

5.1 REQUISITOS DE DISEÑO

Si bien se plantearon varios objetivos al iniciar el proyecto, lo más relevante puede resumirse en disminuir costos de fabricación, minimizar tiempos y maximizar la producción.

Estos tres requisitos serán las guías principales a la hora de realizar el diseño preliminar del torno, seleccionar los materiales y los elementos con el cual se fabricará, además de lograr las especificaciones técnicas requeridas.

5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para la selección de los elementos constituyentes, entre sus distintas alternativas, se tuvieron en cuenta una serie de criterios en lo que respecta a mejorar la experiencia del operario y beneficiar la mecánica. De esta manera, se contemplaron aspectos como dimensiones, espacios, mantenimiento, eficiencia, costos, etc.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las distintas alternativas.

Elemento	Alternativa	Bancada		Posición del motor		Transmisión		Contrapunta		Mov. del carro	
		Madera	Metal	En mesa de trabajo	Parte inferior de la mesa	Engranajes Cadena	Cono-polea y banda	Fijo	Móvil	Tornillo sin fin	Piñón y cremallera
Propiedad técnica											
Rendimiento			x	x			x		x		x
Estética			x	x			x		x	-	-
Económico		x			x		x	x			x
Practicidad		x			x		x		x		x
Seguridad			x		x	x		x		-	-
Montaje		x		x			x		x		x
Estabilidad			x	x		x		x		-	-
Reduce vibraciones		x			x		x	x		-	-
Elección Final			x	x			x		x		x

Cuadro 2. Criterios de selección de alternativas

5.3 CARACTERÍSTICAS PRELIMINARES DE DISEÑO

El diseño preliminar estará orientado a un torno de pie, buscando un diseño ergonómico que pueda ser adaptable a la altura de trabajo óptima del operario.

Se pretende contar con un cabezal móvil que brinde la posibilidad de realizar trabajos que de otra forma estarían limitados por la altura máxima de volteo; un variador de frecuencias que permita no solo realizar un consumo eficiente de potencia y electricidad, sino también, un control preciso a la hora de trabajar con la máquina; y por último un disco de indexado que resulta útil cuando se realizan trabajos que requieran ciertas simetrías especiales.

En definitiva, lo anterior hace foco a un diseño básico de los parámetros observados durante el capítulo anterior, pero ofreciendo pequeñas variaciones que amplían la versatilidad a la hora de realizar trabajos, logrando así un diseño seguro de uso diverso para trabajos profesionales y semiprofesionales.

El diseño robusto del cuerpo buscará minimizar las vibraciones y ofrecer una herramienta confiable para el operario respetando las normativas de seguridad.

El sistema de sujeción de los diferentes elementos móviles permite un acople y desacople rápido y seguro.

Haciendo una observación a los parámetros de diseño que utilizan las marcas que controlan el mercado actual de tornos, se pueden destacar puntos en común entre ellos.

Dichas prestaciones similares serán las utilizadas para dar inicio al diseño de este proyecto de torno de pie para madera.

5.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROTOTIPO

En vista a los analizado durante el capítulo, se tienen la siguiente ficha técnica preliminar con el rango de parámetros frecuentemente ofertados:

- Potencia: 370 - 1500 [W]
- Velocidad: 450 – 2600 [rpm]
- Diámetro de volteo: 350 – 380 [mm]

- Distancia entre puntas: 1000 [mm]
- Voltaje: 220/380 [V]
- Frecuencia: 50 [Hz]
- Peso: 60 – 95 [kg]

5.4 MATERIALES CONSTITUTIVOS

De todos los materiales que se pueden pensar para la construcción de máquinas hay básicamente, dos grandes categorías, *maderas* y *metales*.

Como se verá más adelante, hay elementos y piezas que, por su función, imposibilitan la utilización de un material u otro, sin embargo, existen otras piezas en las que sí se podría elegir entre ambas categorías. Por este motivo, se analizan ventajas y desventajas de cada una.

La madera, por su lado, presenta buena estabilidad y absorbe fácilmente las vibraciones. Por otro lado, es un material de bajo costo que se trabaja y se monta con facilidad. Como principal desventaja, se tiene que cuenta con una pronunciada caída en la duración de lo que respecta a su vida útil en relación a los metales. También poseen mayores dimensiones para las mismas fuerzas aplicadas a estos últimos.

Los metales, presentan una buena estabilidad por su peso y forma, y son relativamente fáciles de trabajar y montar. Sin embargo, su costo es mayor y la transmisión de vibraciones se encuentra en un nivel considerablemente alto.

Esto nos da la pauta que, por ejemplo, la mesa de trabajo y las patas podrían ser de madera, metal o una mezcla de ambas. No obstante, se opta por material metálico. Si bien la economía es un punto fuerte, también se busca brindar una imagen de profesionalidad, confianza y durabilidad.

5.5 PIEZAS A CONSTRUIR

Dentro de esta sección se hizo un análisis general de los elementos estructurales que forman al torno, dejando como conclusiones puntos específicos para su diseño y fabricación.

5.5.1 CABEZAL

El diseño del cabezal debe cumplir con diferentes requerimientos como contar con un control de velocidades, brindar prestaciones para diferentes operaciones, disponer de espacio útil, maximizar el diámetro de volteo, etc.

Para poder atender a todos estos requisitos, el diseño del cabezal cuenta con un sistema de sujeción que le permite desplazarse para ampliar el diámetro de volteo, el cual se encuentra limitado por la bancada.

Además, dispone de un variador de frecuencias que permite la regulación fina de la velocidad y cuenta con poleas escalonadas que le permiten variar en dos velocidades para no forzar los límites de acción del propio variador,

Se tiene una tapa superior rebatible para poder acceder al cambio de velocidades.

5.5.2 HUSILLO

El husillo posee acople para platos de sujeción de materiales y para puntas de arrastre, además de contar en la parte posterior un disco de indexado que permite realizar operaciones con simetrías radiales y angulares.

Es el elemento que más esfuerzo realiza durante las operaciones de torneado, ya que transmite el movimiento giratorio del motor a la pieza. Por consiguiente, debe ser robusto y estar perfectamente guiado por los rodamientos, para que no existan desviaciones ni vibraciones.

5.5.3 CARRO

El carro debe ser capaz de ser orientado en diferentes ángulos con respecto al material, a diferentes distancias y, por supuesto, debe permitir trabajar en cualquier punto a lo largo de la bancada.

En realidad, cumple con la función de alojar diferentes soportes que el operario utiliza para diversas herramientas manuales, como son la gubias y cinceles, entre otras.

Debido a la naturaleza de esta pieza, se piensa en un sistema de sujeción con una base circular que permita orientarlo en cualquier dirección de trabajo

5.5.4 CONTRAPUNTA

Por último, queda definir el sistema de la contrapunta, el cual sirve como soporte cuando se requiere un trabajo en piezas con una longitud considerable.

El mismo debe contar con un sistema que permita intercambiar de manera sencilla las diferentes herramientas, puntas, mandriles, etc., a utilizar.

Para esto se diseñó un sistema que permita tanto el acople y desacople de estos últimos elementos.

Se pensó entonces en un eje roscado hueco con una cavidad cónica adaptada a las herramientas comerciales.

Esto permite colocar por presión los elementos y, además, mediante un tornillo que correrá dentro del eje hueco se facilitará su retiro, ya que muchas veces debido a la fuerza ejercida durante el trabajo, a las vibraciones y el polvillo circundante son difíciles de extraer.

La siguiente imagen representa a modo esquemático el funcionamiento expuesto previamente.

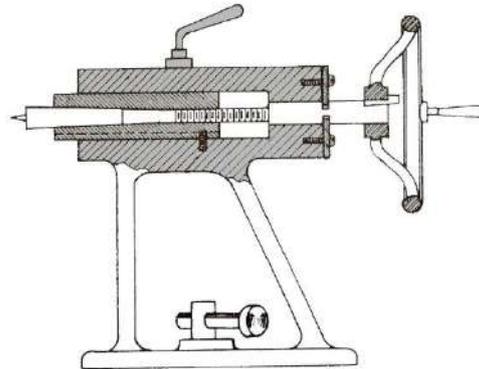


Figura 13. Funcionamiento esquemático de contra punta.

5.6 POSICIÓN DE MOTOR

El motor a utilizar será un motor eléctrico que, teniendo una leve imagen de su aspecto, puede ubicarse en varios lugares dependiendo de la funcionalidad, espacios, estética final y maniobrabilidad.

Si el motor se ubica sobre la mesa de trabajo se tiene un montaje e instalación relativamente fácil y un rápido y accesible mantenimiento. Además, la transmisión de rotación es más cercana entre un elemento y el otro, por lo que hay un aumento del rendimiento. Visualmente, brinda más confiabilidad y mayor grado de seguridad.

Por otro lado, pueden transmitirse vibraciones producidas por el motor y dar inestabilidad al conjunto. También, presenta un mayor costo de material.

Si el motor se encuentra en la parte inferior de la mesa de trabajo se pueden aprovechar mejor los espacios y brindar más estabilidad al conjunto. Presenta mayor seguridad para el operario y menor costo de material. Sin embargo, el montaje del motor se hace más dificultoso, haciendo también difícil su acceso y mantenimiento. Su rendimiento también se ve disminuido.

Teniendo en cuenta que la diferencia de costos no es grande, y siguiendo una línea de eficiencia y estética, se opta por posicionar el motor en la mesa de trabajo.

5.7 MECANISMO DE TRANSMISION

Considerando que el husillo debe variar su velocidad, se pretende que el sistema de cambio sea rápido y sencillo.

Por este motivo es que se descartan, en primera instancia, las transmisiones por engranajes o cadenas, ya que se requiere de una caja de velocidades para los engranajes y un variador de discos para las cadenas. Esto hace que el conjunto tenga un costo más elevado y una variación más lenta.

Se utiliza, entonces, un sistema de transmisión de cono polea – banda, ya que permiten un cambio de velocidades en forma rápida, presenta fácil montaje y costo relativamente bajo.

5.8 SISTEMA DE MOVIMIENTO

La contrapunta y el cabezal es son piezas que, dependiendo del fabricante, puede ser fija o móvil.

Si se cuenta con movilidad fija, se tiene una mayor estabilidad de apoyo, permitiendo una mejor sujeción del elemento a maquinarse y reduciendo las vibraciones. Sin embargo, se imposibilita la realización de operaciones como en trabajos cónicos y se reducen las dimensiones de trabajo.

Si se cuenta con piezas móviles, se pueden trabajar piezas de diferentes longitudes y diámetros, permitiendo trabajos cónicos, pero con la desventaja de que aumentan las vibraciones generales.

Para este proyecto se planteó llegar a la mayor cantidad de operarios, por lo que se requiere variedad de trabajos. Por lo tanto, se opta por un sistema de cabezal y contrapunta móviles.

6. ANÁLISIS DE SEGURIDAD E HIGIENE

6.1 ANÁLISIS DE ERGONOMÍA GENERAL

Se considera a la ergonomía como el estudio de las condiciones dentro del espacio físico de trabajo, en este caso posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y vibraciones.

Basado en lo que refiere a posturas de trabajo, la mayor influencia sobre esta se debe a las alturas de las patas, ya que, si suponemos un torno de pie de altura fija, los operarios de mayor altura deberán arquear más sus espaldas para poder realizar el trabajo.

Debido a esto, se plantea un diseño de patas regulables en altura, que permita a los operarios trabajar a una altura adecuada en función de la altura propia de cada uno, y de la tarea que se disponga a realizar.

El diseño, entonces, consta de dos piezas, las patas superiores y las patas inferiores. Ambas partes cuentan con la regulación de tres posiciones de alturas diferentes cada una, buscando respetar las alturas promedio recomendadas.

Al mismo tiempo, en la base inferior se soldará una tuerca que permita terminar de ajustar la altura e instalar el torno completamente nivelado. De esta manera, buscar que la estructura minimice las vibraciones y el impacto.

La siguiente figura representa las alturas recomendadas tanto para hombres como para mujeres a la hora de realizar desde trabajos pesados hasta trabajos de precisión. En función a esto se determinaron las alturas regulables para la bancada.

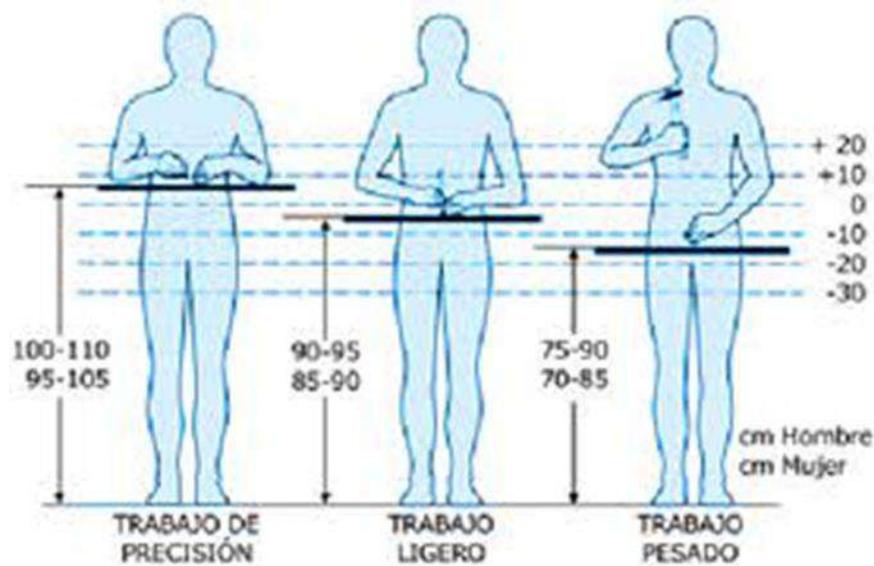


Figura 14. Alturas de trabajo recomendadas

En cuanto al desgaste energético, carga mental, fatiga y carga de trabajo, no son aspectos que puedan reflejar una influencia directa en el diseño general. Estas son cuestiones que van a depender del tipo de trabajo que lleve a cabo cada operario, así como también de las herramientas que utilice.

6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA TORNEAR

A la hora de realizar cualquier operación en el torno para madera, se deben tener en cuenta una serie de normas y recomendaciones para lograr un área de trabajo limpia y segura.

Las normas y recomendaciones tratadas en este apartado son aporte de “Estrucplan”, una empresa argentina que brinda servicios profesionales y asesora en gestión medio ambiental y de seguridad e higiene en el trabajo.

6.2.1 NORMAS GENERALES

- Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de las máquinas, se deben asegurar para que no sean accionados involuntariamente; las arrancadas involuntarias han producido muchos accidentes.
- Las ruedas dentadas, correas de transmisión, acoplamientos, e incluso los ejes lisos, deben ser protegidos por cubiertas.
- Conectar el equipo a tableros eléctricos que cuente con interruptor diferencial y la puesta a tierra correspondiente.
- Todas las operaciones de comprobación, medición, ajuste, etc., deben realizarse con la máquina parada.

6.2.2 PROTECCIÓN PERSONAL

- Los trabajadores deben utilizar anteojos de seguridad contra impactos, debido al peligro que representa para los ojos las virutas y fragmentos de la máquina pudieran salir proyectados.
- Manejar la máquina sin distraerse.
- Las virutas producidas durante el mecanizado nunca deben retirarse con la mano, ya que se pueden producir cortes y pinchazos.
- Las virutas secas se deben retirar con un cepillo o brocha adecuados, estando la máquina parada.
- Se debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada. Las mangas deben llevarse ceñidas a la muñeca.
- Se debe usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos, así como contra caídas de piezas pesadas.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue.
- Asimismo, es peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo gorro o prenda similar. Lo mismo la barba larga.

6.2.3 ANTES DE COMENZAR EL TRABAJO

- Verificar que el plato y su seguro contra el aflojamiento están correctamente colocados.
- Verificar que la pieza a trabajar está correcta y firmemente sujeta al dispositivo de sujeción y que en su movimiento no encuentre obstáculos.
- Verificar que la palanca de bloqueo del portaherramientas está bien apretada.
- Verificar que están apretados los tornillos de fijación del carro superior.
- Si se usa contrapunto, comprobar que esté bien anclado a la bancada y que la palanca del bloqueo del husillo del contrapunto está bien apretada.
- Verificar que la carcasa de protección o resguardos de la transmisión esté correctamente colocadas y fijadas.
- Verificar que no haya piezas o herramientas que pudieran caer o ser alcanzados por la máquina.
- Si se va a trabajar sobre barras largas que sobresalen por la parte trasera del cabezal, comprobar que la barra está cubierta por una protección guía, en toda su longitud.
- Verificar que la cubierta de protección del plato está correctamente colocada.

6.2.4 DURANTE EL TRABAJO

- Durante el mecanizado, se deben mantener las manos alejadas de la herramienta que gira o se mueve.
- Todas las operaciones de comprobación, ajuste, etc., deben realizarse con la máquina parada, especialmente las siguientes:
 - Alejarse o abandonar el puesto de trabajo
 - Sujetar la pieza a trabajar
 - Medir o Comprobar el acabado
 - Limpiar
 - Ajusta protecciones o realizar reparaciones

- No se debe frenar nunca el plato con la mano.
- Para torneear entre puntos se utilizarán dispositivos de arranque de seguridad. En caso contrario, se equiparán los dispositivos de arrastre corrientes con un aro de seguridad.

6.2.5 ORDEN Y LIMPIEZA

- Debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
- La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite.
- La máquina debe mantenerse en perfecto estado de conservación, limpia y correctamente engrasada.
- Las virutas deben ser retiradas con regularidad, sin esperar al final de la jornada, utilizando un cepillo o brocha para las virutas secas y una escobilla de goma para las húmedas y aceitosas.
- Las herramientas deben guardarse en un armario o lugar adecuado. No debe dejarse ninguna herramienta u objeto suelto sobre la máquina.
- Se deben dejar libres los caminos de acceso a la máquina.

7. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Al llevar adelante el proceso del diseño se debieron definir diferentes aspectos comunes a la construcción de la máquina herramienta en general y particulares a cada uno de los sistemas que lo componen.

7.1 ANÁLISIS DE VARIANTES DE DISEÑO

7.1.1 SISTEMA DE SUJECCIÓN

El sistema de sujeción para los diferentes elementos móviles que componen al torno tiene una importancia predominante en cuanto al diseño. Esto es así ya que debe ser sencillo de utilizar, seguro, confiable. Asimismo, dependiendo de su diseño final es posible que se modifiquen medidas en el resto de los componentes; atendiendo a esto es que en primer lugar se pensó un formato para el sistema de sujeción que cumpla con todos los requisitos.

Relevando diferentes opciones puestas en práctica en los diferentes tornos analizados en el análisis de mercado, se optó por un ajuste con eje excéntrico dentro de un caño que servirá de camisa, el cual se encuentra solidario a una base circular para que distribuya de manera uniforme la presión de sujeción. El mismo se accionará por medio de una palanca móvil que, en cada caso, estará orientada con el fin de facilitar las tareas del operario.

El espesor de la camisa del ajuste será de 2 mm, un diámetro de 1" y la longitud para el ajuste del cabezal será de 180 mm, para el ajuste del Banjo 100 mm y para el ajuste de la contra punta 100 mm.

Las bases de ajuste tendrán un diámetro de 80 mm para el cabezal y de 134 mm para el banjo y la contrapunta, una altura de 10 mm y la separación a la camisa de ajuste será de 26,5 mm con una varilla de ½" de diámetro.

Los ejes excéntricos tendrán un diámetro mayor de 21,4 mm y un diámetro menor tangente al anterior de ½" y sus longitudes del cilindro exterior serán: 135 mm en el

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

sistema de la Contra Punta; 180 mm en el sistema del Cabezal y 390 mm en el sistema del Banjo.

Además, contará con una manija rebatible también de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y una longitud libre de 82 mm.

El sistema de sujeción será construido por partes y luego ensamblado, como materia prima serán necesarios caños de 1" necesarios para realizar las camisas que se cortarán en las medidas previamente especificadas.

Los ejes excéntricos, en caso de ser posible, se fabricarán por mecanizado siguiendo las medidas especificadas. En caso contrario se buscará una alternativa de fabricación.

Las bases de ajuste y las varillas que las unen a la camisa se mecanizarán, para luego ser cortadas a medida y soldadas por medio de soldadura de arco eléctrico.

7.1.2 BANCADA

Para el diseño de la bancada se tomó como parámetro lo observado en los diferentes tornos de pie relevados durante el análisis de mercado. Atendiendo al lineamiento común que parecen seguir los fabricantes y la economía del proyecto en sí, se proponen dos posibles variantes.

Realizar la misma con:

- Acero de baja aleación y mediante un proceso de corte y plegado para dar la forma final deseada.
- Perfil C comercial que se adapte a las dimensiones y prestaciones necesarias para la estructura.

Se optó por la utilización de un perfil C ya que ofrece diversas ventajas frente a la fabricación con acero plegado debido a que es comercialmente más accesible y económico, y permite, a futuro, la producción estandarizada del torno.

Para garantizar la rigidez necesaria de este elemento, que soportará mayormente el peso y los esfuerzos de la máquina herramienta, se soldarán diferentes soportes para dar mayor estabilidad.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

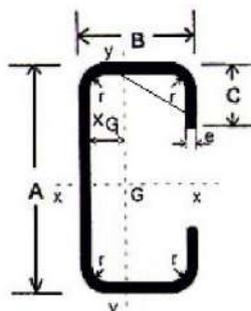
Por otro lado, se diseñaron soportes de acero cuya funcionalidad es la de unir la bancada con las patas del torno, sometidos a un proceso de corte y plegado, teniendo como resultado final un conjunto que se unirá por medio de bulones para facilitar su ensamblaje, traslados, etc.

– Características del perfil seleccionado:

- Ancho: 140 mm
- Alto: 60 mm
- Ala: 20 mm
- Espesor: 3,2 mm

– La siguiente tabla muestra el perfil seleccionado:

Perfil Estructural "C"



NORMAS DE FABRICACIÓN: IRAM - IAS - U600 - 205 - 3 (Para vivienda industrializada, paneles, cabriadas, entrepisos)								
Medidas	Sección cm ²	Peso mts	Valores Estáticos Relativos a los ejes XX-YY					
			Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	Wx cm ³	Xy cm ³	ix cm	iy cm
60x40x15x1.60	2.42	1.99	14.35	5.79	4.78	2.45	2.42	1.54
60x40x15x2.00	3.14	2.46	17.94	7.23	5.98	3.06	2.39	1.52
80x40x15x1.60	2.87	2.25	29.03	6.73	7.26	2.66	3.18	1.53
80x40x15x2.00	3.54	2.78	35.25	8.07	8.81	3.18	3.16	1.51
80x40x15x2.50	4.34	3.41	42.45	9.56	10.61	3.76	3.13	1.48
80x50x15x1.60	3.19	2.51	33.95	11.46	8.49	3.69	3.26	1.89
80x50x15x2.00	3.94	3.09	41.03	13.82	10.33	4.44	3.24	1.87
80x50x15x2.50	4.86	3.86	51.23	18.82	12.81	6.28	3.17	1.91
100x50x15x1.60	3.51	2.76	56.71	12.41	11.34	3.79	4.02	1.88
100x50x15x2.00	4.34	3.41	69.23	14.98	13.85	4.57	4.01	1.86
100x50x15x2.50	5.34	4.19	83.99	17.91	16.81	5.46	3.97	1.83
100x50x15x3.20	6.69	5.25	103.01	21.47	20.61	6.54	3.93	1.79
120x50x15x1.60	3.83	3.01	86.48	13.21	14.41	3.87	4.75	1.86
120x50x15x2.00	4.74	3.72	105.81	15.95	17.63	4.67	4.73	1.83
120x50x15x2.50	5.98	4.75	131.22	21.56	22.12	6.36	4.66	1.86
120x50x15x3.20	7.62	5.92	164.17	25.99	27.31	7.92	4.62	1.84
140x60x20x1.60	4.63	3.64	143.65	24.14	20.52	6.02	5.57	2.28
140x60x20x2.00	5.74	4.51	178.41	29.35	25.21	7.32	5.55	2.26
140x60x20x2.50	7.09	5.56	215.62	35.41	30.81	8.82	5.52	2.23
140x60x20x3.20	8.93	7.01	267.31	43.08	38.19	10.72	5.47	2.21
160x60x20x2.00	6.14	4.82	240.95	30.68	30.12	7.42	6.27	2.24
160x60x20x2.50	7.59	5.96	294.93	37.03	36.87	8.95	6.23	2.21
160x60x20x3.20	9.57	7.51	368.41	45.06	45.81	10.89	6.19	2.17

Cuadro 3. Tabla de selección de perfiles "C"

7.1.3 PATAS

Al realizar los primeros croquis de las patas del torno se buscó atender a los aspectos de ergonomía analizados en el capítulo 5.3, con los cuales se logró obtener un diseño que permite al operario trabajar en una altura adecuada en función de su propia altura y de la tarea que se encuentre realizando, minimizando así riesgos de lesiones.

Debido a esto, el diseño de las patas se realizó en dos partes: las superiores y las inferiores. Ambas partes cuentan con un sistema de anclaje en tres alturas diferentes, que buscan respetar las alturas promedio recomendadas.

Siguiendo la línea de producción propuesta para la estructura de la bancada, se optó por fabricar la parte superior e inferior de las patas mediante un proceso de corte y plegado de chapas de acero.

Al mismo tiempo en la base inferior se soldará una tuerca que permita, mediante 4 varillas roscadas con suela, nivelar de forma precisa la máquina para reducir vibraciones.

7.1.4 CABEZAL

Para establecer un diseño de cabezal que permita solventar todos los requerimientos que tiene esta pieza, se tuvieron en cuenta dos posibilidades. Es decir, se analizó la posibilidad de que el cabezal sea fijo o móvil.

Fijo: la estructura final del cabezal queda unida a la bancada por medio de soldadura de arco eléctrico, brindando gran estabilidad para soportar los esfuerzos que recibirán el eje y los rodamientos.

Móvil: se acopla al diseño el sistema de sujeción previamente mostrado con el fin de obtener mayores prestaciones al poder desplazar el mismo fuera de la bancada reduciendo la limitación del diámetro máximo de volteo.

Debido a que las prestaciones de la segunda opción no presentan grandes inconvenientes económicos ni dificultad de fabricación, y a su vez, amplía el rango de operaciones, se optó por esta opción.

Realizado en aleación de acero cortado, perforado y soldado, el diseño final posee gran estabilidad, facilidad para acoplar y desacoplar el sistema de sujeción y una tapa rebatible

que permite verificar el estado de la correa y realizar de manera rápida y sencilla el cambio de velocidades a través de las poleas.

7.1.5 PORTA HERRAMIENTAS

El Banjo como comúnmente se conoce al porta herramientas en los tornos para madera es en realidad un carro móvil, que se diseñó para ser capaz de ser orientado en diferentes ángulos con respecto al material, a diferentes distancias, y que permita trabajar en cualquier punto a lo largo de la bancada.

Si bien se lo denomina como porta herramientas, en realidad cumple la función de alojar diferentes soportes para las herramientas manuales que utilizará el operario, tales como gubias, cinceles y formones entre otras.

La naturaleza de esta pieza fue la determinante para establecer el diseño final del sistema de sujeción, que luego se replicó al resto de las piezas, el cual cuenta con una base circular que permita orientarlo en cualquier dirección de trabajo.

A diferencia de los sistemas de sujeción del cabezal y la contra punta, en este caso la camisa del eje excéntrico posee una longitud mucho menor que la del cuerpo del Banjo para permitirle el desplazamiento longitudinal ofreciendo versatilidad a la hora de trabajar diferentes diámetros y/o posiciones en el material.

7.1.6 CONTRA PUNTA

Por último, se definió el sistema de contra punta, que sirve como soporte cuando se requiere un trabajo en materiales que posea una longitud considerable y que por este motivo trabajarlos en voladizo represente un riesgo

En el análisis de la oferta de mercado realizado, fue posible observar que su construcción puede variar, pero por lo general respeta ciertos esquemas de diseño:

El cuerpo: que se encuentra solidario al sistema de sujeción, en contacto con la bancada del torno que guía todo el sistema sobre el mismo,

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

La cabeza: donde se introducen y sujetan las contra puntas a utilizar, debe tener un sistema que permita intercambiar de manera sencilla las herramientas a utilizar, diferentes puntas, mandriles, etc.

Sistema de acople/desacople: este último debe facilitar la tarea del cambio de elementos a utilizar en la contrapunta,

8. CONFECCIÓN DE PLANOS Y MODELADO 3D

Una vez definidas todas las dimensiones de cada uno de los elementos del torno, se procedió a realizar los esquemas y planos necesarios para su futura fabricación y/o revisión.

Se utilizó para esto el Software de diseño CAD 3D, que posee un asistente para simular trabajos en chapa metálica, debido a que los procesos de fabricación de las piezas son: mecanizado, plegado y soldado.

En primer lugar, se realizaron cada una de las piezas que intervienen en la fabricación del torno.

Luego se dividió el torno en subsistemas, bancada y patas, cabezal, banjo, contra punta y sistemas de sujeción; para posteriormente realizar un ensamblaje total de las piezas.

Se extrajeron planos de cada una de las piezas diseñadas y croquis representativos de los ensamblajes.

En este punto cabe destacar que se realizan solamente los planos según normas ISO necesarios para la fabricación de piezas y vistas esquemáticas de los componentes constitutivos.

Los planos y diseños 3D obtenidos serán de utilidad a la hora de fabricar las piezas que se consideren necesarias, mediante diferentes métodos de fabricación.

8.1 MÉTODOS DE FABRICACIÓN

En la presente sección se ofrece un resumen de las diferentes operaciones necesarias para la fabricación, construcción y armado de los componentes y finalmente de la máquina herramienta diseñada.

Como ya se introdujo en capítulos anteriores, al realizar el torno en cuestión se deben realizar operaciones de plegado de láminas metálicas, perforados y taladrados, cortes, soldadura por arco eléctrico; además de asumir diferentes criterios respecto a la construcción, su estabilidad y seguridad.

- Plegado de láminas metálicas:

Esta operación se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto, durante la operación el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira, realización una deformación plástica, es decir que, el doblado del material resulta permanente, pero produciendo cambios imperceptibles en el espesor de la lámina metálica.

- Soldadura por arco eléctrico:

La técnica de soldadura por Arco eléctrico consiste en la fusión de un metal a temperatura elevada por empleo de un diferencial de potencial y valor de intensidad de corriente eléctrica determinado. Por medio de esta diferencia de potencial el aire se ioniza y los electrones son transportados a través de los electrodos y la pieza a soldar. El calor generado (4000°C), funde tanto el material base y el material de aporte el cual se deposita y crea el denominado *cordón de soldadura*. Los electrodos son conocidos también como “*material de Aporte*” se encuentran revestidos de una sustancia no metálica

- Perforados y taladrados:

El taladrado es uno de los procesos para llevar a cabo el mecanizado. El mecanizado es una forma de trabajar el material y conseguir las piezas necesarias. La principal característica del mecanizado es que, durante el proceso del conformado de piezas, se elimina parte del material del que se dispone. Se produce el denominado arranque de virutas o de partículas.

El taladrado es un proceso de mecanizado que consiste en hacer un corte en el material haciendo girar una broca. La broca arranca virutas del material y realiza un orificio. Dicho orificio tendrá las características que deseemos: forma, diámetro, etc.

- Cortes:

Las herramientas de corte mecánicas usan fuerza física o abrasiva, a menudo aplicada manualmente, logrando así mediante la remoción de material en forma de viruta o esquirlas el seccionamiento del material de la manera deseada. Esto incluiría herramientas como sierras para metales, cizallas, cinceles o rectificadoras.

9. DATOS TÉCNICOS DEL TORNO DISEÑADO

A continuación, se presenta un resumen de las especificaciones técnicas en lo que respecta a aspectos generales del torno y a los elementos y materiales seleccionados.

– Especificaciones generales del torno:

- Distancia entre puntas: 1000 mm
- Diámetro de volteo: 350 mm sobre bancada
- Altura regulable: 670/745/800/875 mm + 50 mm (regulación fina)
- Potencia: 1HP
- Velocidad: 0 – 3000 rpm
- Voltaje: 220/380 V
- Peso: 95 kg

– Motor:

- Marca: WEG
- Frecuencia / Ciclos: 50 Hz
- Trifásico
- Asíncrono
- Potencia: 1 HP
- Número de polos: 4
- Velocidad: 1500 rpm
- Grado de Protección: IP55

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

– Variador de frecuencia:

- Marca: WEG
- Modelo: CFW300A04P2S2NB20
- Potencia máxima: 1 ½ HP.
- Corriente nominal de salida: 4,2 A.
- Tensión de alimentación: 200-240 Vca monofásica.
- Salida: 230 V trifásica.
- Grado de Protección: IP20
- Revestimiento de circuitos: Clase 3C2

– Transmisión:

- Configuración: Cono Polea - Correa
- Marca de banda: Habasit
- Tipo de banda: Plana de una cara A-2
- Ancho de banda: 22 mm
- Longitud efectiva: 747 mm
- Diámetro polea motriz: 60/150 mm
- Diámetro polea accionada: 150/60 mm
- Distancia entre centros: 198 mm

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

– Rodamientos:

- Marca: SKF
- Tipo: Rodamiento de bolas de contacto angular
- Modelo: 7308BECBP
- Diámetro interior: 40 mm
- Diámetro exterior: 90 mm
- C (carga dinámica): 50 kN
- C₀ (carga estática): 32,5 kN
- P_u (límite de fatiga): 1,37 kN
- Velocidad límite: 9500 rpm

– Protecciones eléctricas:

- Interruptor Termomagnético: 2x16 A – 3 kA
- Interruptor Diferencial: 2x20 A – 30 mA
- Pulsador de Marcha: NO para ambientes nocivos
- Pulsador de Parada: NC para ambientes nocivos
- Parada de Emergencia: NC para ambientes nocivos
- Potenciómetro: Lineal 100 kΩ
- Cable de alimentación: 3x2,5 mm² – IRAM 2178/1
- Cable de comando: Multipar simple – PLTC – UL 13

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

- Materiales de construcción:
 - Aleación de acero SAE 1527
 - Resistencia a la tracción: 590 – 630 MPa
 - Limite elástico: 290 – 345 MPa
 - Dureza: 223 HB.
 - Aleación de acero SAE 3115
 - Resistencia a la tracción: 470 – 600 MPa;
 - Limite elástico: 340 – 370 MPa;
 - Dureza: 143 – 174 HB.

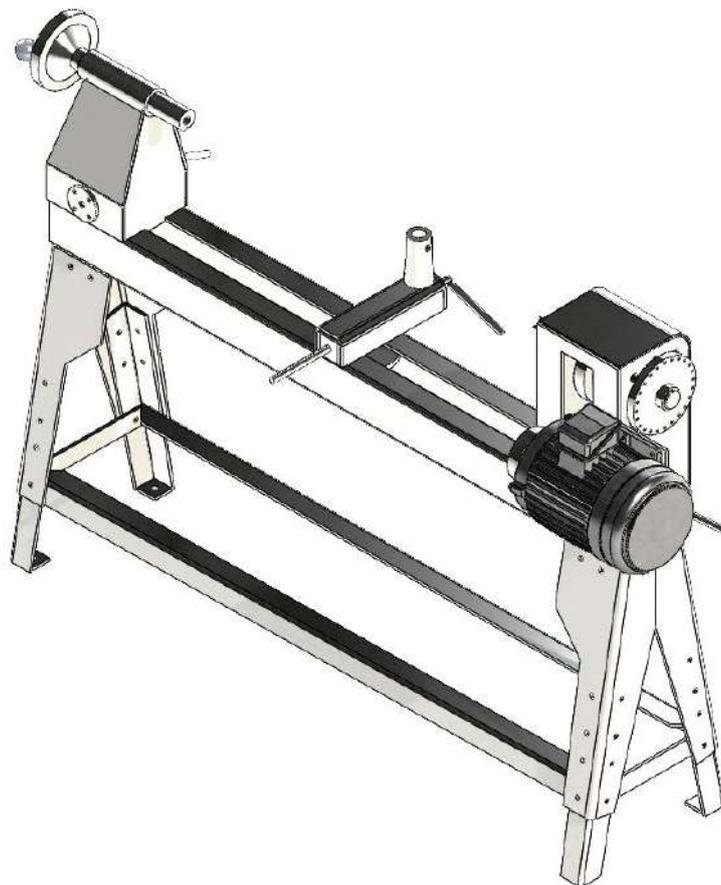


Figura 15. Esquema representativo del diseño final

10. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

Teniendo en cuenta los elementos y componentes mencionados en los capítulos anteriores, los cuales integran y dan funcionalidad al torno, se procede a realizar un análisis de los esfuerzos a los cuales se encontrarán sometidos dichos componentes con el fin de realizar de manera empírica los cálculos necesarios para la selección de los elementos que deben soportar estos esfuerzos. Cabe destacar, además, que los valores utilizados no se corresponden con la realidad ya que no es posible contar con un modelo para realizar ensayos, en su lugar se idealizaron escenarios con valores sobredimensionados que permitan realizar una primera aproximación en el proceso de diseño que se llevará a cabo, a su vez muchos de los cálculos se realizaron por medio de softwares de selección que proporcionan de manera gratuita diferentes fabricantes, los cuales ofrecían, también, datos empíricos alejados de la realidad pero que sirvieron de la misma forma.

10.1 SELECCIÓN DE MATERIALES DE FABRICACIÓN

Al realizar un estudio sobre los diferentes materiales de construcción utilizados usualmente en el diseño de tornos para madera, es posible observar que se emplean materiales muy variados, dependiendo de la finalidad del mismo y de la calidad constructiva que se quiera lograr.

En este sentido, y retomando el estudio de mercado realizado en el capítulo 4, podemos ver que los materiales utilizados son: chapa plegada, diferentes aleaciones de acero, fundiciones y, hasta incluso, podemos encontrar algunos diseños rudimentarios que utilizan madera como material de construcción.

Como resultado, se seleccionó para la construcción de la estructura de la máquina herramienta una **aleación de acero SAE 1527** debido a sus prestaciones mecánicas:

- Resistencia a la tracción: 590 – 630 MPa;
- Limite elástico: 290 – 345 MPa;
- Dureza: 223 HB.

Siendo un acero con condiciones aptas para la fabricación del cuerpo de los diferentes elementos.

Por otro lado, se seleccionó una **aleación de acero SAE 3115** para la fabricación del husillo ya que posee propiedades mecánicas mejores para este fin:

- Resistencia a la tracción: 470 – 600 MPa;
- Limite elástico: 340 – 370 MPa;
- Dureza: 143 – 174 HB.

10.2 SELECCIÓN DE MOTOR

El motor, por su parte, es el encargado de suministrar toda la potencia de giro que se utilizará en la máquina. Por tal motivo, la potencia requerida será el parámetro a utilizar para encontrar la fuente motriz más eficiente tanto en su funcionalidad, como en costos.

Lo primero que debe tenerse en cuenta al contemplar la potencia requerida por la máquina, es la velocidad de corte necesaria. Las velocidades y avances correctos son importantes según el tipo de material que se esté trabajando, el tipo de herramienta que se utilice y la operación de torneado que se esté realizando.

En el manual “*Conviértase en un tornero*” de Rosario Capotosto se recomienda utilizar las velocidades más lentas para cortes preliminares en burdo y piezas de diámetro grande, mientras que las velocidades más altas se recomiendan para piezas de diámetro menor y en operaciones de acabado. A continuación, se muestra una tabla de velocidades recomendadas según el autor.

Velocidades del torno para torneear madera			
Diámetro de trabajo	Cortes burdos rpm	Cortes generales rpm	Acabado rpm
Menos de 2"	900 a 1,300	2,400 a 2,800	3,000 a 4,000
2 a 4"	600 a 1,000	1,800 a 2,400	2,400 a 3,000
4 a 6"	600 a 800	1,200 a 1,800	1,800 a 2,400
6 a 8"	400 a 600	800 a 1,200	1,200 a 1,800
8 a 10"	300 a 400	600 a 800	900 a 1,200
Sobre 10"	200 a 300	300 a 600	600 a 900

Ajuste la velocidad del torno según el diámetro de la pieza.
Use baja velocidad para curvas grandes

Figura 16. Velocidades recomendadas para torneear madera

A mayores revoluciones por minuto puede aprovecharse mejor la estructura fibrosa de la madera ya que lo que se hace es cortarlas, no rasparlas, debido a que, a diferencia de metales o plásticos, la madera no es un material homogéneo.

Como se ha mencionado, la madera está formada por múltiples fibras que, cuando pasan por el filo de la herramienta a baja velocidad, son difíciles de cortar y crean un calor excesivo, desafilando, a su vez, la herramienta de corte.

10.2.1 CÁLCULO DE VELOCIDADES DE CORTE

Con las velocidades recomendadas en la Figura 14, se procede a calcular las velocidades de corte para cortes burdos, cortes generales y acabados para los casos planteados durante el análisis de parámetros definidos para el prototipo, los cuales van desde 350 rpm a 2600 rpm.

Para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000}$$

Ecuación 1: Velocidad de corte

Donde:

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

V_c : velocidad de corte [m/min]

n : Número de revoluciones por minuto del husillo [rpm]

D : Diámetro de polea de husillo [mm]

Llegado aquí, deben definirse los diámetros de polea del husillo. Para ello, se contempló la utilización de poleas escalonadas de tres velocidades. De esta manera, y de acuerdo a lo disponible en el mercado, se obtienen tres diámetros de poleas diferentes.

dp_1 : 55 [mm]

dp_2 : 80 [mm]

dp_3 : 110 [mm]

Por lo tanto, se obtienen las siguientes velocidades de corte:

- Para 350 rpm

$$V_c = \frac{\pi * 350rpm * 55[mm]}{1000} = 60,47 \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V_c = \frac{\pi * 350rpm * 80[mm]}{1000} = 87,96 \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V_c = \frac{\pi * 350rpm * 110[mm]}{1000} = 120,95 \left[\frac{m}{min} \right]$$

- Para 2600 rpm

$$V_c = \frac{\pi * 2600rpm * 55[mm]}{1000} = 449,24 \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V_c = \frac{\pi * 2600rpm * 80[mm]}{1000} = 653,45 \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V_c = \frac{\pi * 2600rpm * 110[mm]}{1000} = 898,49 \left[\frac{m}{min} \right]$$

10.2.2 CÁLCULO DE POTENCIA REQUERIDA

Para definir la potencia requerida, primero debe hallarse la potencia de cálculo. Esta potencia se calcula como:

$$W_{cal} = F * V_c$$

Ecuación 2: Potencia ideal de cálculo

Donde:

W_{cal} : potencia de cálculo [HP]

F : Fuerza necesaria [kgf]

V_c : velocidad lineal tangencial en cada cono polea [m/s]

La fuerza necesaria puede calcularse como:

$$F = \tau * A$$

Ecuación 3: Fuerza de corte necesaria

Donde:

τ : resistencia al corte [kg/cm²]

A : sección transversal de corte de la viruta [mm²]

Debido a que la madera no es homogénea, ya que sus fibras se orientan con el eje longitudinal, presenta distintas resistencias al corte. Se obtiene, así, una mínima resistencia cuando las fibras están paralelas al sentido de corte, y una resistencia máxima de 3 a 4 veces mayor cuando están orientadas perpendicularmente.

En probetas sometidas a corte paralelo, se tiene una variación entre 25 y 200 [kg/cm²] en promedio. Es decir que, si tomamos la máxima resistencia en paralelo se tiene 200 [kg/cm²], por lo que en corte perpendicular se tiene 4 veces más.

Por otro lado, la sección transversal de la viruta representa la mayor profundidad de corte, y el mayor espesor que se pueda lograr. Puede calcularse como:

$$A = t * d_1$$

Ecuación 4: Sección transversal de corte

Donde:

t : *espesor de viruta* [mm]

d_1 : *profundidad de corte* [mm]

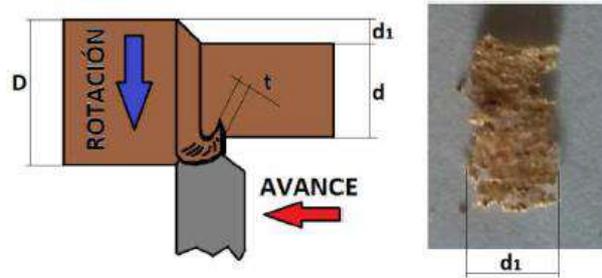


Figura 17. Sección transversal de la viruta

El espesor de la viruta y la profundidad de corte van a depender del tipo de herramienta que se utilice y de la operación que se esté realizando.

Si se define, por ejemplo, una herramienta que remueve 0,25 mm de espesor de viruta y un ancho de corte de 20 mm, se tiene una sección de viruta de:

$$A = 20 [mm] * 0,25 [mm] = 5 [mm^2] = 0,05 [cm^2]$$

Ahora, sabiendo que la resistencia máxima de 3 a 4 veces mayor 200 [kg/cm²] cuando las fibras están orientadas perpendicularmente, se obtiene una fuerza de corte de:

$$F = \left(4 * 200 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \right) * 0,05 [cm^2] = 40 [kg]$$

Con esta fuerza obtenida y las diferentes velocidades de cortes para los diámetros de poleas, se obtiene la potencia ideal (ecuación 2) con la que el motor eléctrico debe contar.

- Polea diámetro 55 mm:

$$W_{55} = 40 [kg] * (60,47 a 449,24) \left[\frac{m}{min} \right] = (40,31 a 299,49) [W]$$

$$W_{55} = (0,05 a 0,40) [HP]$$

- Polea diámetro 80 mm:

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

$$W_{80} = 40 [kg] * (87,96 \text{ a } 653,45) \left[\frac{m}{min} \right] = (58,64 \text{ a } 435,63) [W]$$

$$W_{80} = (0,078 \text{ a } 0,58) [HP]$$

- Polea diámetro 110 mm:

$$W_{110} = 40 [kg] * (120,95 \text{ a } 898,49) \left[\frac{m}{min} \right] = (80,63 \text{ a } 598,99) [W]$$

$$W_{110} = (0,10 \text{ a } 0,80) [HP]$$

Por último, se determinó que la potencia requerida utilizando la máxima potencia calculada y un factor de seguridad que contemple un sobredimensionamiento debido al envejecimiento, sobrecargas, fallas, entre otras. Es decir:

$$W = n * W_{cal \text{ max}}$$

Ecuación 5: Potencia requerida

Donde:

W : potencia requerida [HP]

n : factor de seguridad

Dicho factor de seguridad debe estar evaluado entre 1 y 1.5 aproximadamente, para no sobredimensionar demasiado y elevar los costos. Por lo tanto, se toma un coeficiente n de 1.2, de forma de equilibrar el rendimiento con el costo.

$$W = 1,2 * 0,8 [HP] = 0,963 [HP]$$

Por lo tanto, se requiere de un motor de 1 HP de potencia.

Debe considerarse que se utilizará un variador de frecuencia, por lo que se requerirá de un motor trifásico, ya que la salida del variador es trifásica.

Con esta potencia requerida y el manual de motores WEG se selecciona un **motor trifásico WEG de 1 HP 4P 220/380V 50 Hz 1500 rpm.**



Figura 18. Motor trifásico WEG 1HP 1500 rpm.

Dicho motor cuenta con una carcasa de chapa, y está destinado a uso general, desarrollado para atender a las más variadas aplicaciones con desempeño y ahorro máximos.

– Resumen de las características técnicas:

- Marca: WEG
- Frecuencia / Ciclos: 50 Hz
- Trifásico
- Asincrónico
- Eficiencia estándar IE1
- Potencia: 1 HP
- Número de Polos: IV polos
- Velocidad: 1500 RPM
- Carcasa: 80
- Grado de Protección: IP55
- Forma constructiva: B3 (pata)
- Aislación clase “F”
- Régimen de servicio: S1

– Dimensiones del motor:

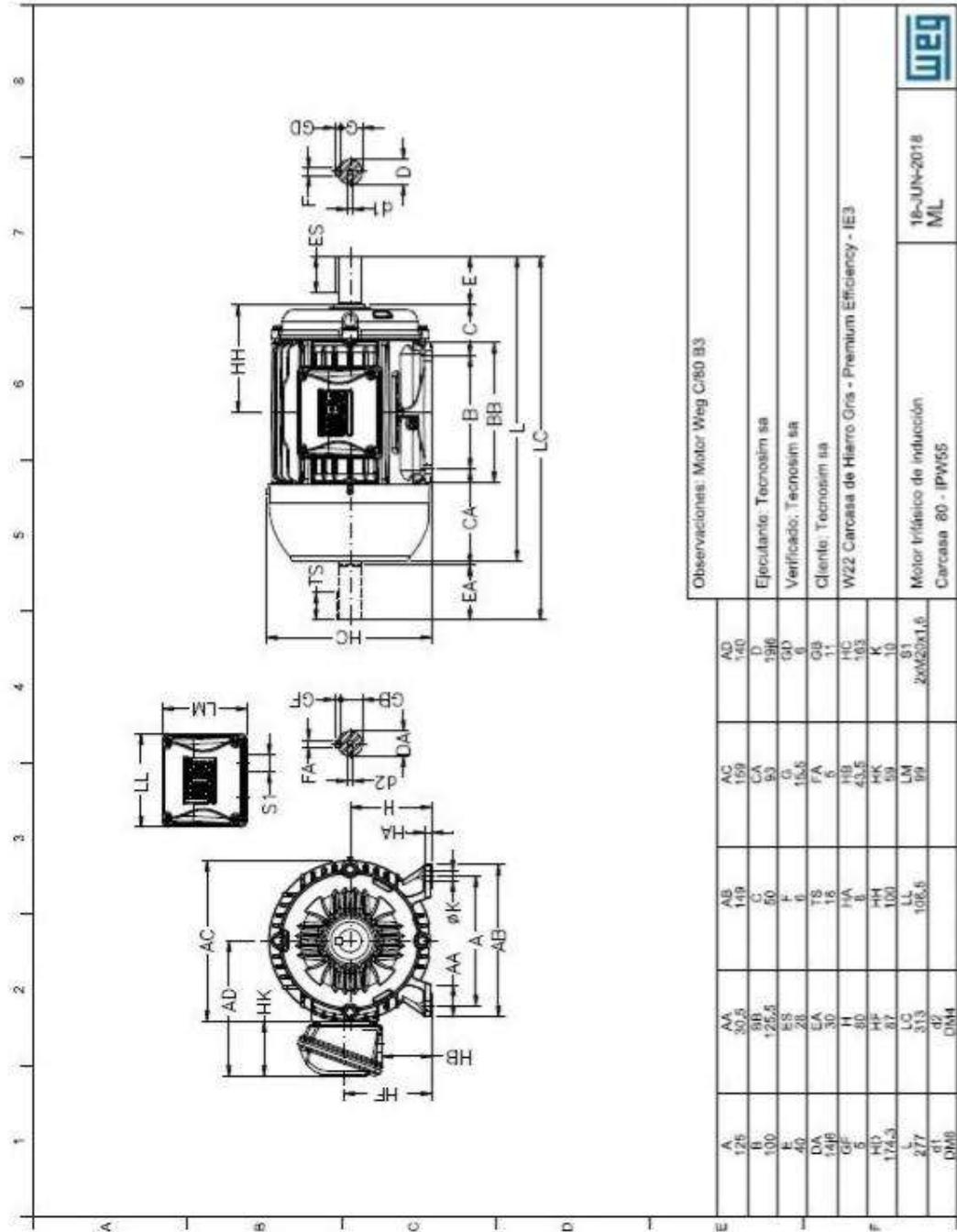


Figura 19. Dimensiones del motor

10.3 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Luego de seleccionar el motor se optó por incluir en el diseño un variador de frecuencias con el fin de regular la velocidad de manera precisa, ya que esto permite optimizar el corte realizado teniendo en cuenta que la calidad y la dureza de los materiales pueden variar notablemente.

Este hecho, sumado a que durante la realización de diferentes operaciones como cortes, taladrados, lijados y pulidos se utilizan distintas velocidades, es claro ver que es necesario ampliar la gama de velocidades de trabajo en un torno para madera.

La utilización de convertidores estáticos de frecuencia actualmente comprende el método más eficiente para controlar la velocidad de los motores de inducción.

Los convertidores transforman la tensión de la red, de amplitud y frecuencia constantes, en una tensión de amplitud y frecuencia variables.

Con la variación de la frecuencia de la tensión de alimentación, se varía también la velocidad del campo girante y consecuentemente la velocidad mecánica de rotación de la máquina.

Para seleccionar un variador de frecuencia es necesario conocer la potencia del motor trifásico a alimentar. Por los cálculos realizados en el punto anterior sabemos que dicha potencia es de 1hp. Además, se seleccionó un motor WEG, por lo que se continuará con dicha línea debido a su practicidad, bajo costo y buena funcionalidad.

Convertidor de frecuencia CFW300				Máximo motor aplicable ⁽¹⁾								
Referencia	Tensión de alimentación (V)		Tamaño	Corriente nominal de salida (A)	IEC		UL					
					Tensión de alimentación (V) 50 Hz	kW	Tensión de alimentación (V) 60 Hz	HP	Tensión de alimentación (V) 60 Hz	HP		
CFW300A01P6S1NB20	Monofásica	110-127 V ca	A	1,6	230	0,25	220	0,33	230	0,33		
CFW300A02P6S1NB20				2,6						0,55	0,75	0,5
CFW300A04P2S1NB20				4,2						1,1	1,5	1,0
CFW300A06P0S1NB20				6,0						1,5	2,0	1,5
CFW300A01P6S2NB20				1,6						0,25	0,33	0,33
CFW300A02P6S2NB20	Monofásica	200-240 V ca	A	2,6	230	0,55	220	0,75	230	0,5		
CFW300A04P2S2NB20				4,2						1,1	1,5	1,0
CFW300A06P0S2NB20				6,0						1,5	2,0	1,5
CFW300A07P3S2NB20				7,3						1,5	2,0	2,0
CFW300B10P0B2DB20				B						10	2,2	3,0

Cuadro 4. Tabla de selección de Variadores de Frecuencia

De la tabla anterior, debido a las prestaciones necesarias y teniendo en cuenta no forzar la potencia del mismo, se selecciona un variador de frecuencia marca WEG, modelo CFW300A04P2S2NB20.



Figura 20. Variador de frecuencia serie CFW300.

- Resumen de características técnicas:
 - Potencia máxima: 1 ½ HP.
 - Corriente nominal de salida: 4,2 A.
 - Tensión de alimentación: 200-240 Vca monofásica.
 - Salida: 230 V trifásica.
 - Enlace CC: 200-240 V CC.
 - Control: vectorial (VVW), Escalar (V/F) y Cuadrático (V/F).
 - Interfaz de operación (IHM) con display led incorporado.
 - Entradas digitales configurables: 4 (PNP o NPN).
 - Entrada analógica: 1 (0 – 10Vcc / 4 – 20 mA).
 - Montaje en superficie (con accesorio PLMP) o riel DIN.
 - Grado de protección: IP20.

- Revestimiento de circuitos internos: clase 3C2 (para ambientes agresivos)
- Ventilador externo removible con gestión térmica inteligente.
- Diagnósticos de alarmas o fallas.
- Protección electrónica de sobrecarga del motor.
- Softwares de programación gratuitos WPS y WLP.

– Dimensiones:

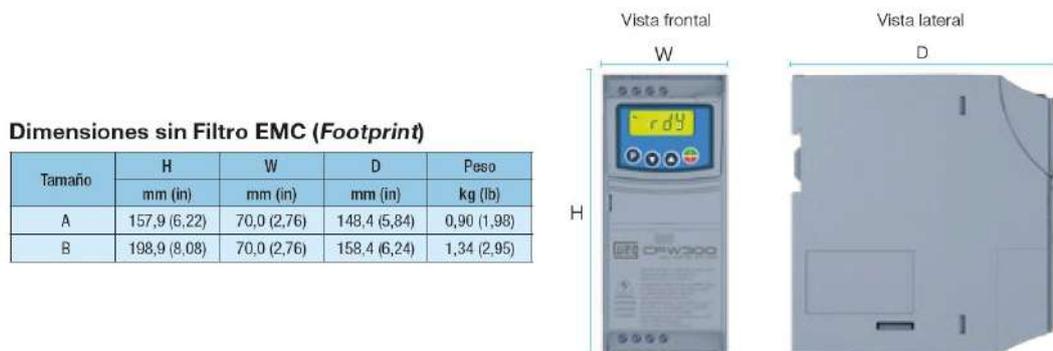


Figura 21. Dimensiones del variador de frecuencia

10.4 SELECCIÓN TRANSMISIÓN POR MEDIO DE CORREA Y POLEA

La transmisión entre el eje del motor y el husillo del torno será mediante poleas y correas, con dos velocidades sumando también un variador de frecuencia que permita regular de manera fina la velocidad.

De esta forma se obtendrá mayor versatilidad de trabajo y tendremos gracias al uso de correas las siguientes ventajas:

- Funcionan de manera limpia, suave y silenciosa, con lo cual brinda un mejor ambiente de trabajo para el operario.
- Puede actuar como fusible mecánico, previniendo ante cualquier falla o atascamiento que corra riesgo la salud y/o la integridad tanto del operario como de la máquina.
- Junto con el variador de frecuencias se aumentará la densidad de potencia transmitida.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Se utilizó entonces el catálogo de correas Habasit para realizar la selección de una correa óptima.

En primer lugar, se estableció el tipo de correa a utilizar mediante el siguiente gráfico, teniendo en cuenta que la correa trabajará con temperaturas menores a 70°, será sometida a cargas de impacto y no requerirá alta precisión en las rpm ni transmitir potencia por ambas caras.

Con lo cual la correa a utilizar es de un tipo A-X.

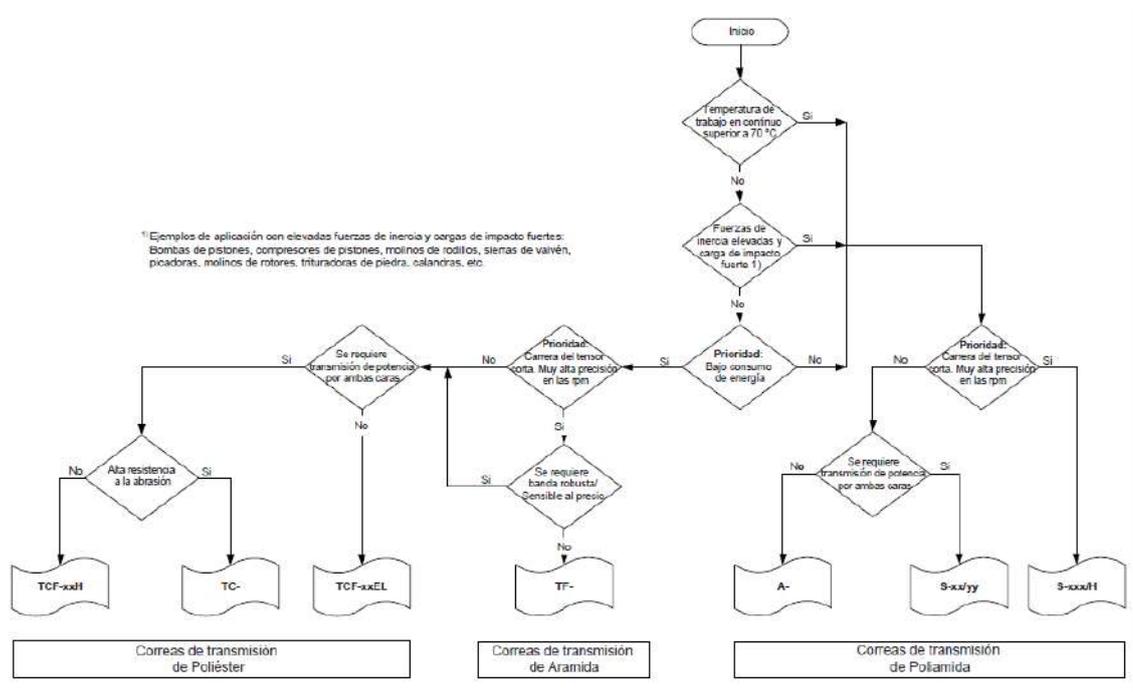


Figura 22. Diagrama de selección de tipos de correas HABASIT.

Los datos necesarios para realizar los cálculos serán:

- Potencia motriz.
- Revoluciones de la polea motriz y accionada.
- Diámetros de la polea motriz y accionada.
- Distancia entre centros.

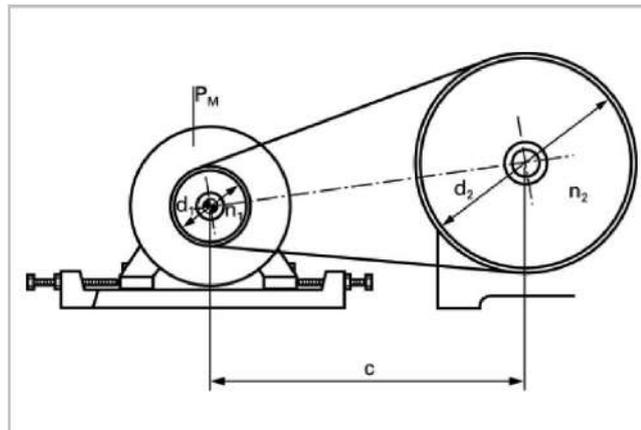


Figura 23. Datos de selección de correa HABASIT.

- La primera combinación de poleas tenemos:
 - $P_m = 1\text{HP} - 0,746\text{ kW}$ (Potencia Motriz)
 - $n_1 = 1450\text{ rpm}$ (Revoluciones de polea motriz)
 - $n_2 = 600\text{ rpm}$ (Revoluciones de polea accionada)
 - $d_1 = 60\text{ mm}$ (Diámetro de polea motriz)
 - $d_2 = 150\text{ mm}$ (Diámetro de polea accionada)
 - $c = 198\text{ mm}$ (Distancia entre centros)

- La segunda combinación de poleas tenemos:
 - $P_m = 1\text{HP} - 0,746\text{ kW}$ (Potencia Motriz)
 - $n_1 = 1450\text{ rpm}$ (Revoluciones de polea motriz)
 - $n_2 = 3500\text{ rpm}$ (Revoluciones de polea accionada)
 - $d_1 = 150\text{ mm}$ (Diámetro de polea motriz)
 - $d_2 = 60\text{ mm}$ (Diámetro de polea accionada)
 - $c = 198\text{ mm}$ (Distancia entre centros)

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Una vez definidas las dimensiones, a partir del diseño realizado, se utilizó el software de selección de correas brindado por HABASIT.

Entonces, se obtiene para la primera configuración de cono-polea:

- Tipo de banda = A-2
- Ancho de banda = 20,1 mm
- Longitud efectiva = 747 mm
- Carrera del tensor requerida = 8 mm
- Cargas dinámicas máximas = 590 N
- Cargas estáticas máximas = 588 N

Y para la segunda:

- Tipo de banda = A-2
- Ancho de banda = 8,4 mm
- Longitud efectiva = 747 mm
- Carrera del tensor requerida = 8 mm
- Cargas dinámicas máximas = 244 N
- Cargas estáticas máximas = 248 N

En conclusión, seleccionaremos una correa Habasit A-2 de 747 mm de longitud efectiva, con 22 mm de ancho. Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

La incorporación del variador sumado a las dos velocidades ofrecidas por las poleas de los ejes permitirá al operario trabajar en cualquier rango de velocidades desde 120 a 3000 rpm, permitiéndole de esta manera realizar cualquier tipo de trabajo que requiera sin limitaciones.

10.5 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Luego de realizar la selección de correas y, por ende, obteniendo así el valor de las cargas sobre los ejes, se procederá a calcular los rodamientos necesarios.

Mediante el uso del Catálogo SKF de selección de rodamientos se determina el tipo de rodamientos óptimo.

Considerando que el eje se encuentra sometido mayormente a cargas axiales y, además, soporta cargas radiales en un solo sentido, dependiendo del tipo de operación realizada, de la tabla suministrada por el catálogo podemos concluir que los rodamientos de una hilera de bola de contacto angular son los más adecuados.

Las figuras siguientes muestran un resumen de la postura adoptada, siendo el tipo de rodamiento N° 4 el seleccionado.

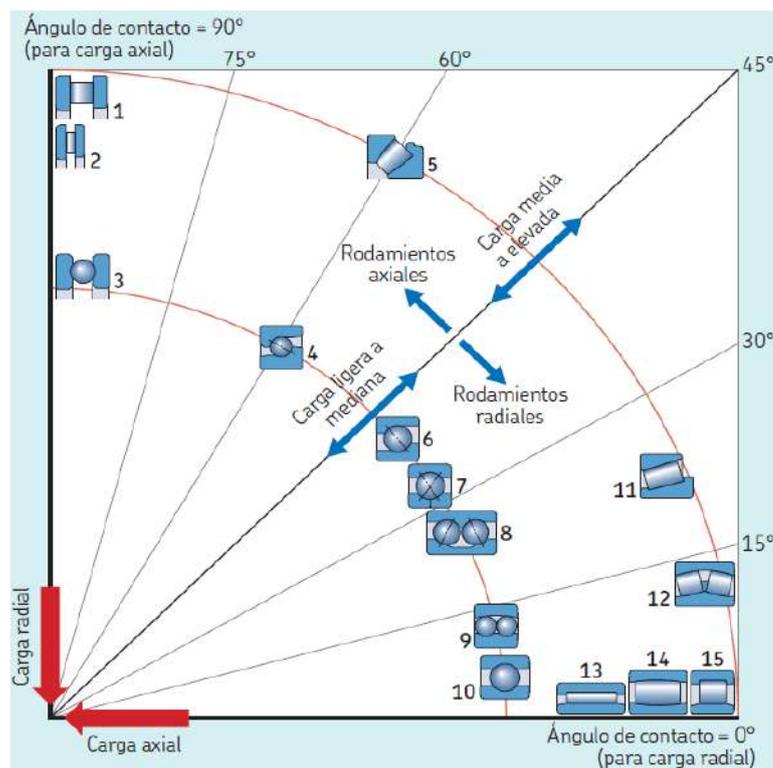


Figura 24. Gráfico para selección de tipo de rodamiento SKF.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

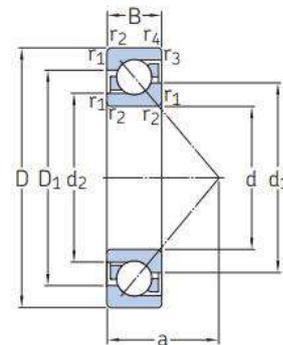
Tipo de rodamiento	Simbología	Capacidad de carga			Desalineación	
		Carga radial	Carga axial	Carga de momento	Desalineación estática	Desalineación dinámica (unas décimas de grado)
Rodamientos rígidos de bolas		+	++↔	A-, B+	-	--
Rodamientos de inserción		+	++↔	--	++	--
Rodamientos de una hilera de bolas de contacto angular		+1)	++←	--	-	--
apareados de una hilera		A, B ++ C ++1)	A, B ++↔ C ++←	A++, B+ C--	A, C-- B-	--
de dos hileras		++	++↔	++	--	--
con cuatro puntos de contacto		+1)	++↔	--	--	--
Rodamientos de bolas a rótula		+	-	--	+++	+2)

Cuadro 5. Tabla selección de rodamiento de bolas con contacto angular SKF.

Mediante el uso del software de selección de SKF se llegó al siguiente resultado:

Rodamiento de bolas de contacto angular = 7308 BECBP

- Carga mínima radial/axial = 0,205 kN
- Relación de viscosidad $k = 1,34$
- Vida Útil = 65000 h
- Dimensiones:
 - $d = 40$ mm
 - $D = 90$ mm
 - $B = 23$ mm
 - C (carga dinámica) = 50 kN
 - C_0 (carga estática) = 32,5 kN
 - P_u (límite de fatiga) = 1,37 kN
 - Velocidad limite = 9500 rpm



11. ANÁLISIS DE SITUACIONES LÍMITES

11.1 ESFUERZO DE CORTE LIMITE EN BULONES DE ANCLAJE

A la hora del ensamblaje fue necesario considerar las fuerzas presentes en el diseño final, de esta manera, considerando los esfuerzos estáticos y dinámicos previamente calculados y un análisis de masa de la estructura terminada en función del material a emplear y el modelado 3d.

Con los datos nombrados anteriormente es necesario realizar un estudio de esfuerzos en el cual interviene un análisis del estado plano de deformaciones en cada punto de interés y así establecer de manera certera los esfuerzos a los cuales se verán sometidos cada uno de los anclajes que intervengan en el armado. Queda pendiente este análisis debido a ser muy engorroso y con el fin de no extender el presente informe.

De esta manera se estableció un valor estimado de los esfuerzos aplicados en los anclajes principales de la estructura, a estos valores se le aplicó un coeficiente de seguridad y con el valor resultante se seleccionaron bulones, tuercas y pernos necesarios para realizar el ensamblaje final de la máquina.

El peso del torno es estimado por observaciones y comparaciones, y el peso del material a toronar se calculó en base a la densidad promedio de la madera, el diámetro máximo de volteo y la longitud máxima torneable.

– Esfuerzos presentes:

- Esfuerzos estáticos: 32,5 kN
- Esfuerzos dinámicos: 50 kN
- Masa del torno: 95 kg – 0,93 kN
- Masa estimada a toronar: 45 kg – 0,44 kN
- Inclinación de las patas: 10°

11.1.1 ESFUERZO DE CORTE

Para realizar dicho calculo, se considera una situación imaginaria que sería la más desfavorable, en la cual, no solo las masas del torno y de la madera apuntan hacia abajo, sino que también los esfuerzos estáticos y dinámicos apuntan en la misma dirección. En ese caso extremo, los bulones se ven sometido a un esfuerzo de corte que viene dado por la sumatoria de todas las fuerzas involucradas.

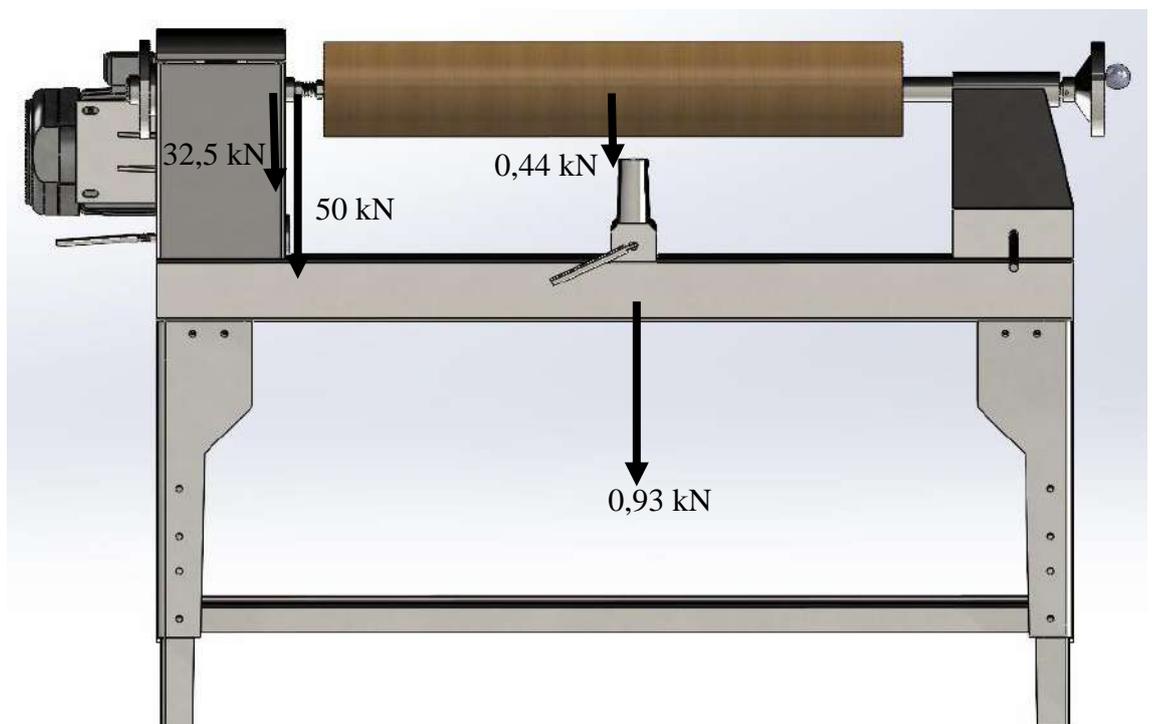


Figura 25. Representación de fuerzas involucradas

Como solo se analizarán los esfuerzos de corte presentes en los puntos de interés, ya que los momentos de torsión no tendrán mayor impacto en los mismos, se trasladan todos los esfuerzos de manera equitativa a cada punto, hecho que será posteriormente en caso de considerarse necesario compensado con un coeficiente de seguridad que represente todos los errores que se puedan cometer. Al mismo tiempo, se sabe que la orientación de las patas de la maquina no es perpendicular al piso, pero también se ve que los esfuerzos

predominantes son los ejercidos sobre el husillo y estos tampoco lo son, con lo cual el cálculo buscará resolver la situación en la cual dichos esfuerzos de encuentren alineado con una de las dos patas, soportando estas el esfuerzo completo. Situación que no es real pero que nos ayudará a establecer un esfuerzo limite en nuestro calculo.

El esfuerzo de corte en el plano de los bulones será:

$$E_e + E_d + P_t \cos(\theta) + P_m \cos(\theta) = E_T$$

Ecuación 6: Esfuerzos de corte

Donde:

- E_e : *esfuerzo estático*
- E_d : *esfuerzo dinámico*
- P_t : *peso de la estructura*
- P_m : *peso del material a torneear*
- E_T : *esfuerzo total*
- $\cos(\theta)$: *inclinación de las patas*

Analizando los datos expuestos previamente podemos concluir que el peso de la estructura y del material a torneear son despreciables ya que representan 1,66 % del esfuerzo total. Al mismo tiempo se establece un coeficiente de seguridad de 2 para mitigar las aproximaciones realizadas.

Con lo que tendremos:

$$2 * (E_e + E_d) = E'_T$$

Ecuación 7: Esfuerzos de corte 2

De la ecuación 7 tenemos entonces:

$$2 * (32,5 \text{ kN} + 50 \text{ kN}) = 165 \text{ kN}$$

Vamos a considerar ahora que por plano de esfuerzo tenemos 4 bulones de anclaje (mínimo por diseño) y analizar la selección de bulones comerciales para analizar si el resultado tiene viabilidad, de esta forma queda la siguiente ecuación:

$$4 * E_B = E'_T$$

Ecuación 8: Esfuerzos de corte en bulones

Donde:

- E_B : *esfuerzo por bulón*
- E'_T : *esfuerzo total calculado*

De la ecuación 8 tenemos:

$$E_B = 41,25 \text{ kN}$$

Del catálogo general para selección de tornillo FEMSAS, tenemos los siguientes datos para bulones de anclaje milimétricos grado 8.8:

- Diámetros comerciales: 6M/16M
- Dureza Rockwell: B22/B32
- Resistencia Máxima: $0,8 \text{ kN/mm}^2$

Calculamos, entonces, el diámetro mínimo para realizar la selección siendo:

$$R_c = \frac{E_B}{S_B}$$

Donde:

- R_c : *resistencia de corte*
- E_B : *esfuerzo en bulón*
- S_B : *superficie del bulón*
- r_B : *radio del bulón*

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Desarrollando podemos despejar

$$R_c = \frac{E_B}{\pi * r_B^2}$$

$$r_B^2 = \frac{E_B}{\pi * R_c}$$

$$r_B = \sqrt{\frac{E_B}{\pi * R_c}}$$

Ecuación 9: Radio mínimo del bulón de anclaje

De la ecuación 9 tenemos que:

$$r_B = \sqrt{\frac{41,25 \text{ kN}}{\pi * 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}}}$$

$$r_B = 4,53 \text{ mm}$$

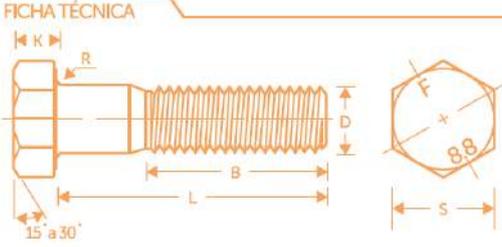
De donde tenemos que es diámetro mínimo será $d_B \geq 9,06 \text{ mm}$

Se seleccionaron bulones milimétricos M10 de paso grueso o normal según la siguiente tabla:

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

FICHA TÉCNICA



Longitudes: L = 30mm hasta 150mm según el diámetro
Lengths: L = 30mm thru 150mm according to diameter

Clase de rosca: Paso ordinario y fino 6g
Thread series: Coarse and fine pitch 6g

Nota: Los valores entre paréntesis de la distancia entre caras, corresponden a los especificados en las normas ISO y se fabrican previa cotización
Note: Values in brackets of width across flats are for ISO standards and are manufactured on request

D Diámetro (Diameter)	Pasos (Pitch)		S Distancia entre caras (Width across flats)		K Altura de la cabeza (Head height)	B Longitud de rosca (Thread length) L≥ 25mm
	Ordinario (COARSE)	Fino (FINE)				
M6	1	-		10	4	18
M7	1	-		11	4,8	20
M8	1,25	1		13	5,3	22
M10	1,5	1-1,25	(16)	17	6,4	26
M12	1,75	1,25-1,5	(18)	19	7,5	30
M14	2	1,5	(21)	22	8,8	34
M16	2	1,5		24	10	38
M18	2,5	1,5		27	11,5	42
M20	2,5	1,5-2		30	12,5	46
M22	2,5	1,5	(34)	32	14	50
M24	3	2		36	15	54

Cuadro 6. Tabla de selección de bulones

11.2 SITUACIÓN LÍMITE DE DESEQUILIBRIO

Uno de los primeros análisis planteados a la hora de realizar el diseño del cabezal fue la de decidir de qué tipo sería, fijo o móvil. Como se detalló en anteriores capítulos, el cabezal sería móvil pudiendo así, ampliar las prestaciones de trabajo al aumentar el diámetro de volteo.

Sin embargo, si suponemos que el operario final decide utilizar esta característica al límite, nos encontraríamos en una situación en donde el cabezal estaría ubicado en el extremo opuesto al normal utilizado, sosteniendo en voladizo a un tocho de madera de grandes dimensiones y un peso de mayor escala. Esta situación podría generar lo que se conoce como *momento de volteo*, o *vuelco*, si el centro de masa del tocho supera en valor nominal al centro de masa del torno. Es decir, la carga lateral aplicada produce una pérdida de equilibrio en la máquina, haciendo que esta vuelque.

Para delimitar esta situación se planteó un análisis de cálculo, para poder obtener valores límites de dimensiones que te podrían utilizar al seleccionar el tocho de madera, evitando así el momento de volteo.

Para este análisis se consideró una situación hipotética en la que los pesos son estimados, en condiciones ideales y el tocho de madera es simétricamente uniforme.

11.2.1 MOMENTO DE VOLTEO

Con las consideraciones del párrafo anterior y sabiendo que la densidad promedio de la madera es de 0,47 gr/cm³, se procedió a calcular el momento de vuelco.

Para ello se deben de igualar el momento generado por la estructura de la máquina y el momento generado por el tocho de madera. Es decir:

$$M_{\text{torno}} = M_{\text{tocho}}$$

La fórmula de momento de vuelco viene dada por:

$$M_v = \sum m_i d_i$$

Ecuación 10: Momento de vuelco

Donde

m_i: fuerza o peso del elemento

d_i: distancia desde el cero al centro de masa de la fuerza

Como no puede considerarse un peso real de máquina, ya que dicho peso va a depender de los pesos reales de cada pieza y elemento que la forma, se considera un peso total estimado. Dicha estimación se obtiene al observar los valores referentes en el análisis de mercado, y gregando un pequeño coeficiente de seguridad.

Es decir, podríamos decir que el torno completo pesa 95 kg aproximadamente.

Sin embargo, al estar en la situación límite de encontrarse el cabezal en el extremo opuesto, dejaríamos de sumar el peso generado por la contra punta y el banjo. Si suponemos que el conjunto entero removido tiene un peso aproximado de 10 kg entonces resulta que:

$$m_{\text{torno}} = 100 \text{ kg}$$

Por otro lado, nos encontramos con una parte del cabezal situado en el lado izquierdo del punto de apoyo, sumando peso al momento de vuelco generado por el torno. Este peso extra se los da el motor y las poleas, si es que obviamos el peso que genera la carcasa metálica del cabezal.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Tenemos entonces:

$$m_{motor} = 15 \text{ kg}$$

Ahora, en condiciones de tener un tocho de madera uniformemente simétrico y de sección circular, podemos calcular su peso como:

$$m_{tocho} = \pi r^2 l \delta_{madera}$$

Ecuación 11: Masa de la madera

Donde:

r : radio del tocho de madera

l : argo del tocho de madera

δ_{madera} : densidad de la madera

Se tiene que $\delta_{madera} = 0,47 \frac{gr}{cm^3} = 470 \frac{kg}{m^3}$

Por lo tanto, el equilibrio de momentos resulta:

$$M_{torno} = M_{tocho}$$

$$m_{torno} d_{torno} + m_{motor} d_{motor} = m_{tocho} d_{tocho}$$

$$m_{torno} d_{torno} + m_{motor} d_{motor} = \pi r^2 l \delta_{madera} d_{tocho}$$

Ecuación 12: Equilibrio de momentos

Para calcular distancias se supuso que todas las fuerzas aplicadas están en el baricentro de cada uno de los elementos, y que estos últimos poseen eje de simetría. Además, se consideró que el tocho estará unicado a una distancia previa de 17 cm del cabezal, ya que debe estar sujeta por la punta de arrastre o el disco de ajuste.

Las dicho anteriormente puede verse en la figura siguiente de manera esquemática.

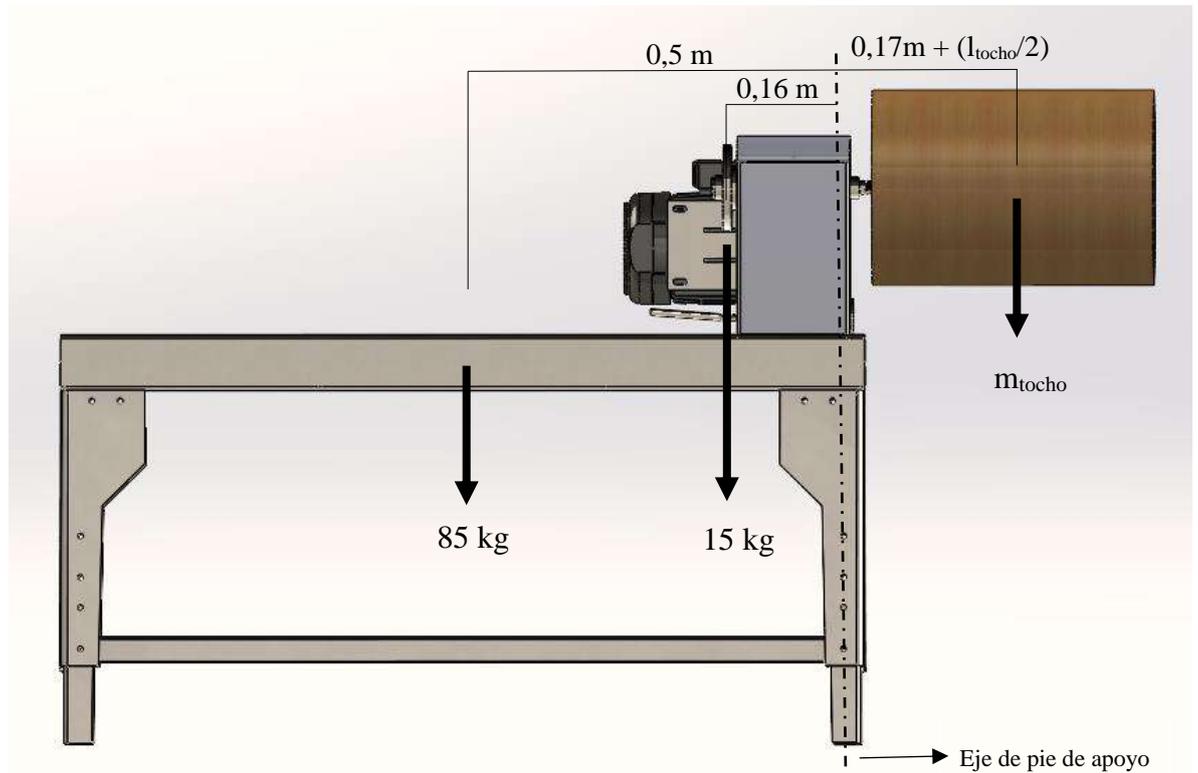


Figura 26. Simulación de operación de volteo libre

De esta manera la Ecuación 12 resulta:

$$(95kg \times 0,5m) + (15kg \times 0,16m) = \pi \frac{\emptyset_{tocho}^2}{4} l_{tocho} 470 \frac{kg}{m^3} \left(0,17m + \frac{l_{tocho}}{2} \right)$$

$$49,9 \text{ kgm} = 369,13 \frac{kg}{m^3} \emptyset_{tocho}^2 l_{tocho} \left(0,17m + \frac{l_{tocho}}{2} \right)$$

$$49,9 \text{ kgm} = 62,75 \frac{kg}{m^2} \emptyset_{tocho}^2 l_{tocho} + 184,56 \frac{kg}{m^3} \emptyset_{tocho}^2 l_{tocho}^2$$

$$49,9 \text{ kgm} = \emptyset_{tocho}^2 \times \left(62,75 \frac{kg}{m^2} l_{tocho} + 184,56 \frac{kg}{m^3} l_{tocho}^2 \right)$$

Con esta última ecuación se pueden obtener los valores límites para los cuales se generaría el vuelco dependiendo del diámetro y largo del cilindro de madera.

Ahora, se pretende reducir estos valores por cuestiones de seguridad y practicidad de trabajo, mediante un factor de seguridad de 2. Por lo tanto, la nueva fórmula para valores límites de trabajo resulta:

$$24,95 \text{ kgm} = \varnothing_{\text{tocho}}^2 \times \left(62,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} l_{\text{tocho}} + 184,56 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} l_{\text{tocho}}^2 \right)$$

Ecuación 13: Relación de longitud y diámetro para material de trabajo

Es decir, estamos en presencia de una ecuación cuadrática con dos posibles resultados. Sin embargo, uno de los resultados será invalidado porque rondará por valores negativos de distancia.

Por lo tanto, la longitud máxima que podrá tener el tocho de madera será:

$$l_{\text{tocho}} = \frac{-184,56 + \sqrt{184,56^2 + \left(\frac{6262,45}{\varnothing_{\text{tocho}}^2 [\text{m}]} \right)}}{125,5} \text{ [m]}$$

Ecuación 14: Relación de dimensiones para operaciones con volteo libre.

Se entiende que al trabajar con el cabezal ubicado en el extremo opuesto y con el material en voladizo, se pretende operar con diámetros de volteos más grandes que los especificados para mesa de trabajo, delimitado por las dimensiones estructurales del torno en sí. Es decir, se busca tornear maderas con un diámetro de volteo mayor a 350 mm.

Por este motivo, se realizó una tabla con diferentes diámetros de volteos para obtener, de una manera aproximada, las diferentes longitudes óptimas del material de trabajo para no desequilibrar la máquina.

Ø de volteo [mm]	Longitud max de tocho [mm]
350	894,17
400	764,78
450	664,56
500	584,75
550	519,78
600	465,94

Cuadro 7. Dimensiones recomendadas para operaciones de volteo libre.

Como puede observarse y esperarse, la longitud del tocho de madera decae a medida que aumenta el diámetro de volteo.

Cabe aclarar que los diámetros utilizados para el cálculo son valores reales de uso frecuente, pero que sirven de referencia, y que siempre se recomienda utilizar longitudes menores a las calculadas.

Si el operario quisiera utilizar un mayor diámetro de volteo o una longitud diferentes, puede acudir a la ecuación 13 para así obtener un valor aproximado de longitudes y diámetros máximos de trabajo.

También se recomienda no utilizar largos excesivos ya que al trabajar en esta situación se somete al material a una cierta velocidad de revolución en voladizo, lo que, si no se cuenta con ningún apoyo extra, podría generar diferentes inconvenientes incluyendo el momento de vuelco.

NOTA: Los valores presentados en la tabla corresponden a una madera blanda liviana, si se pretende trabajar con maderas pesadas se debe realizar el cálculo para determinar las dimensiones adecuadas de trabajo.

12. SISTEMA ELÉCTRICO

En última instancia se procede a evaluar las diferentes alternativas, los requerimientos del sistema y las consideraciones de seguridad e higiene pertinentes a la hora de definir las conexiones eléctricas necesarias para poner en funcionamiento la máquina herramienta.

En este capítulo se definen: el tipo de conexión, protecciones, elementos de maniobra y todo lo que fuera necesario para lograr un producto funcional y eléctricamente seguro.

12.1 SELECCIÓN DE PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE MANIOBRA

Según lo analizado en la sección 6.1 y 6.2, las principales características a analizar del motor y el variador de frecuencias seleccionados son:

Resumen de las características técnicas del motor:

- Frecuencia / Ciclos: 50 Hz
- Alimentación: Trifásica
- Potencia: 1 HP
- Aislación clase “F”

- Resumen de características técnicas del variador:
- Potencia máxima: 1 ½ HP.
- Corriente nominal de salida: 4,2 A.
- Tensión de alimentación: 200-240 Vca monofásica.
- Salida: 230 V trifásica.
- Control: vectorial (VVW), Escalar (V/F) y Cuadrático (V/F).
- Entradas digitales configurables: 4 (PNP o NPN).
- Entrada analógica: 1 (0 – 10Vcc / 4 – 20 mA).
- Protección electrónica de sobrecarga del motor.

Con estos datos, y tomando las recomendaciones dadas por los fabricantes en los manuales de cada elemento, se procedió a seleccionar las protecciones correspondientes al motor y al sistema eléctrico del torno.

12.1.1 CONEXIÓN Y PROTECCIONES

Respecto al armado del sistema eléctrico se analizaron los requisitos y protecciones mínimas necesarias para que todo el sistema cumpla con las recomendaciones dadas por el fabricante, la AEA y las normas internacionales IEC.

Según el manual WEG, para conexiones eléctricas, se establecieron las protecciones según la siguiente tabla.

Protecciones recomendadas por el fabricante para variador CFW300A04P2S2NB20:

- Fusibles: FNH00-20K-A⁽¹⁾
- Disyuntor: MPW40-3-U016⁽²⁾
- Calibre de cables de potencia: 1,5mm²
- Calibre de cables de PAT: 2,5mm²
- Calibre de cables de control: 0,5 – 1,5 mm²

Cabe destacar que estas son recomendaciones, con lo cual, se realizará un análisis más exhaustivo buscando alternativas comerciales para ofrecer flexibilidad al diseño.

En este sentido se establece, atendiendo a las normas de la Asociación Electrotécnica Argentina, como alternativas a las protecciones eléctricas lo siguiente:

- 1: Es posible reemplazar el recomendado por el fabricante, atendiendo a las normativas establecidas por la AEA, por cualquier fusible comercial con corriente nominal de 20A, clase de disparo aR y corriente de cortocircuito 100kA. interruptor termomagnético bipolar, con corriente nominal de 20A y corriente de cortocircuito superior 3kA (lo mínimo recomendado por WEG).
- 2: De la misma manera es posible utilizar cualquier guardamotor de similares características.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

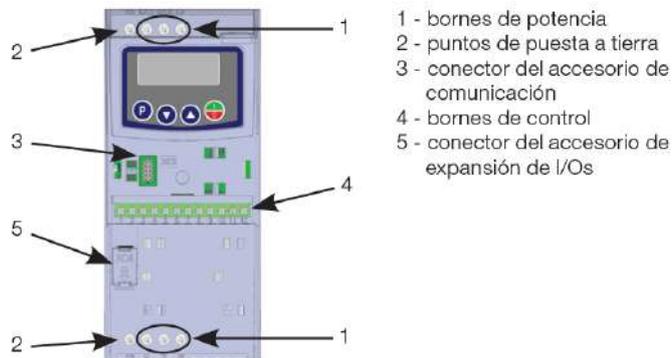
Frenado Reostático	Calibre de los Cables +UD y BR	mm ² (AWG)	Frenado reostático no disponible																	2.5 (14)							
	Corriente Eficaz de Frenado	[A]																		10							
	Resistor Recomendado	[Ω]																		39							
	Corriente Máxima	(Imax) [A]																		11							
Calibre del Cable de Puesta a Tierra	mm ² (AWG)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	4.0 (12)	4.0 (12)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	4.0 (12)	4.0 (12)			
Calibre de los Cables de Potencia	mm ² (AWG)	1.5 (16)	2.5 (14)	2.5 (14)	2.5 (14)	4.0 (12)	4.0 (12)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	1.5 (16)	2.5 (14)	4.0 (12)	
Fusible Recomendado	Fusible WEG Recomendado		FNH00-20K-A																	FNH00-35K-A							
	Corriente	[A]	20	20	35	40	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	35	35
	I ² t [A ² s]		166	166	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660
Disyuntor (Guardamotor)	WEG		MPW40-3-U010																	MPW40-3-U025							
	[A]		10.0	16.0	20.0	32.0	6.3	10.0	16.0	16.0	20.0	2.5	6.3	10.0	10.0	16.0	16.0	2.5	6.3	10.0	10.0	16.0	16.0	2.5	6.3	10.0	25.0
Motor Máximo	[HP/kW]	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	0.25/0.18	0.5/0.37	1/0.75	1.5/1.32	3/2.2	5/3.7
Corrientes de Sobrecarga	1 min [Arms]	2.4	3.9	6.3	9.0	2.4	3.9	6.3	9.0	2.4	3.9	6.3	9.0	2.4	3.9	6.3	9.0	2.4	3.9	6.3	9.0	2.4	3.9	6.3	9.0	15.0	22.8
Corriente Salida Nominal	[Arms]	1.6	2.6	4.2	6.0	1.6	2.6	4.2	6.0	1.6	2.6	4.2	6.0	1.6	2.6	4.2	6.0	1.6	2.6	4.2	6.0	1.6	2.6	4.2	6.0	10.0	15.2
Tamaño	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
Tensión Nominal de Alimentación	110...127 Vca	110...127 Vca	110...127 Vca	110...127 Vca	200...240 Vca	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	280...340 Vcc	200...240 Vca ou 280...340 Vcc	200...240 Vca ou 280...340 Vcc												
N° de Fases de Alimentación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3	3
Convertidor	CFW300A01P6S1NB20	CFW300A02P6S1NB20	CFW300A04P2S1NB20	CFW300A06POS1NB20	CFW300A01P6S2NB20	CFW300A02P6S2NB20	CFW300A04P2S2NB20	CFW300A06POS2NB20	CFW300A07P3S2NB20	CFW300A01P6T2NB20	CFW300A02P6T2NB20	CFW300A04P2T2NB20	CFW300A06P0T2NB20	CFW300A07P3T2NB20	CFW300A01P6D3NB20	CFW300A02P6D3NB20	CFW300A04P2D3NB20	CFW300A06P0D3NB20	CFW300A07P3D3NB20	CFW300B10P0B2DB20	CFW300B15P2T2DB20						

Cuadro 8. Tabla de selección de protecciones eléctricas WEG

En las figuras 23 y 24 se muestra un esquema figurativo de las borneras de conexión del variador y una representación del conexionado con la alimentación y el motor.

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera



Tamaño	Torque Recomendado			
	Puntos de Puesta a Tierra		Bornes de Potencia	
	N.m	Lbf.in	N.m	Lbf.in
A y B	0,8	7,2	0,8	7,2

Figura 27. Bornes de conexión y torque recomendados

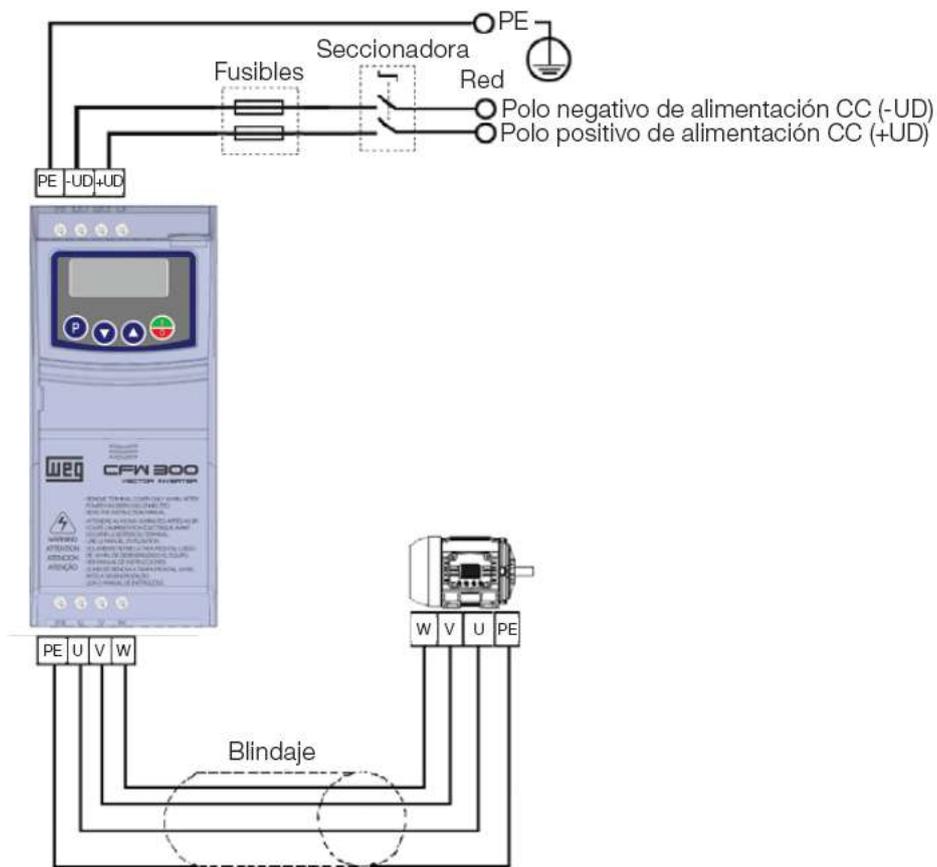


Figura 28. Esquema de conexión de potencia y puesta a tierra

Sumado a estas conexiones básicas, se pretende ofrecer al operario la posibilidad de un comando remoto que permita poner en marcha, detener y variar la velocidad del torno

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

sin la necesidad de encontrarse cerca del variador. En este sentido se utilizarán y programaran dos entradas digitales, para realizar la marcha y parada, por medio de dos pulsadores (NO/NC) debidamente identificados para su propósito, y una entrada analógica, conectada a un potenciómetro de 100kΩ que se programará para variar la frecuencia.

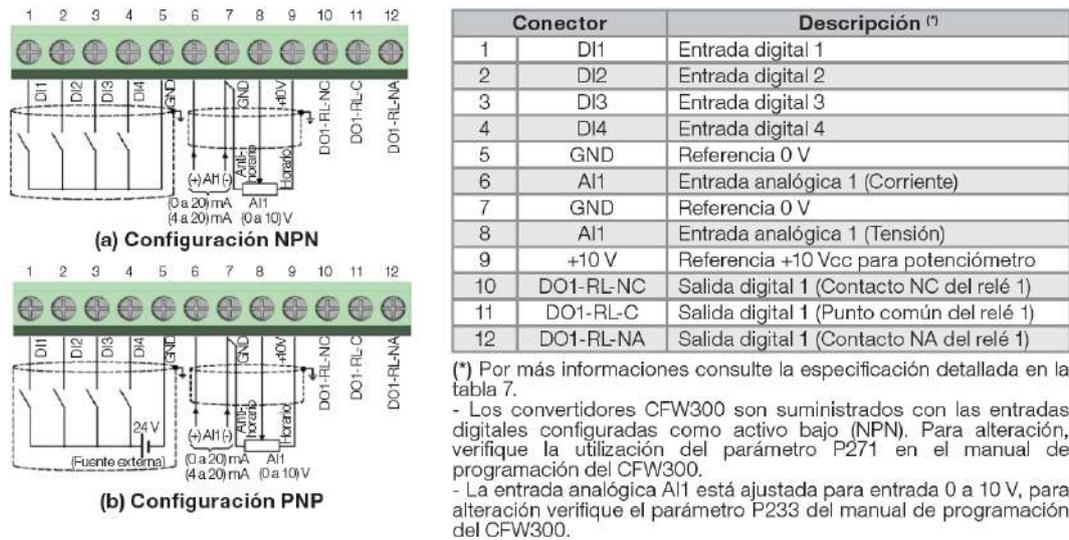


Figura 29. Bornera de conexión para entradas y salidas de señales

Además de las protecciones establecidas se tiene la consideración de establecer una protección para los operarios de la máquina herramienta ante posibles contactos indirectos mediante un disyuntor adecuado a las instalaciones presentes. Al mismo tiempo se incorpora al circuito una parada de emergencia con un pulsador accionado por golpe de puño.

En la misma línea de seguridad eléctrica se estableció el agregado de luces de indicación de marcha y parada que permitan tener una alerta de funcionamiento de vista rápida.

12.2 ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA CIRCUITO

Con los datos anteriores se definen los siguientes elementos:

- Interruptor Termomagnético: 2x20 A – 3kA
- Interruptor Diferencial: 2x16A – 30mA
- Pulsador de marcha: NO para ambientes nocivos – polvo en suspensión.
- Pulsador de parada: NC para ambientes nocivos – polvo en suspensión.
- Parada de emergencia: NC para ambientes nocivos – polvo en suspensión.
- Potenciómetro: Lineal 100k Ω
- Cable alimentación: 3x2,5 mm² 2178/1
- Cable de comando: Multipar simple – PLTC – UL 13 1 mm²

12.3 ESQUEMAS ELÉCTRICOS

A partir de las conclusiones anteriores se procedió a realizar el esquema de fuerza, expuesto en el “Anexo G-01. Plano de esquema de fuerza”, y el esquema de comando, expuesto en el “Anexo G-02. Plano de esquema de comando”, en los cuales se representa técnicamente la forma correcta en que deben hacerse las conexiones de los elementos seleccionados a la hora de energizar la máquina.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia queremos agradecer a nuestro tutor, el Ingeniero Pablo Azcona y a nuestro co-tutor, el Ingeniero Walter Fruccio, quienes nos han guiado a lo largo del desarrollo de este proyecto, y han apoyado y brindado la información necesaria para poder alcanzar los resultados que se buscaban.

También, agradecer a Jose Cucurul, cofundador del proyecto de empresa Holzman, quien ha tenido la idea de dar inicio a este trabajo de diseño, y que ha confiado en nosotros para llevarlo adelante.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a nuestras familias y a aquellos compañeros que han brindado su apoyo durante todo el período universitario.

Muchas gracias a todos.

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1.	Torno para madera.....	17
Figura 2.	Luneta.....	17
Figura 3.	Disco de indexado.....	18
Figura 4.	Cilindrado.....	20
Figura 5.	Refrentado.....	21
Figura 6.	Taladrado.....	21
Figura 7.	Mandrinado.....	22
Figura 8.	Chanflanado.....	22
Figura 9.	Tronzado.....	22
Figura 10.	Roscado.....	23
Figura 11.	Ranurado y ranurado frontal.....	23
Figura 12.	Torneado cónico.....	23
Figura 13.	Funcionamiento esquemático de contra punta.....	40
Figura 14.	Alturas de trabajo recomendadas.....	43
Figura 15.	Esquema representativo del diseño final.....	59
Figura 16.	Velocidades recomendadas para tornear madera.....	62
Figura 17.	Sección transversal de la viruta.....	65
Figura 18.	Motor trifásico WEG 1HP 1500 rpm.....	67
Figura 19.	Dimensiones del motor.....	68
Figura 20.	Variador de frecuencia serie CFW300.....	70
Figura 21.	Dimensiones del variador de frecuencia.....	71
Figura 22.	Diagrama de selección de tipos de correas HABASIT.....	72
Figura 23.	Datos de selección de correa HABASIT.....	73
Figura 24.	Gráfico para selección de tipo de rodamiento SKF.....	75
Figura 25.	Representación de fuerzas involucradas.....	78
Figura 26.	Simulación de operación de volteo libre.....	85
Figura 27.	Bornes de conexión y torque recomendados.....	91
Figura 28.	Esquema de conexión de potencia y puesta a tierra.....	91



Figura 29. Bornera de conexión para entradas y salidas de señales92

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Velocidad de corte.....	62
Ecuación 2: Potencia ideal de cálculo	64
Ecuación 3: Fuerza de corte necesaria	64
Ecuación 4: Sección transversal de corte	64
Ecuación 5: Potencia requerida	66
Ecuación 6: Esfuerzos de corte	79
Ecuación 7: Esfuerzos de corte 2	79
Ecuación 8: Esfuerzos de corte en bulones	80
Ecuación 9: Radio mínimo del bulón de anclaje.....	81
Ecuación 10: Momento de vuelco.....	83
Ecuación 11: Masa de la madera.....	84
Ecuación 12: Equilibrio de momentos	84
Ecuación 13: Relación de longitud y diámetro para material de trabajo	86
Ecuación 14: Relación de dimensiones para operaciones con volteo libre.....	86

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Características de tornos de pie para madera.	33
Cuadro 3.	Tabla de selección de perfiles “C”	50
Cuadro 4.	Tabla de selección de Variadores de Frecuencia	69
Cuadro 5.	Tabla selección de rodamiento de bolas con contacto angular SKF.	76
Cuadro 6.	Tabla de selección de bulones.....	82
Cuadro 7.	Dimensiones recomendadas para operaciones de volteo libre.	87
Cuadro 8.	Tabla de selección de protecciones eléctricas WEG.....	90

LISTA DE ABREVIACIONES

ISO	International Organization Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
SAE	Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Eléctrotécnica Internacional)
AEA	Asociación Electrotécnica Argentina

LISTA DE ANEXOS

Sección	Denominación de anexo	Plano N°/Asig
Sección A:	Planos de cuerpo de torno	
	Para inferior derecha	01
	Pata inferior izquierda	02
	Pata superior derecha	03
	Pata superior izquierda	04
	Agarre de patas	05
	Base de patas	06
	Travesaño longitudinal	07
	Travesaño lateral	08
	Vista explosionada de cuerpo	09
Sección B:	Planos de cabezal	
	Base de motor	01
	Disco de ajuste	02
	Disco de indexado	03
	Eje de cabezal	04
	Torta de ajuste de cabezal	05
	Nervio para base de motor	06
	Tapa trasera de cabezal	07
	Tapa de cabezal	08
	Tapa frontal de Cabezal	09
	Tapa lateral derecha de cabezal	10
	Tapa lateral izquierda de cabezal	11
	Eje excéntrico de cabezal	12
	Vista explosionada de cabezal con disco de ajuste	13
Vista explosionada de cabezal con punta de arrastre	14	

Sección C:	Planos de contrapunta	
	Camisa de contrapunta	01
	Camisa hueca ranurada y roscada	02
	Eje roscado hueco	03
	Manija de contrapunta	04
	Lateral izquierdo de contrapunta	05
	Lateral derecho de contrapunta	06
	Tapa frontal de contrapunta	07
	Tapa trasera de contrapunta	08
	Perno de fijación	09
	Eje excéntrico de contrapunta	10
	Vista explosionada de Contrapunta	11
Sección D:	Planos de banjo	
	Cuerpo de Banjo	01
	Tapa trasera de cuerpo de banjo	02
	Tapa frontal de cuerpo de banjo	03
	Torre de banjo	04
	Eje excéntrico de banjo	05
	Vista explosionada de banjo	06
Sección E:	Planos de piezas generales	
	Manija de excéntrico	01
	Perno de eje excéntrico	02
	Tapa de excéntrico	03
	Torta de ajuste	04
Sección F:	Vista explosionada de torno para madera	01

Proyecto y Diseño Final

Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

Sección G:	Planos eléctricos	
	Plano de esquema de fuerza	01
	Plano de esquema de comando	02
Sección H:	Actividades de trabajo	H-1

BIBLIOGRAFÍA

1. <https://www.majofesa.com/torno-para-madera/>
2. <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>
3. <https://www.yumpu.com/es/document/read/16317440/torno-copiador-para-madera-truper>
4. <https://www.centrodemateriales.com.ar/>
5. <https://articulo.mercadolibre.com.ar/>
6. <https://btatools.com.ar/empresa/>
7. <https://gammaherramientas.com.ar/>
8. <http://www.lusqtoff.com.ar/>
9. <https://sites.google.com/site/1lbnivelacionf8torno/home/herramientas-de-torno/operaciones-de-torneado>
10. <https://maderame.com/torneado-madera/>
11. <https://estrucplan.com.ar/uso-de-tornos/>
12. <https://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>
13. CAPOTOSTO, ROSARIO; “Convirtase en un tornero”, 1985.
14. NORTON, ROBERT L.; “Diseño de Maquinaria – Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos”; Mc Graw Hill Cuarta edición, México, 2009.
15. ROMEBA, CARLES RIBA; “Selección de materiales en el Diseño de Máquinas”; Ediciones UPC, Barcelona 2008.
16. KALPAKJIAN, S. SCHMID, S; “Manufactura, ingeniería y Tecnología”; Prentice Hall, México, 2002.
17. REINA GÓMEZ, MANUEL; “Soldadura de los Aceros. Aplicaciones”; Madrid, 1986.
18. “Manual mecánica industrial”; Cultural S.A. Polígono Industrial Arroyomolinos, Madrid.
19. Catálogo de selección de Correas de Transmisión – Habasit.

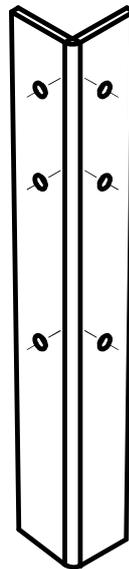
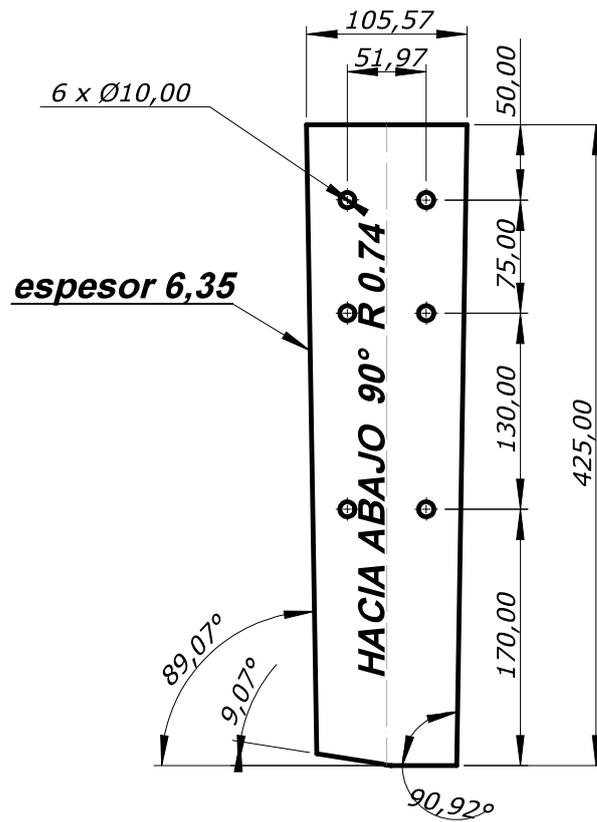
20. Software de cálculo y selección de correas Habasit -
<https://selecalc.habasit.com/Convey.aspx>
21. Catálogo de selección de Rodamientos – SKF.
22. Software de cálculo y selección de Rodamientos SKF -
<https://www.skfbearingselect.com/#/bearing-selection-start>
23. Apuntes de Cátedra “Elementos de Máquinas”.
24. Apuntes de Cátedra “Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental”.
25. Guía técnica WEG “Motores de inducción alimentados por convertidores de frecuencia PWM”.
26. Software de selección de motores eléctricos WEG -
https://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp
27. Catálogo de selección “Automatización y Convertidores de Frecuencia serie CFW – WEG”.
28. Manual de Programación “Convertidor de frecuencia CFW300 V3.1X”.
29. Catálogo general de selección de tornillos y tuercas “FEMSAS”.
30. Catálogo de productos “Cristian Diez y Cia. S.R.L. – cables especiales”
<https://www.cristiandiez.com.ar/categorias>

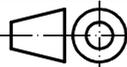


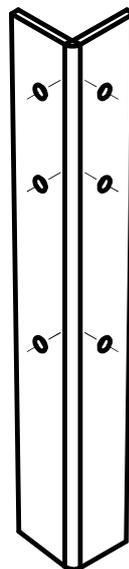
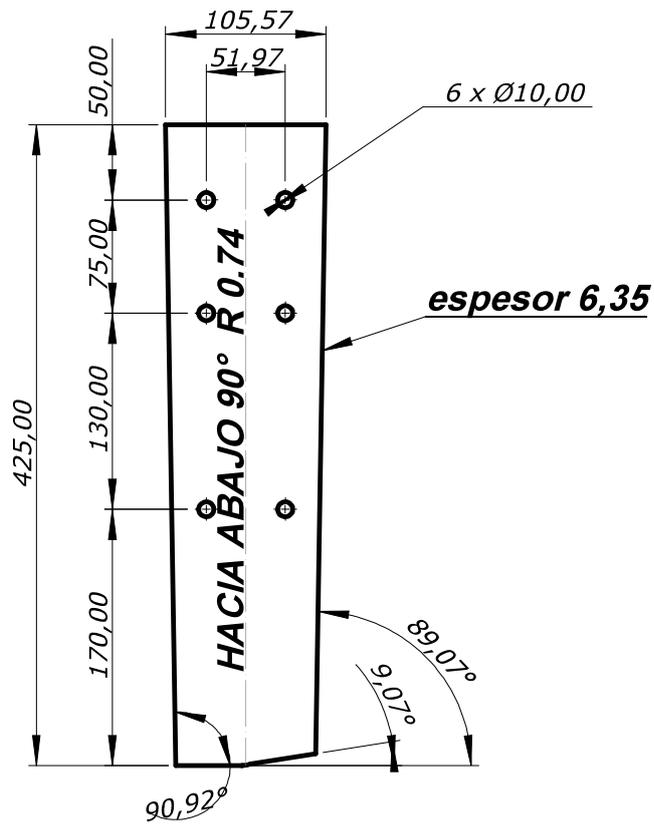
Proyecto y Diseño Final

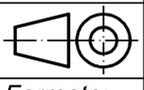
Estudio, cálculos y diseño de Torno para Madera

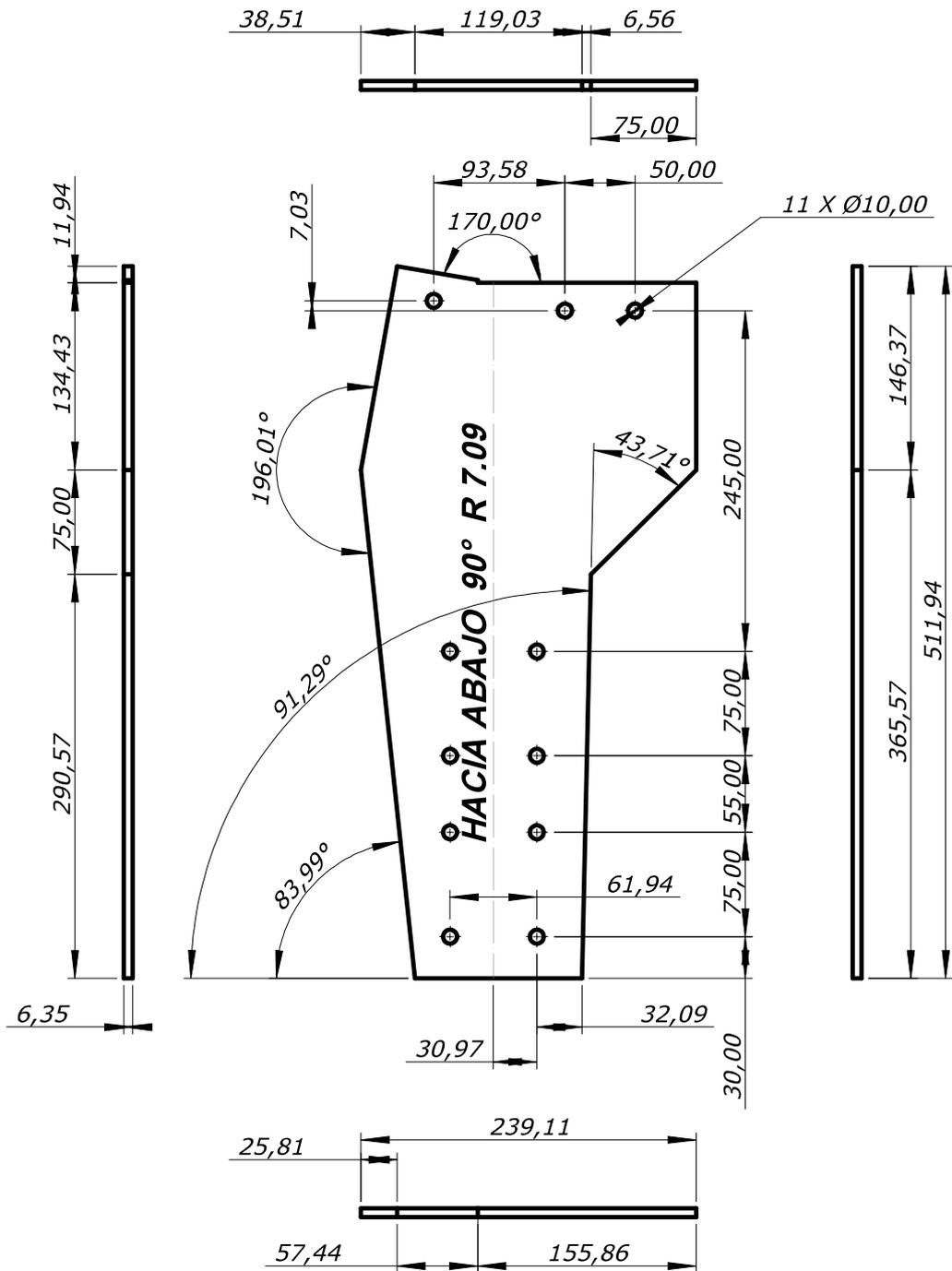
ANEXOS

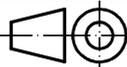


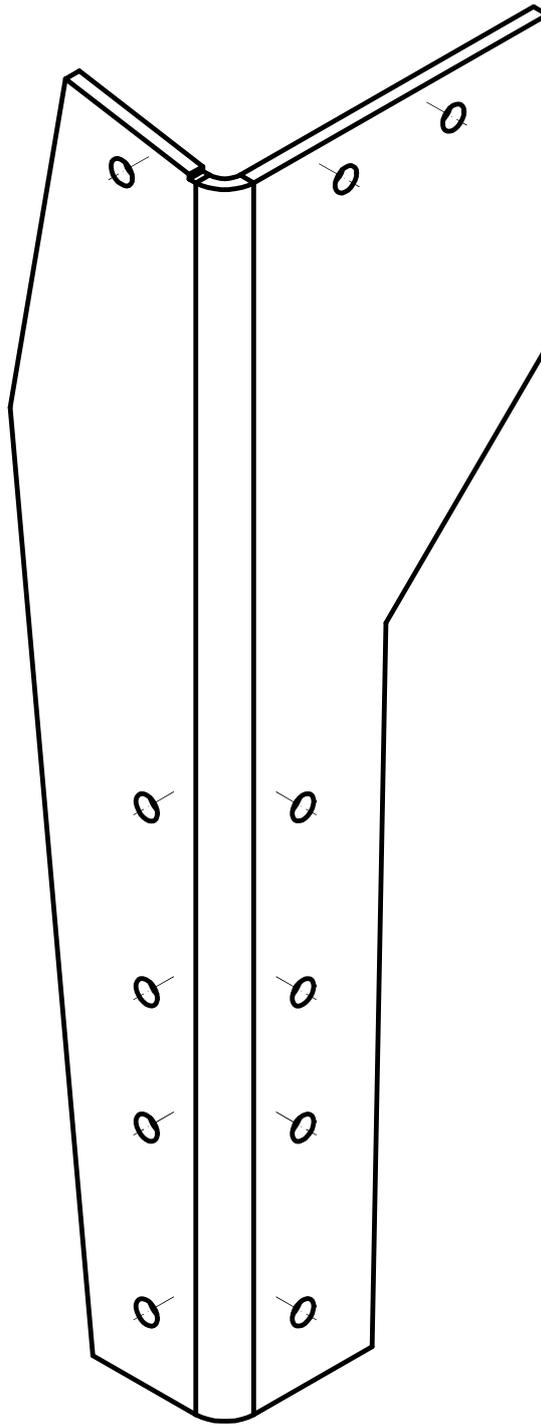
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:5	Denominación: <p style="text-align: center;"><i>Pata inferior derecha</i></p>	<p style="text-align: center;">PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;"><i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i></p>
	Anexo: <p style="text-align: center;">A</p>		
Formato: A4	N° Plano: <p style="text-align: center;">01</p>	Pág. <p style="text-align: center;">1/1</p>	

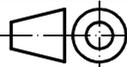


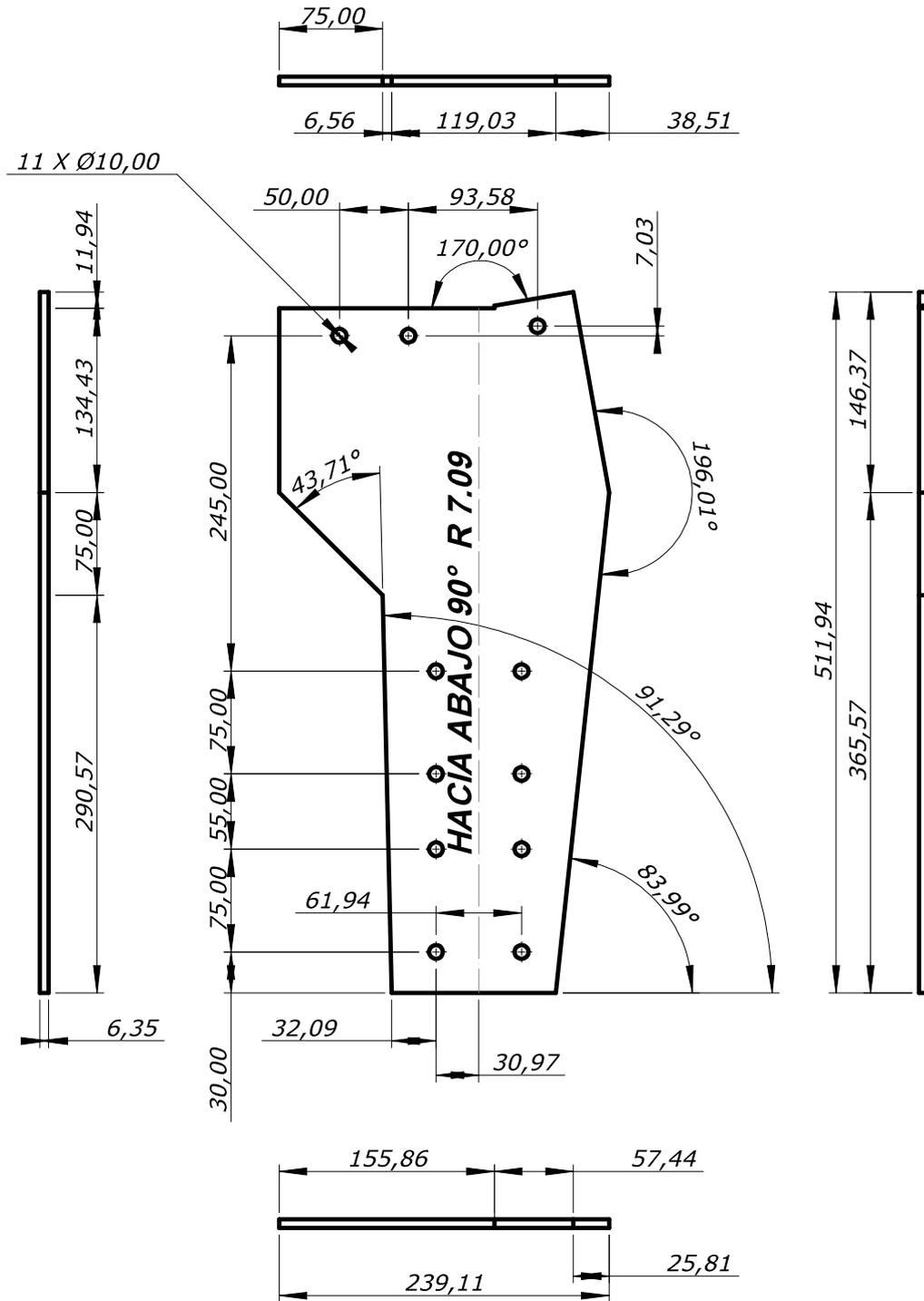
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:5	Denominación: <p style="text-align: center;">Pata inferior izquierda</p>	<p style="text-align: center;">PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</p>
	Anexo: A	N° Plano: 02	Pág. 1/1
Formato: A4			

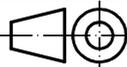


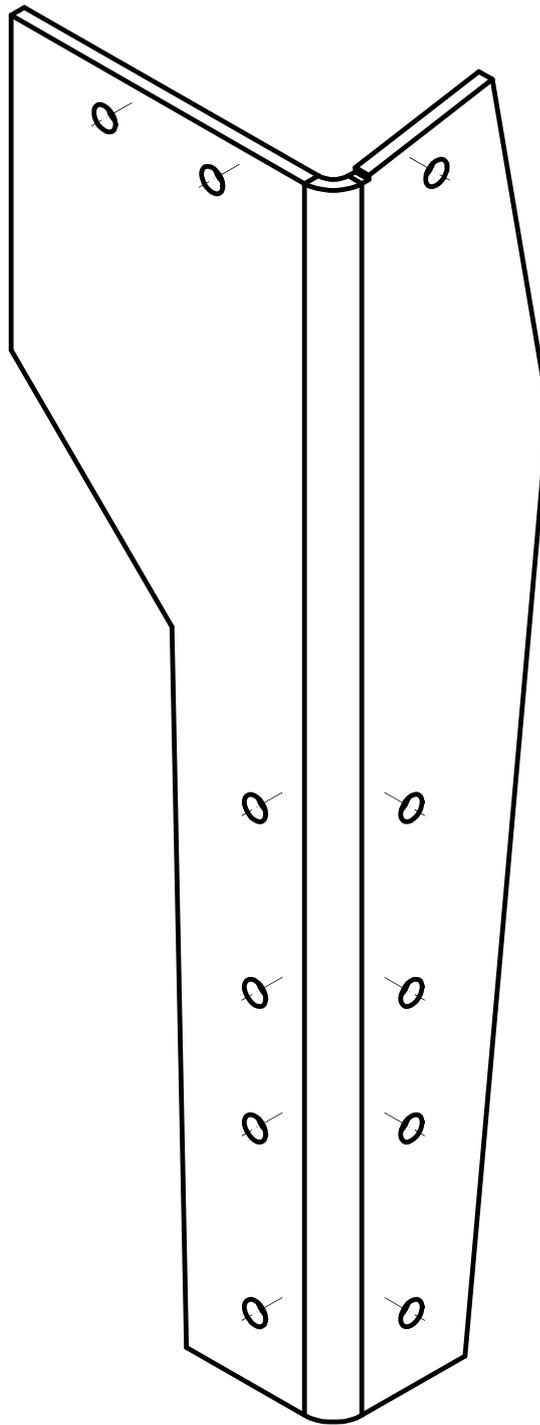
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:5	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Pata superior derecha</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: A	N° Plano: 03	
Formato: A4	Pág. 1/2		

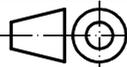


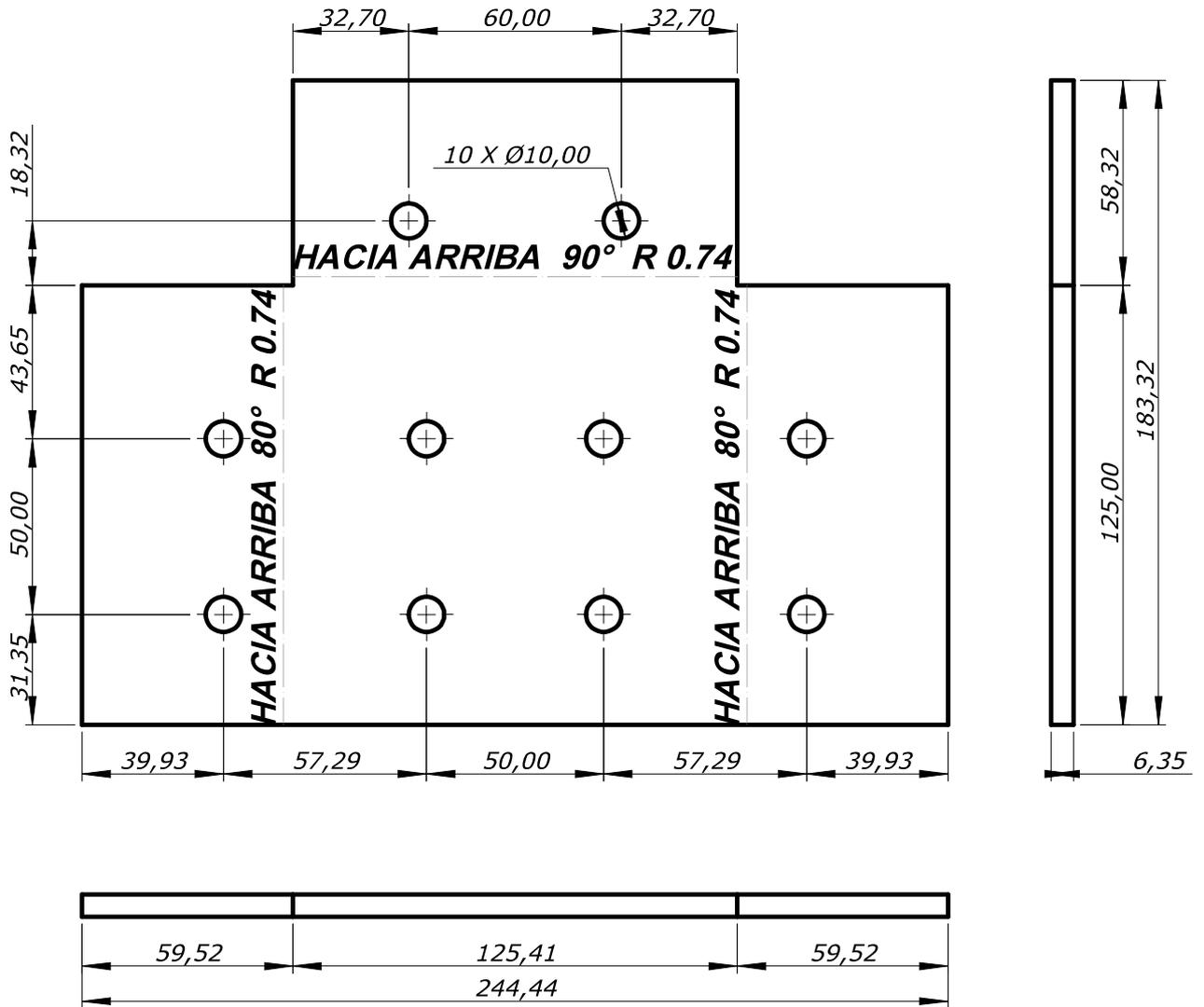
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor: AZCONA Pablo			
	Tutor: FRUCCIO Walter			
	Escala: 1:2.5			
	Anexo: A	Nº Plano: 03		Pág. 2/2
Formato: A4				



Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:5	Denominación: Pata superior Izquierda	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: A	N° Plano: 04	
Formato: A4	Pág. 1/2		



Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor: AZCONA Pablo	
	Tutor: FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2.5	Denominación: <i>Pata superior Izquierda</i>
	Anexo: A	
Formato: A4	Nº Plano: 04	Pág. 2/2



Tolerancias
Generales
1mm

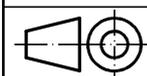
Autor: LIMA Fernando Nicolás
 Autor: PERALTA Jonathan Oscar
 Tutor: AZCONA Pablo
 Tutor: FRUCCIO Walter



Escala: 1:2
 Denominación:

**PROYECTO Y DISEÑO
FINAL DE INGENIERÍA**

"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO
DE TORNO PARA MADERA"

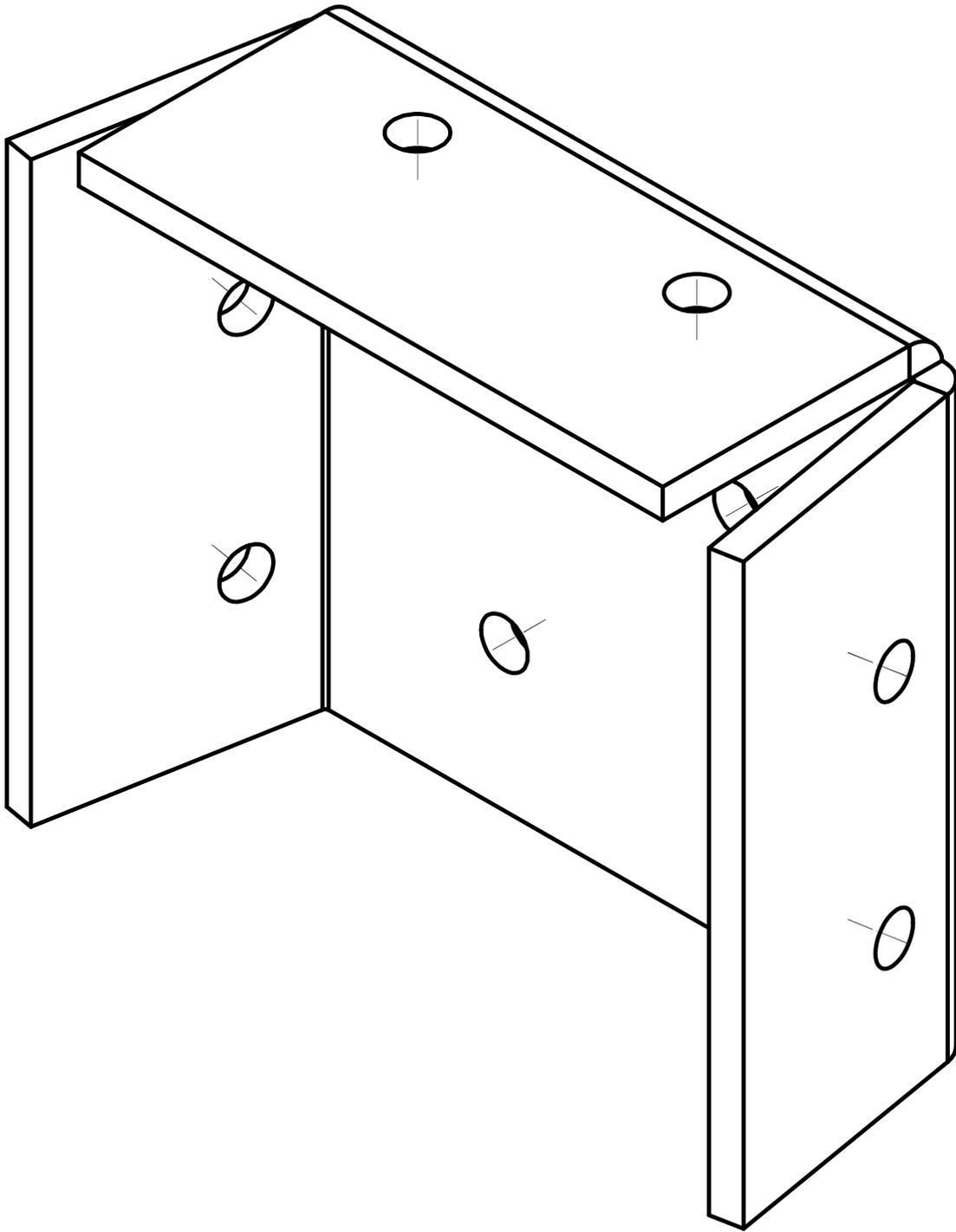


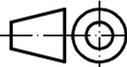
Agarre de patas

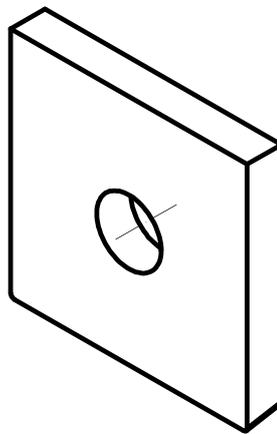
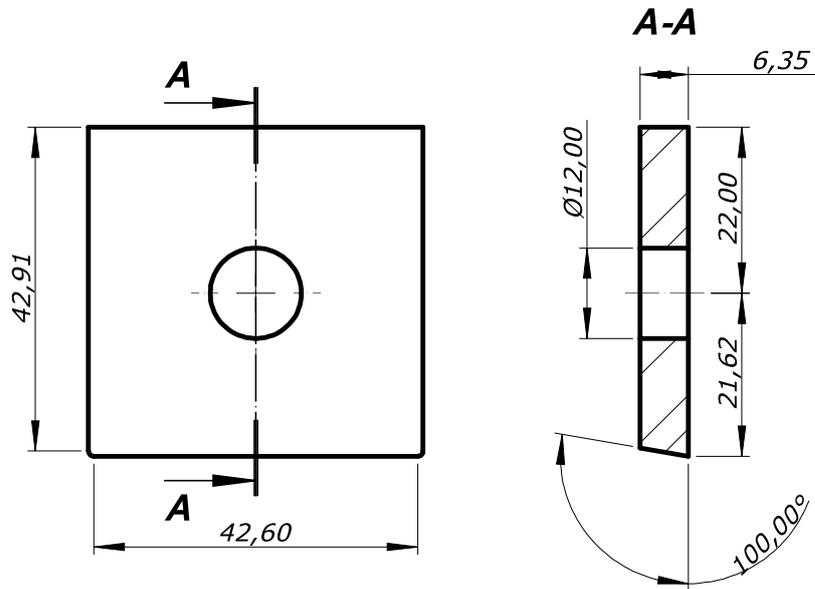
Anexo: A

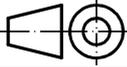
Formato:
A4

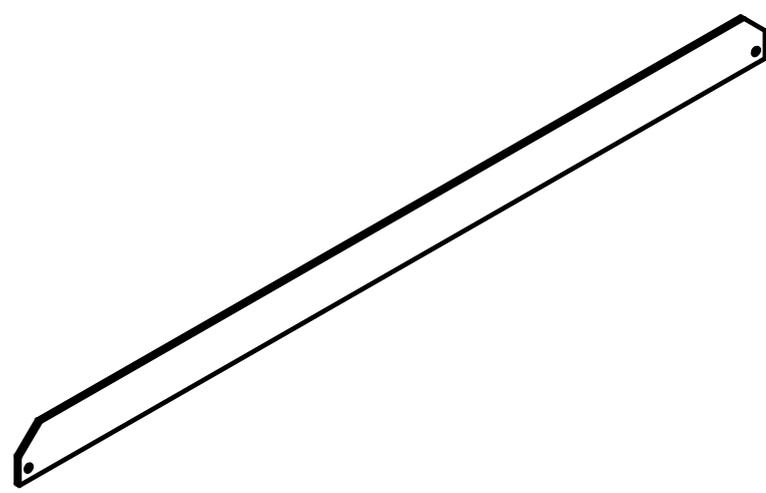
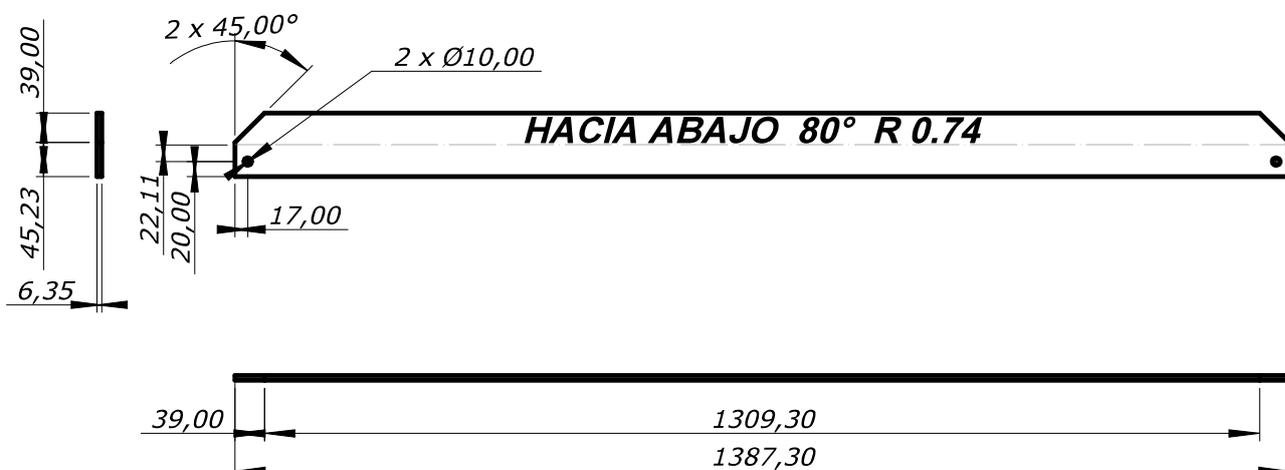
Nº Plano: 05
 Pág. 1/2

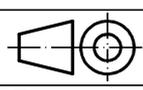


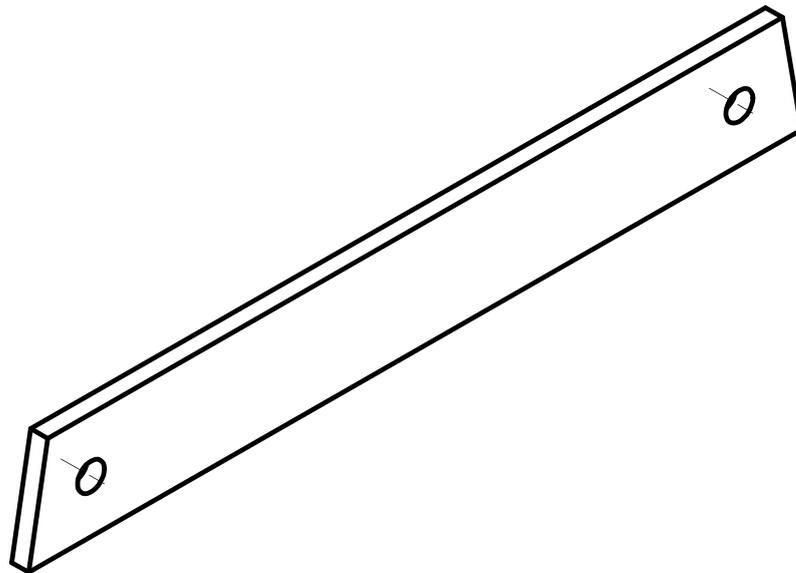
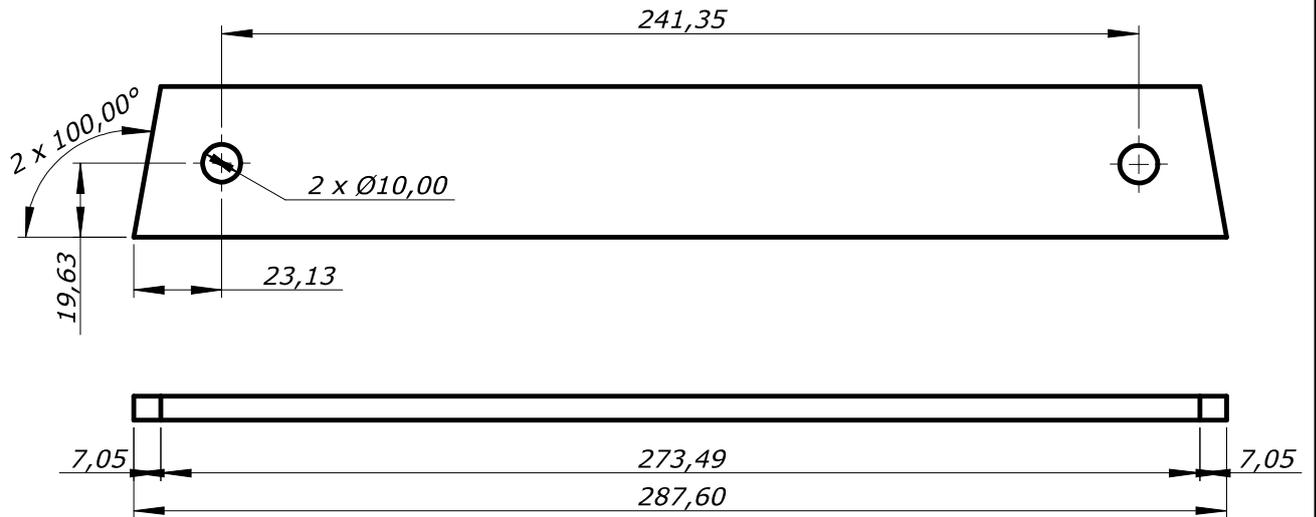
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:1	Denominación: <p style="text-align: center;"><i>Agarre de patas</i></p>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: A	
		Nº Plano: 05	Pág. 2/2

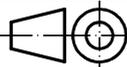


Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:1	Denominación: Base de patas	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: A	
		N° Plano: 06	Pág. 1/1

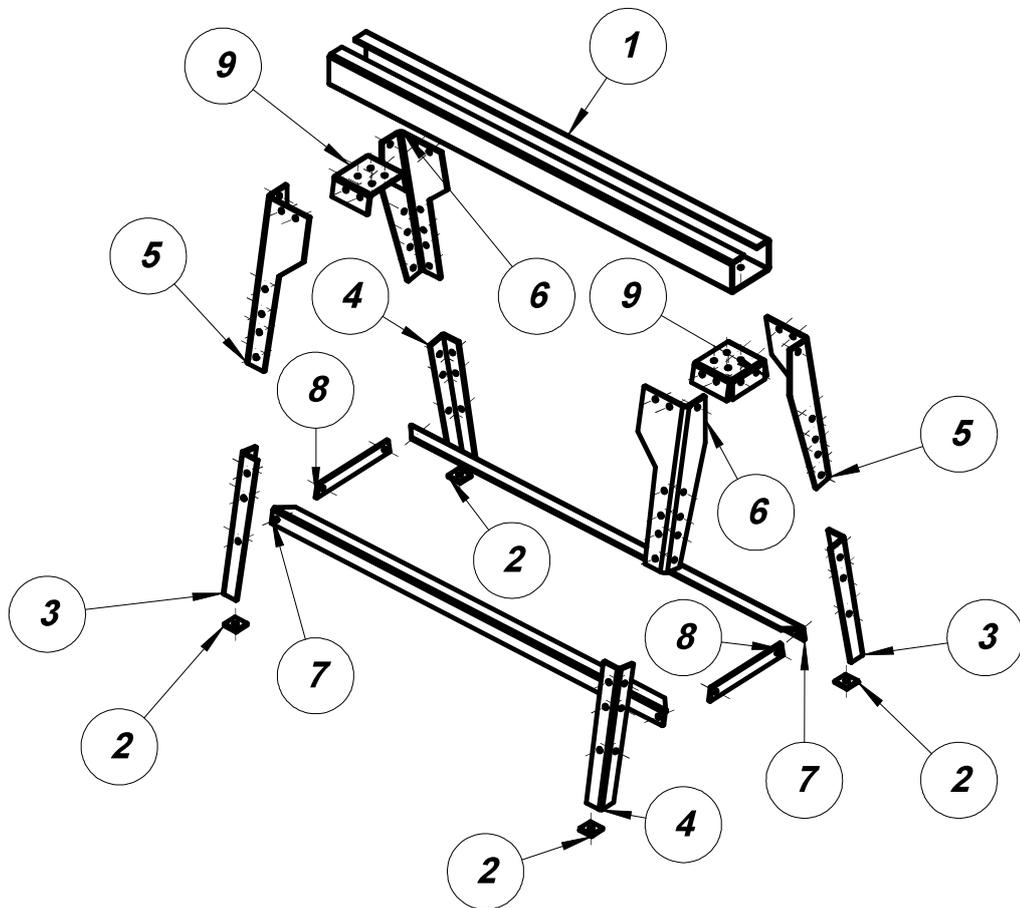


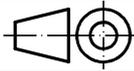
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 			
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar				
	Tutor:	AZCONA Pablo				
	Tutor:	FRUCCIO Walter				
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"			
		Travesañõ longitudinal	Anexo:	A		
Formato:		A4	Nº Plano:	07	Pág.	1/1

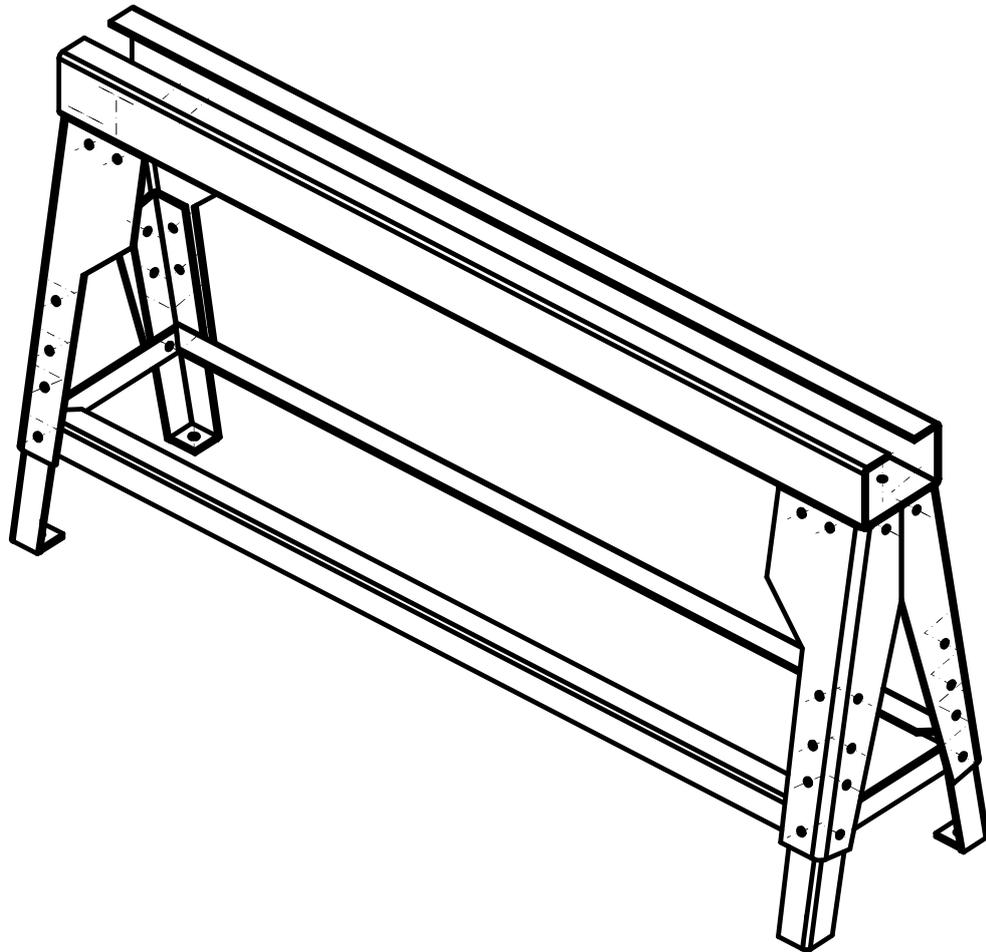


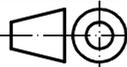
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Traveaño lateral</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: A	
		N° Plano: 08	Pág. 1/1

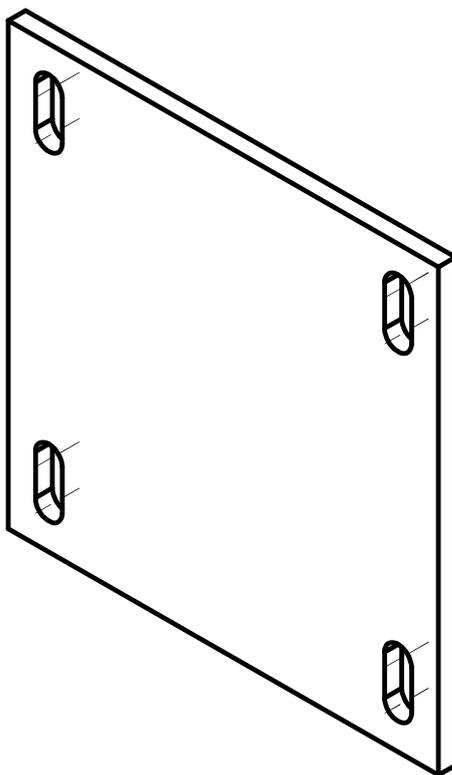
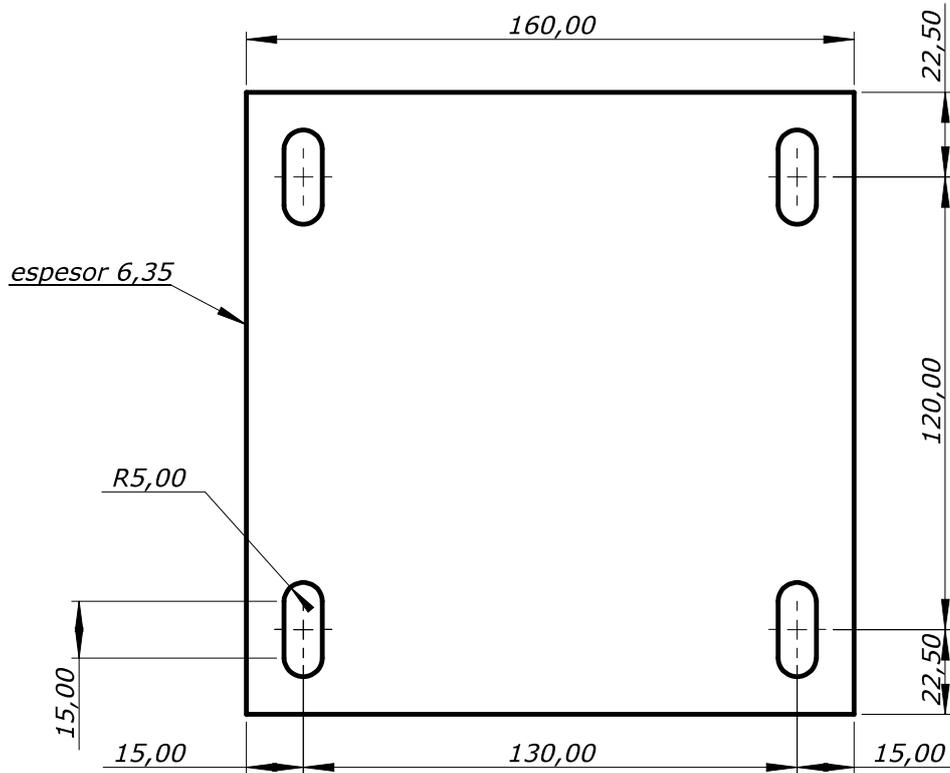
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Bancada perfil C	1
2	Base de Patas	4
3	Pata inferior derecha	2
4	Pata inferior izquierda	2
5	Pata superior derecha	2
6	Pata superior izquierda	2
7	Travesaño longitudinal	2
8	Travesaño lateral	2
9	Agarre de patas	2

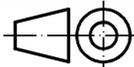


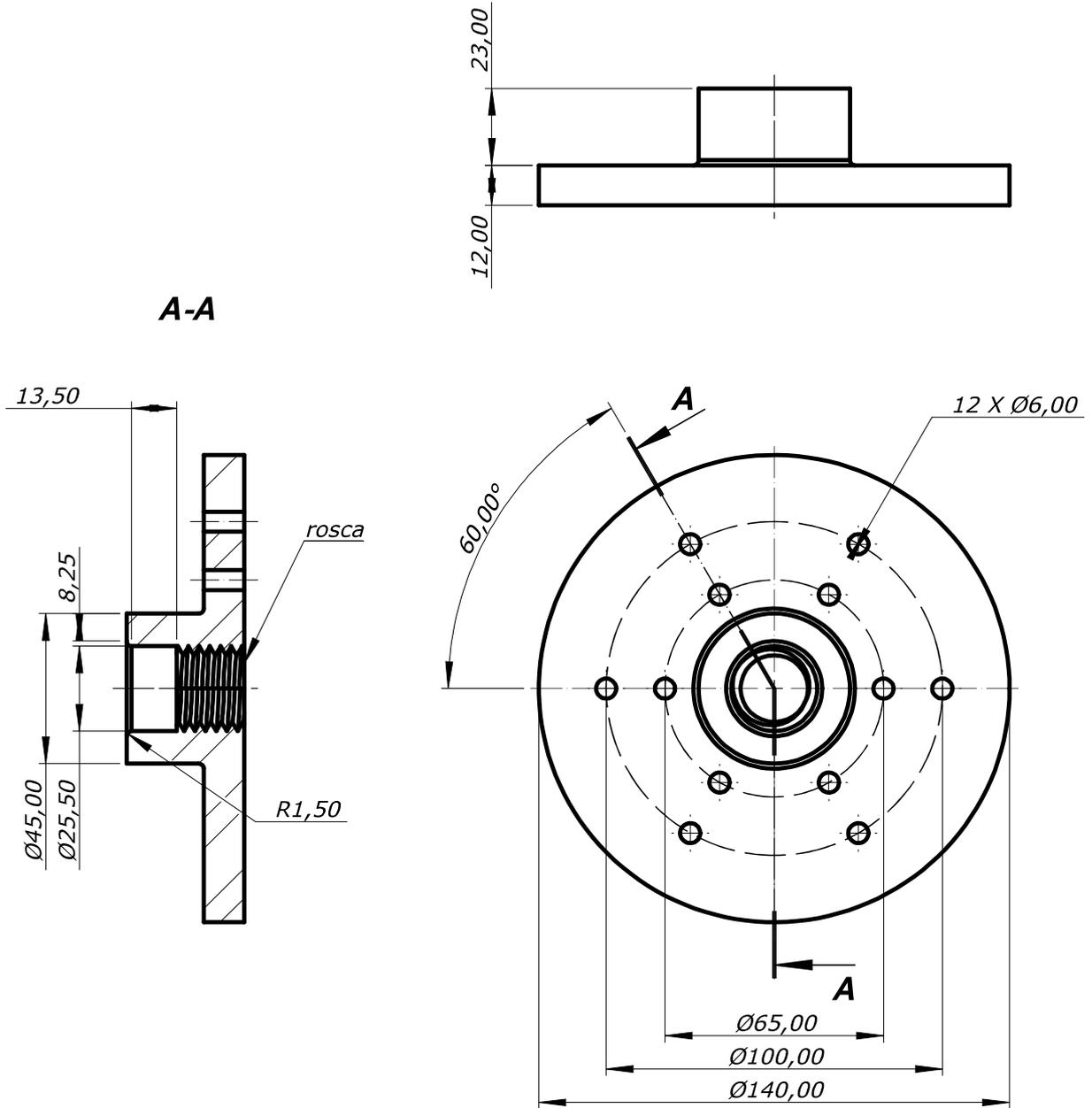
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor:	AZCONA Pablo			
	Tutor:	FRUCCIO Walter	Anexo: A		
	Escala: 1:20	Denominación: Vista explosionada de cuerpo		Nº Plano: 09	Pág. 1/2
	Formato: A4				

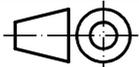


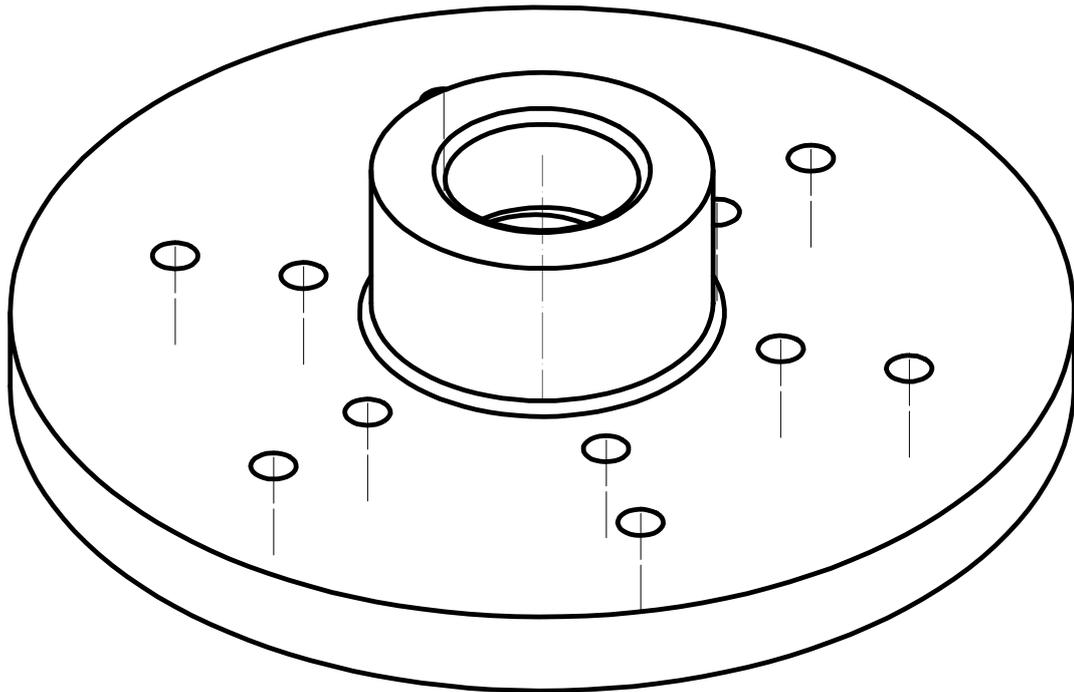
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:10	Denominación: <i>Vista explosionada de cuerpo</i>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>
	Formato: A4	Anexo: A	
		Nº Plano: 09	Pág. 2/2

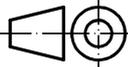


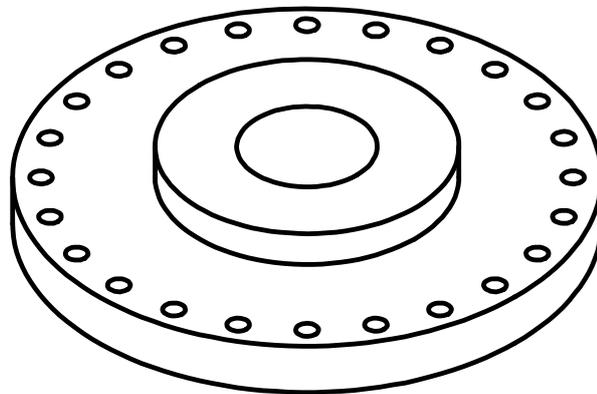
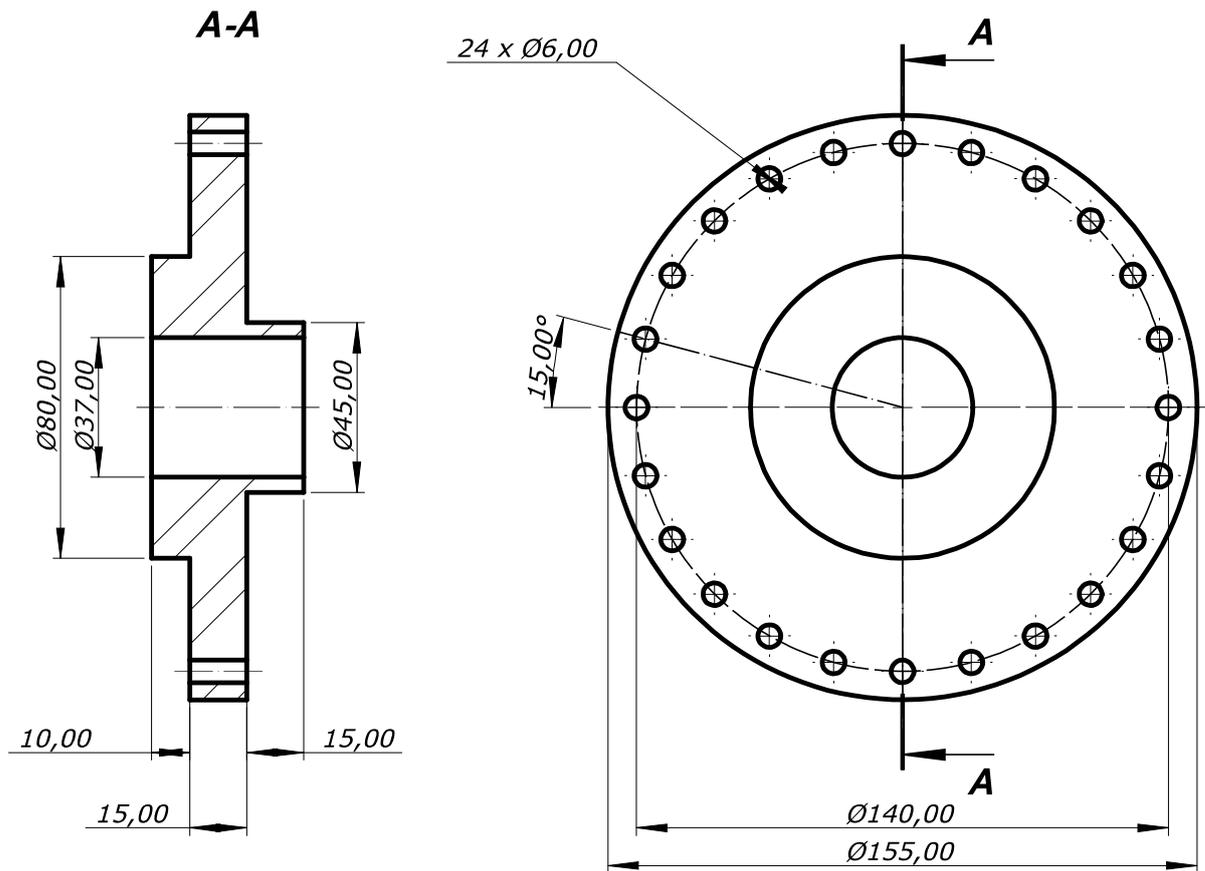
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Base de motor</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: B	N° Plano: 01	
Formato: A4	Pág. 1/1		

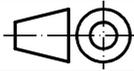


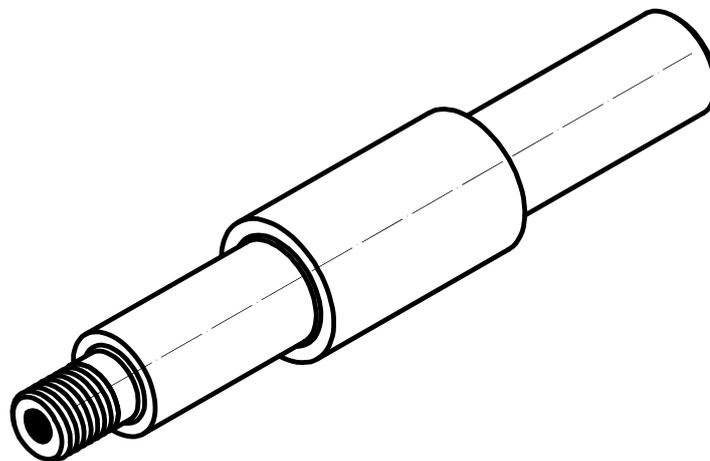
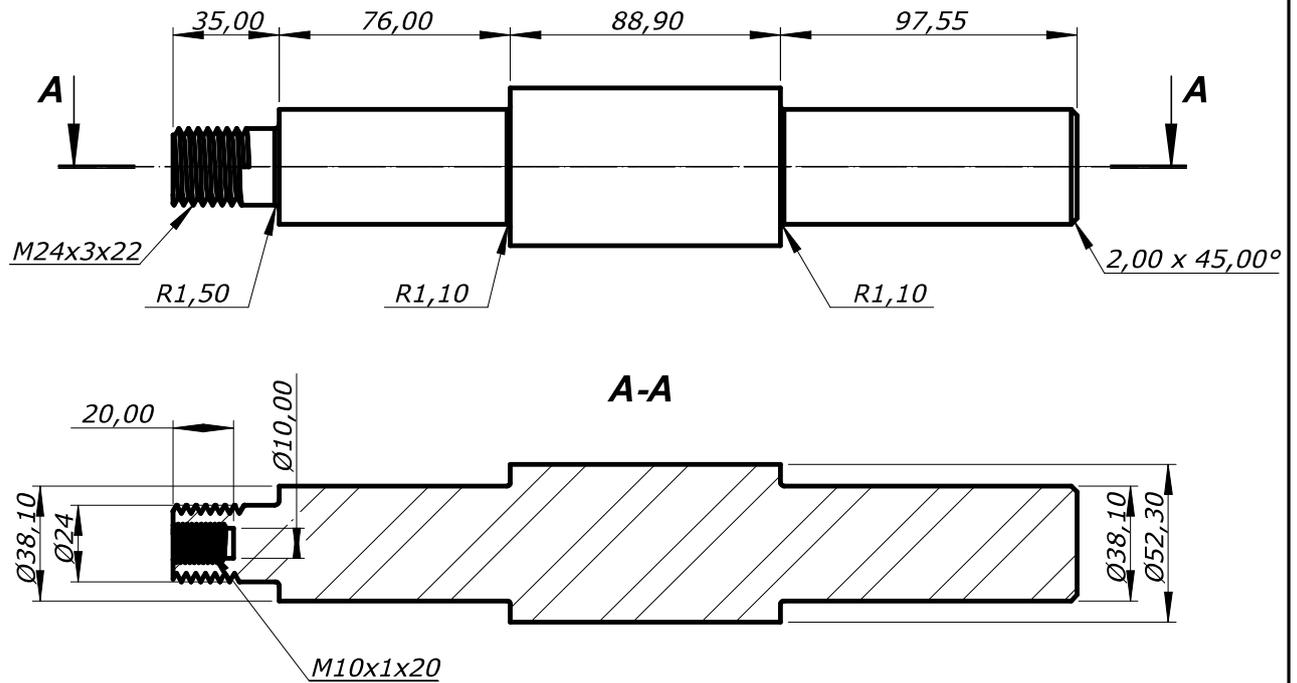
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Disco de ajuste</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: B	Anexo: B	
Formato: A4	N° Plano: 02	Pág. 1/2	

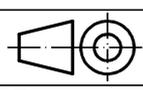


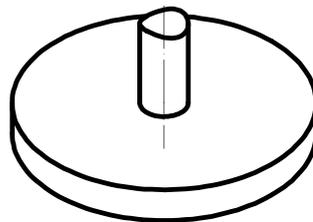
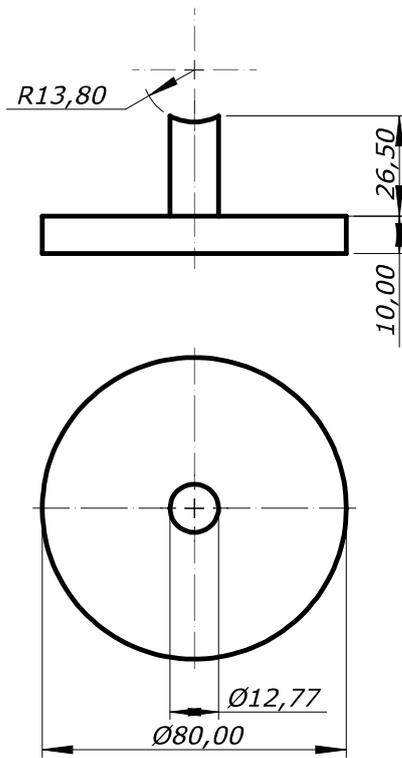
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor: AZCONA Pablo	
	Tutor: FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:1	Denominación: <i>Disco de ajuste</i>
	Anexo: B	
Formato: A4	Nº Plano: 02	Pág. 2/2

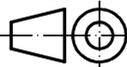


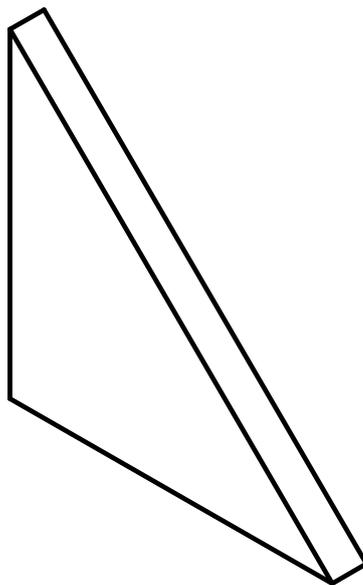
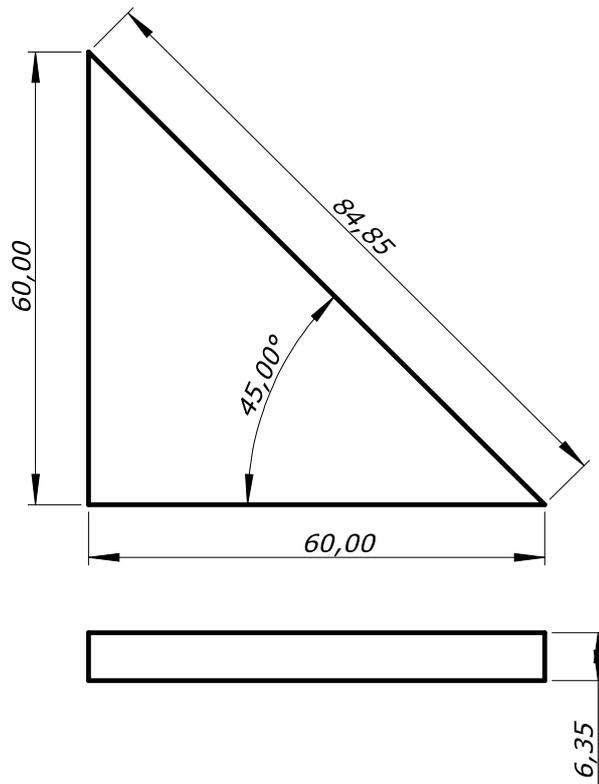
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2		
	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Disco de indexado</h2>	<p style="text-align: center;">PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</p>	
Formato: A4	Anexo: B	Nº Plano: 03	Pág. 1/1

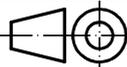


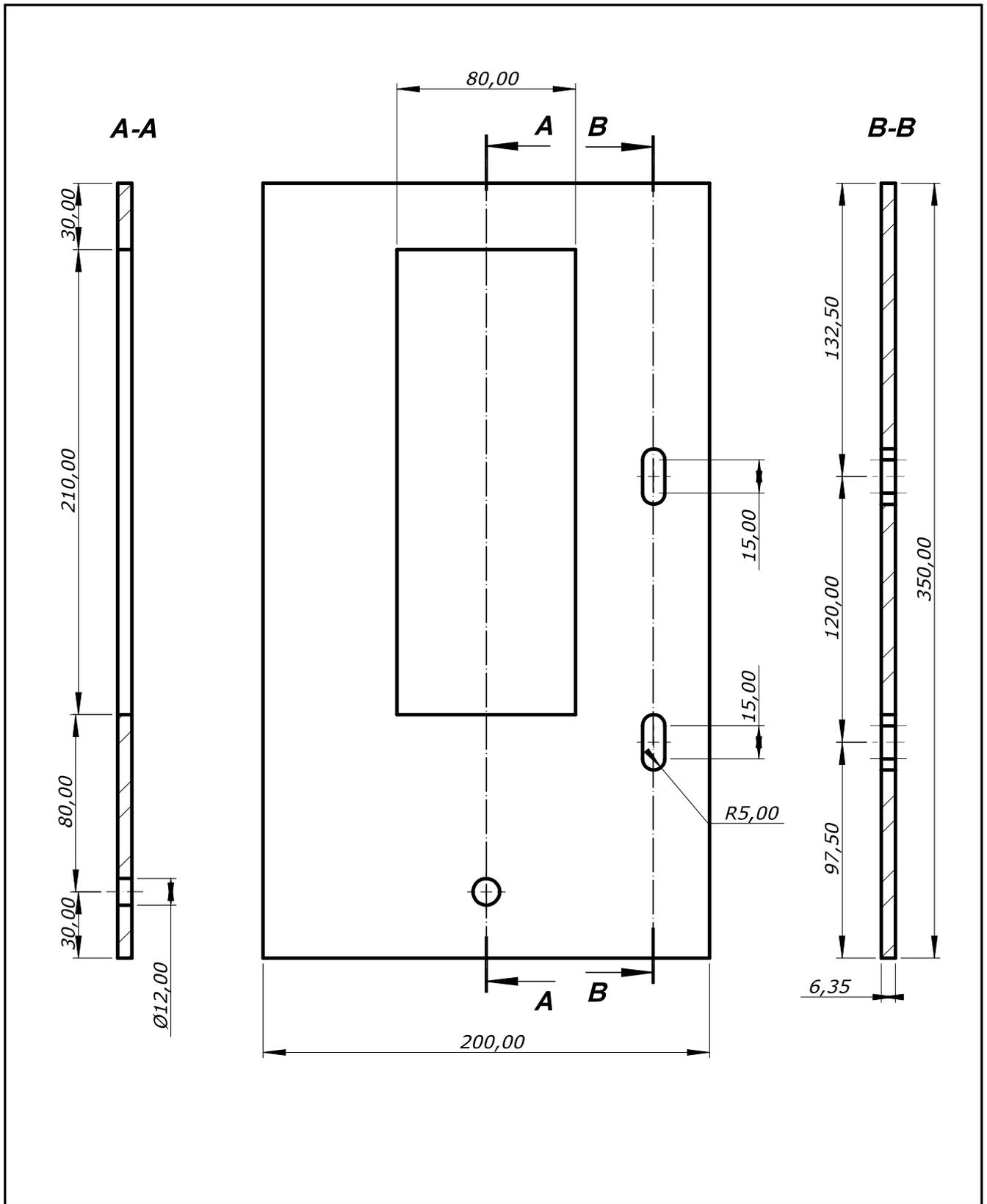
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2,5	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Eje de cabezal	Anexo: B	
Formato: A4		Nº Plano: 04	Pág. 1/1

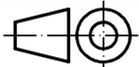


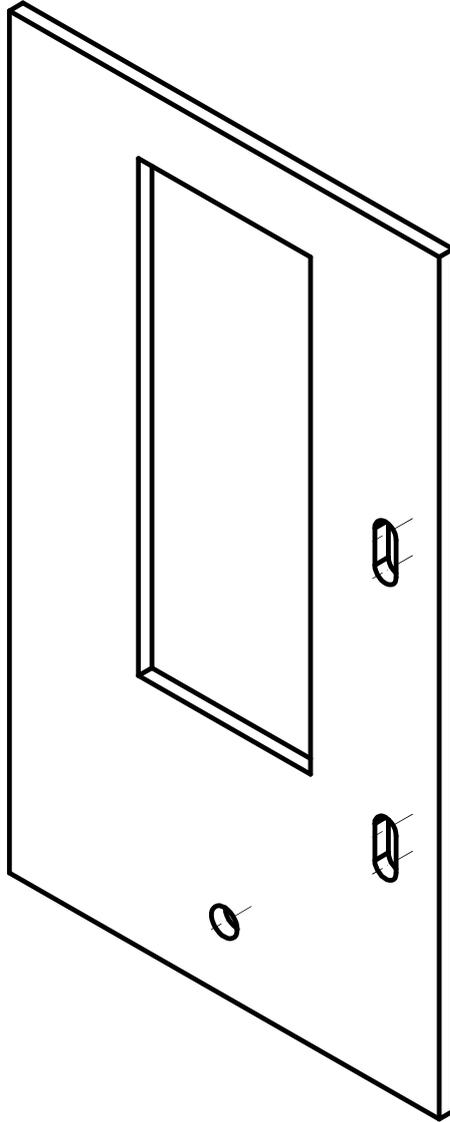
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2		
		Anexo: B	
Formato: A4		Nº Plano: 05	Pág. 1/1

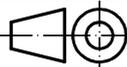


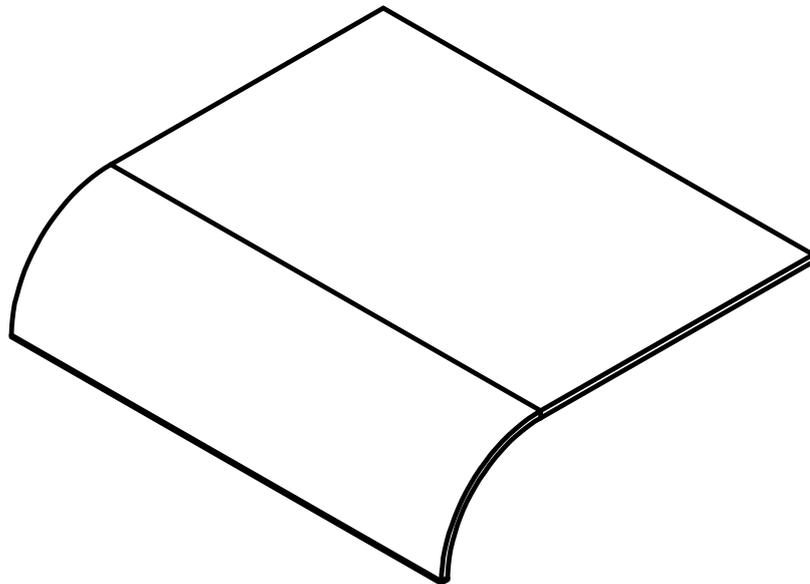
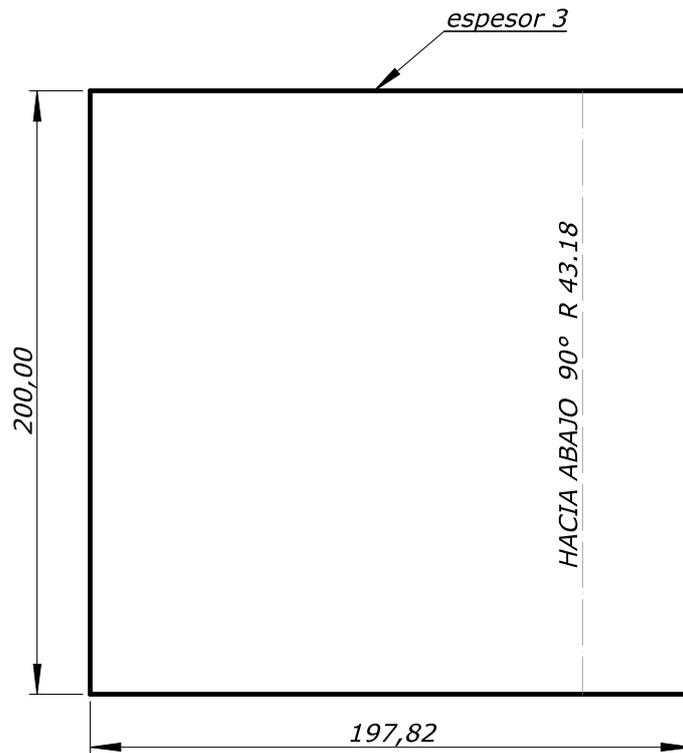
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	1:1	Nervio para base de motor	Anexo:	B
			Nº Plano:	06
Formato:	A4			Pág.

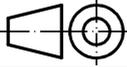


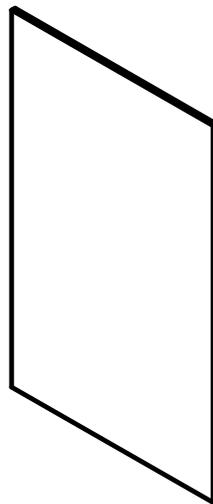
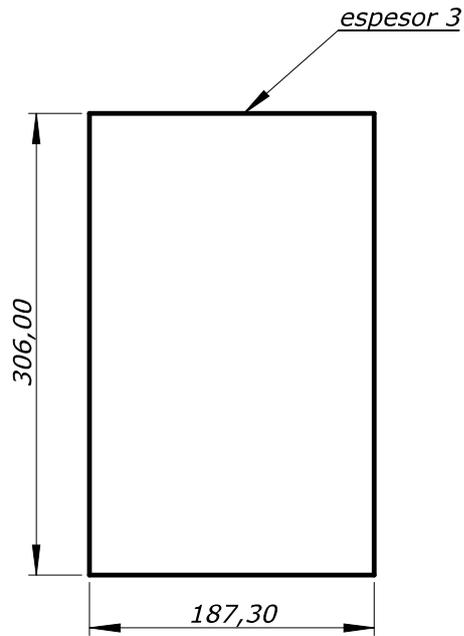
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2,5	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Tapa trasera de cabezal</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: B	Anexo: B	
Formato: A4	N° Plano: 07	Pág. 1/2	

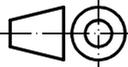


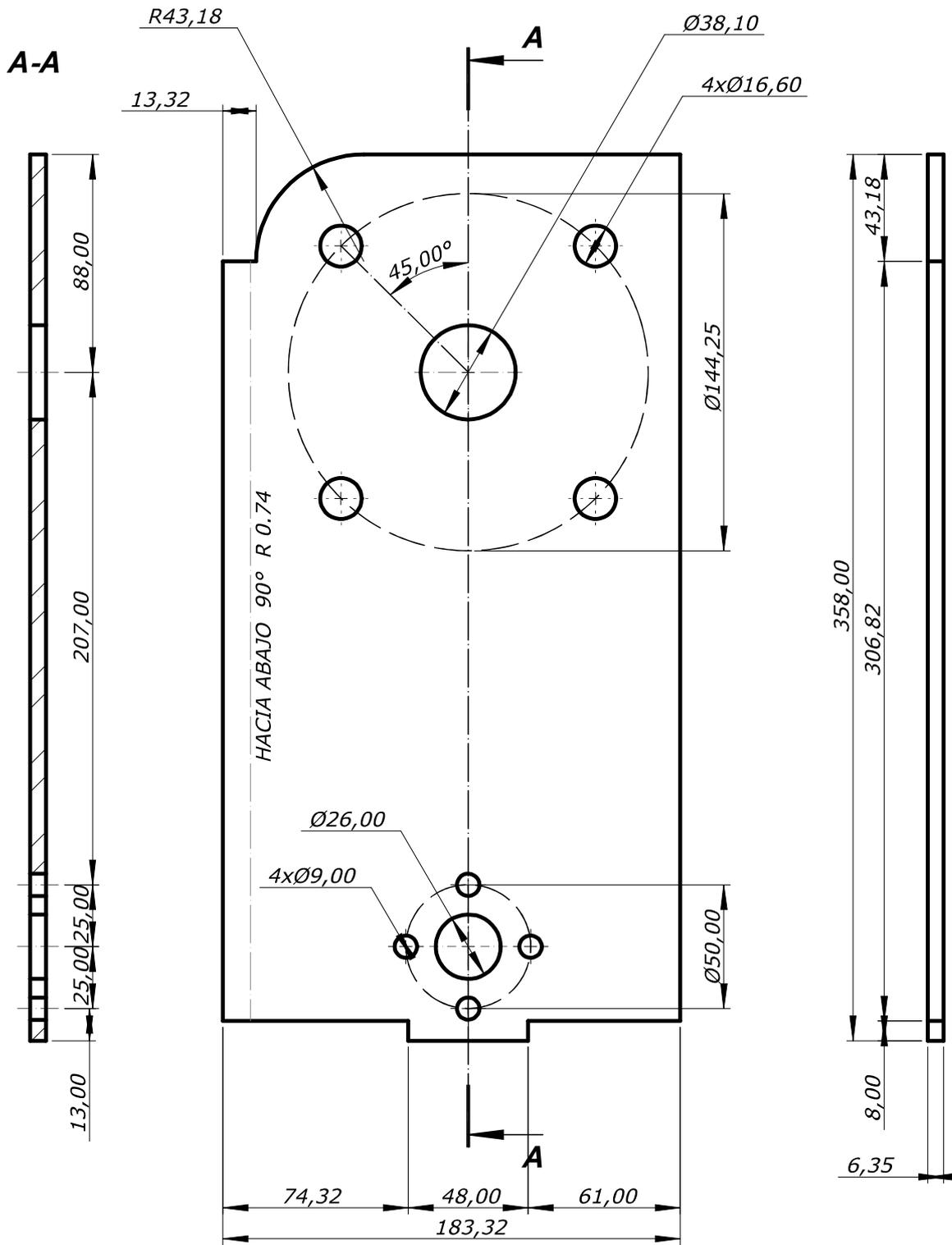
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2,5		
	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Tapa trasera de cabezal</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>	
Formato: A4	Anexo: B	Nº Plano: 07	Pág. 2/2

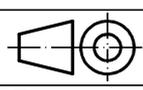


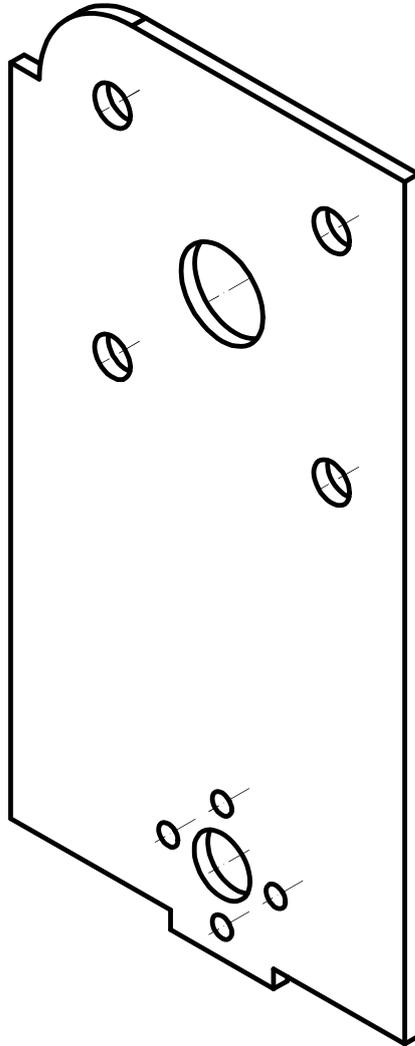
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Tapa de cabezal		Anexo: B	
Formato:			Nº Plano: 08	Pág. 1/1
A4				

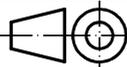


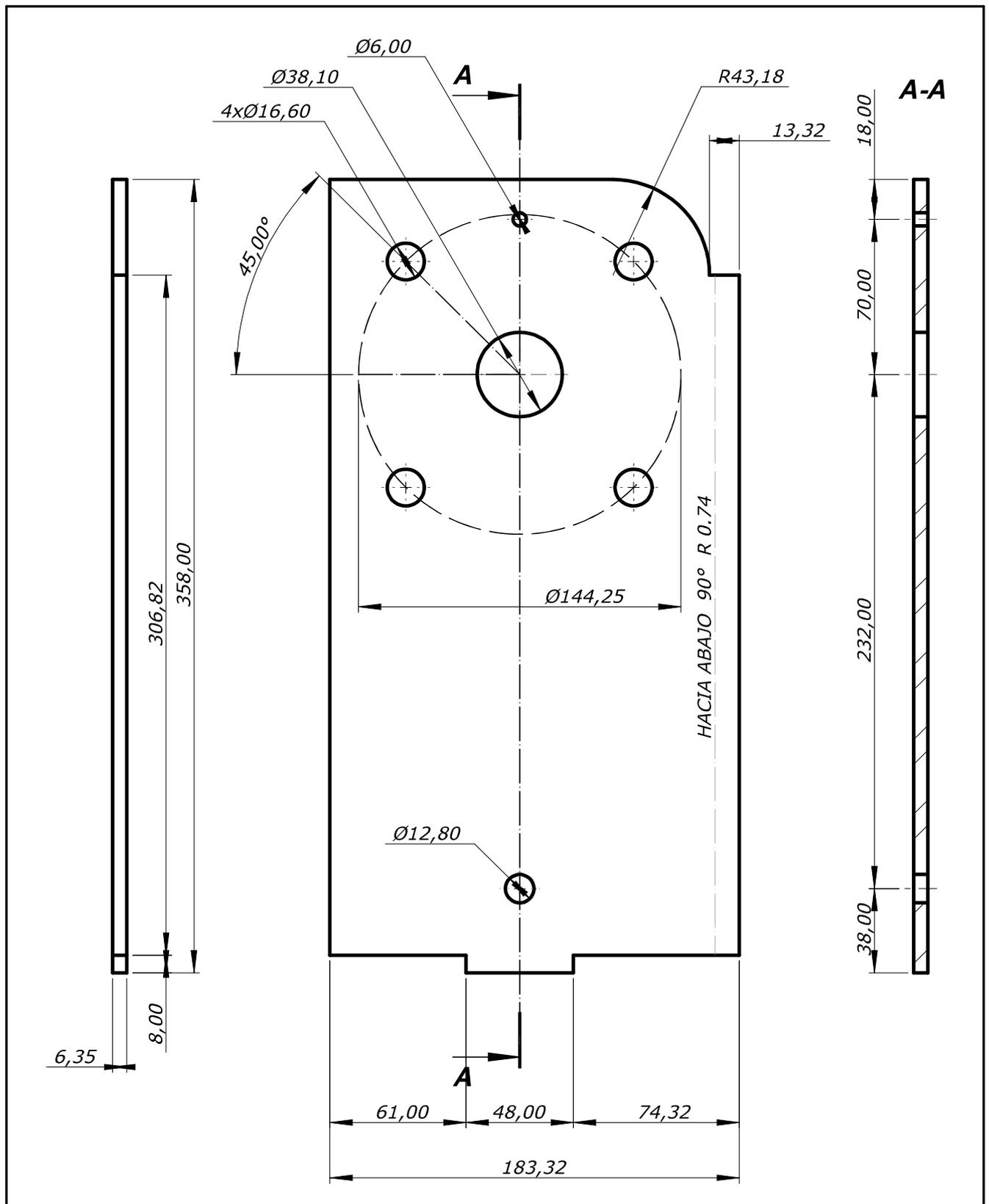
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Tapa frontal de Cabezal		Anexo:	
Formato:			B	
A4			Nº Plano:	Pág.
			09	1/1

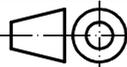


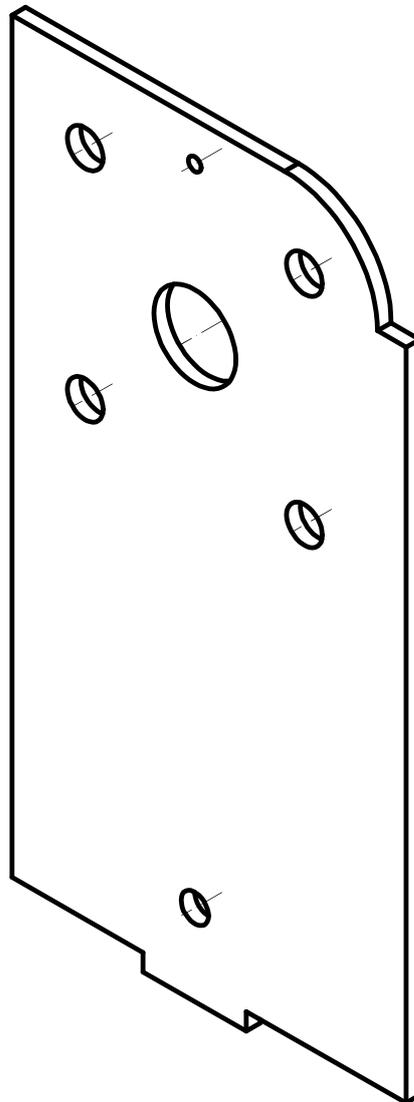
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2,5	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Tapa lateral derecha de cabezal</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: B	Anexo: B	
Formato: A4	N° Plano: 10	Pág. 1/2	

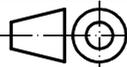


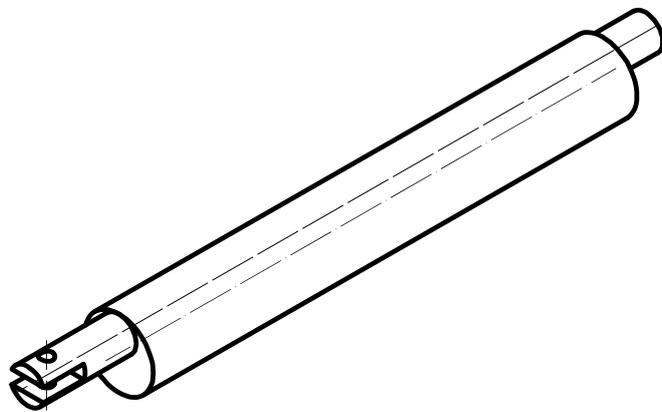
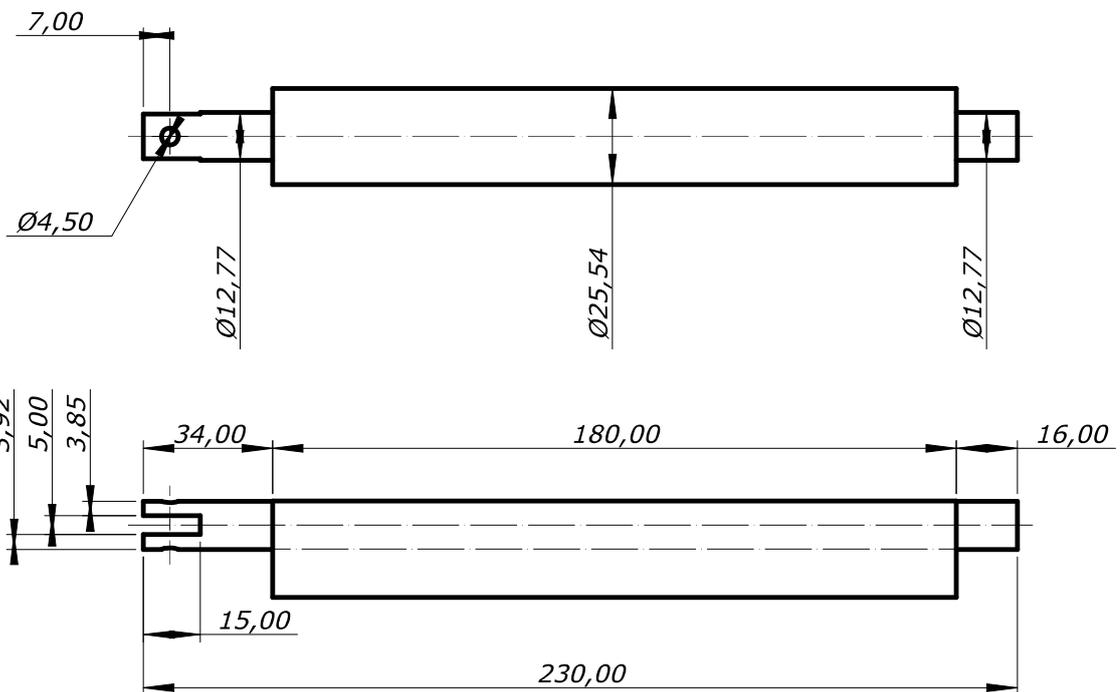
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor: AZCONA Pablo			
	Tutor: FUCCIO Walter			
	Escala: 1:2,5			
		Nº Anexo: B		
Formato: A4		Nº Plano: 10	Pág. 2/2	

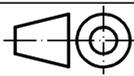


Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Tapa lateral izquierda de cabezal		
Formato:	A4		
Anexo:		B	
Nº Plano:		11	
		Pág. 1/2	

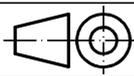


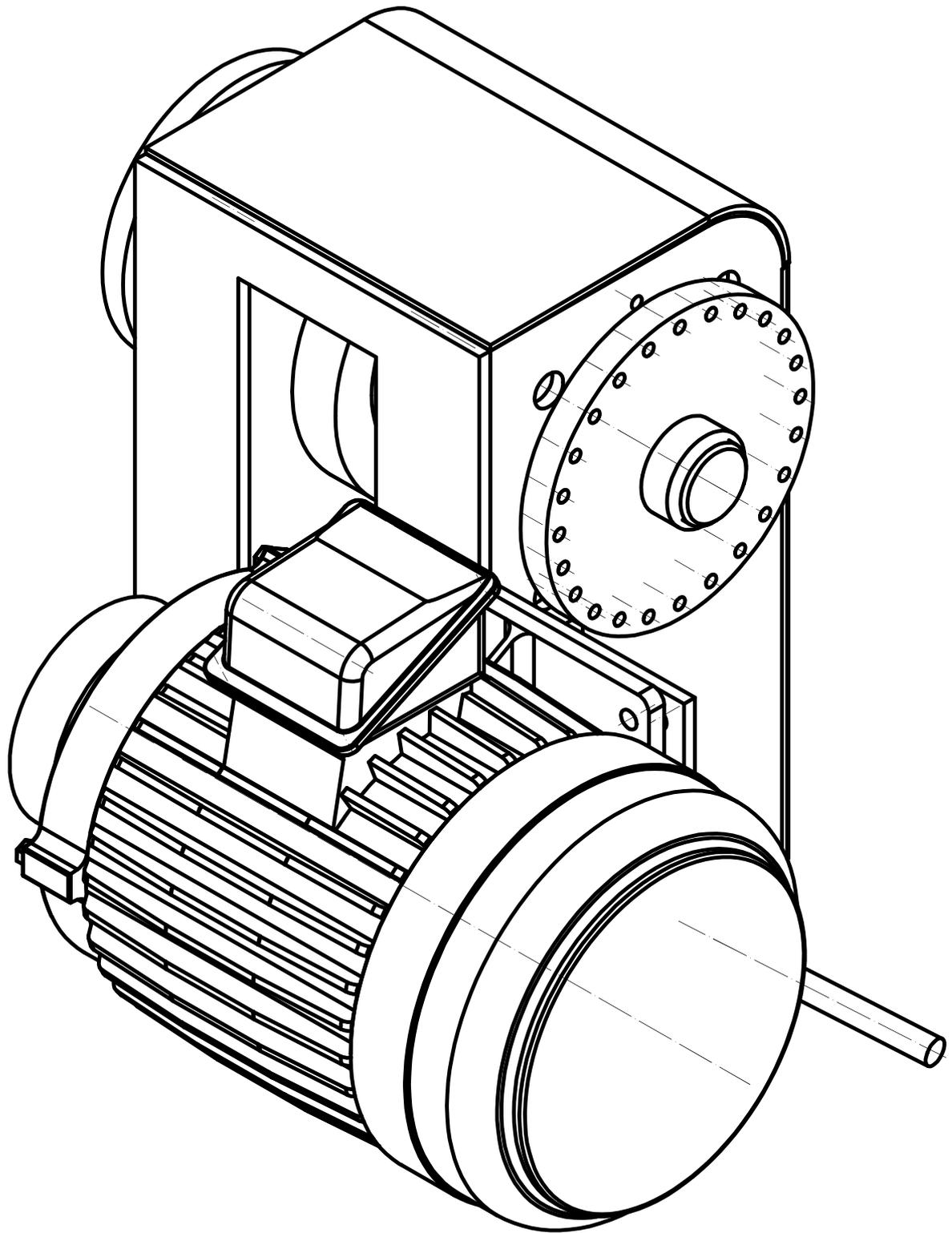
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"		
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar				
	Tutor: AZCONA Pablo				
	Tutor: FRUCCIO Walter				
	Escala: 1:2,5				Denominación: <i>Tapa lateral izquierda de cabezal</i>
		Anexo: B			
Formato: A4		Nº Plano: 11	Pág. 2/2		

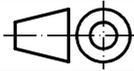


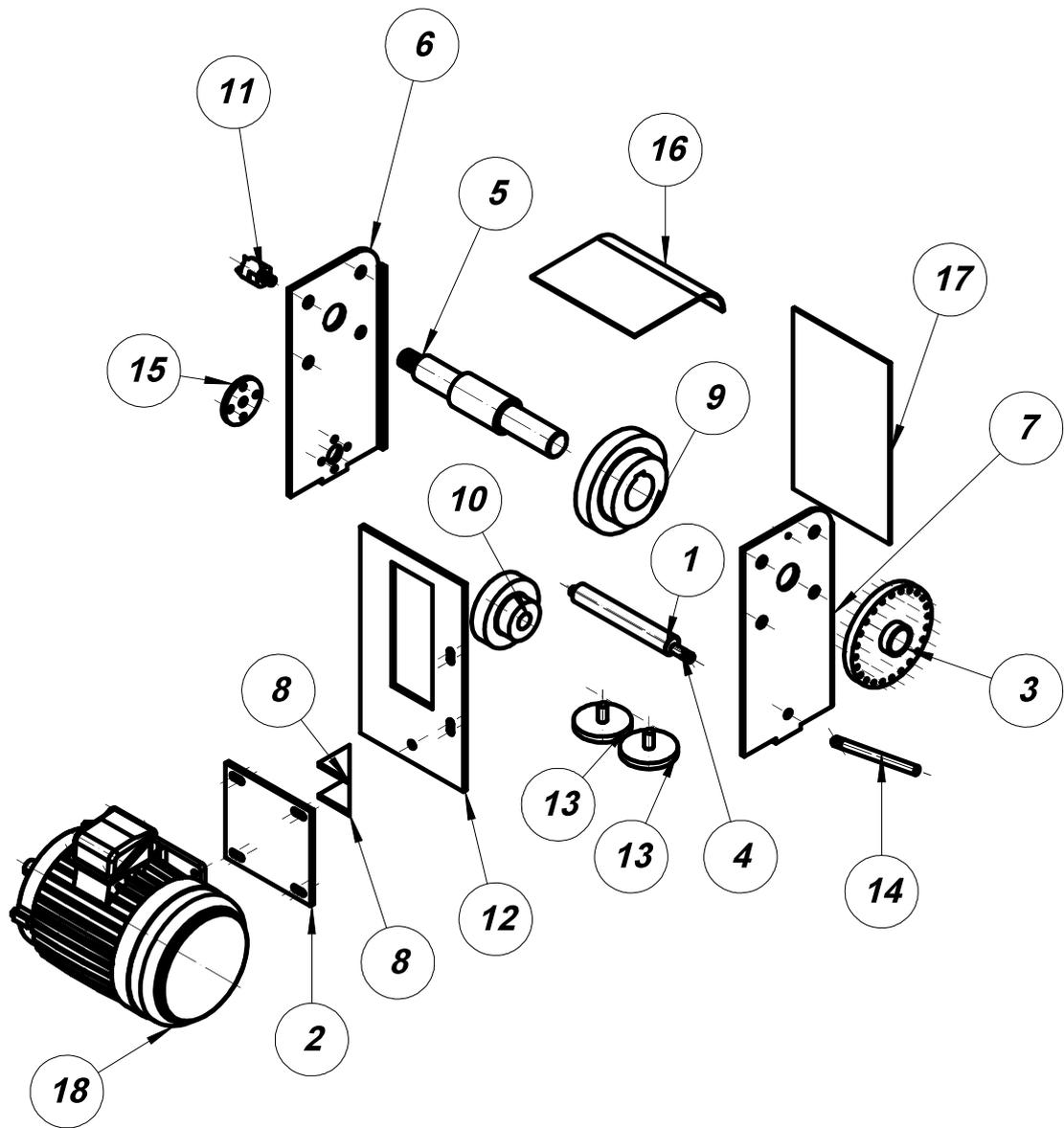
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Eje excéntrico de cabezal</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: B	
		Nº Plano: 12	Pág. 1/1

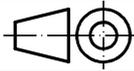
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	<i>Ajuste excentrico Cabezal</i>	1
2	<i>Base de Motor</i>	1
3	<i>Disco de indexado</i>	1
4	<i>Eje excentrico de cabezal</i>	1
5	<i>Eje de cabezal</i>	1
6	<i>Tapa lateral derecha de Cabezal</i>	1
7	<i>Tapa lateral izquierda de Cabezal</i>	1
8	<i>Nervio para base de motor</i>	2
9	<i>Polea Conducida</i>	1
10	<i>Polea Conductora</i>	1
11	<i>Punta de arrastre</i>	1
12	<i>Tapa trasera de cabezal</i>	1
13	<i>Torta de ajuste de cabezal</i>	2
14	<i>Manija de Excentrico</i>	1
15	<i>Tapa de Excentrico</i>	1
16	<i>Tapa de cabezal</i>	1
17	<i>Tapa frontal del cabezal</i>	1
18	<i>Motor WEG 1HP</i>	1
19	<i>Disco de ajuste</i>	1

Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
N/A	Vista explosionada de cabezal con disco de ajuste	Anexo:		B
		Nº Plano:		13
Formato:	A4			

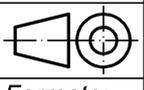


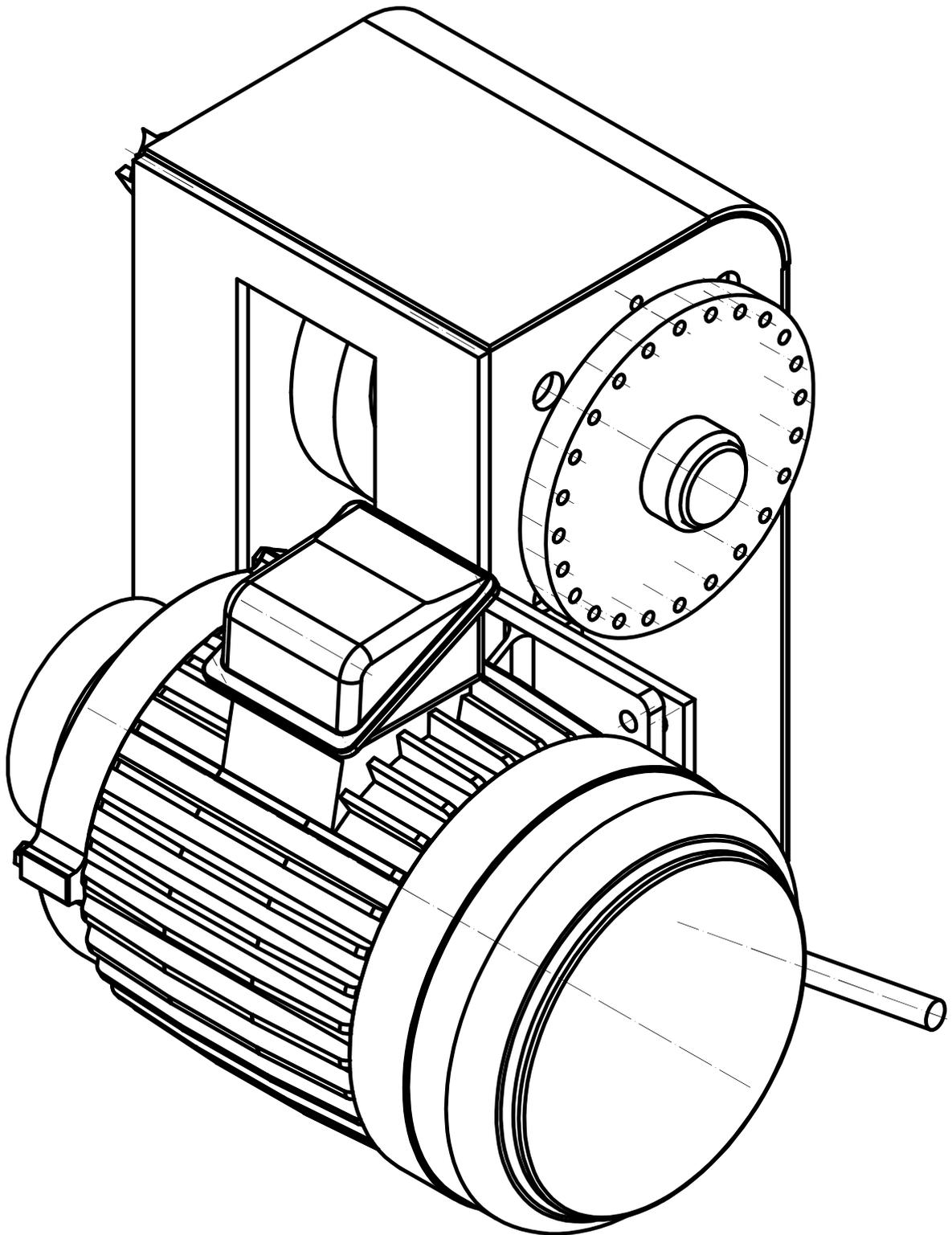
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2,5	Denominación: Vista explosionada de cabezal con disco de ajuste	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: B	N° Plano: 13	
Formato: A4	Pág. 3/3		

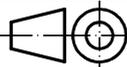


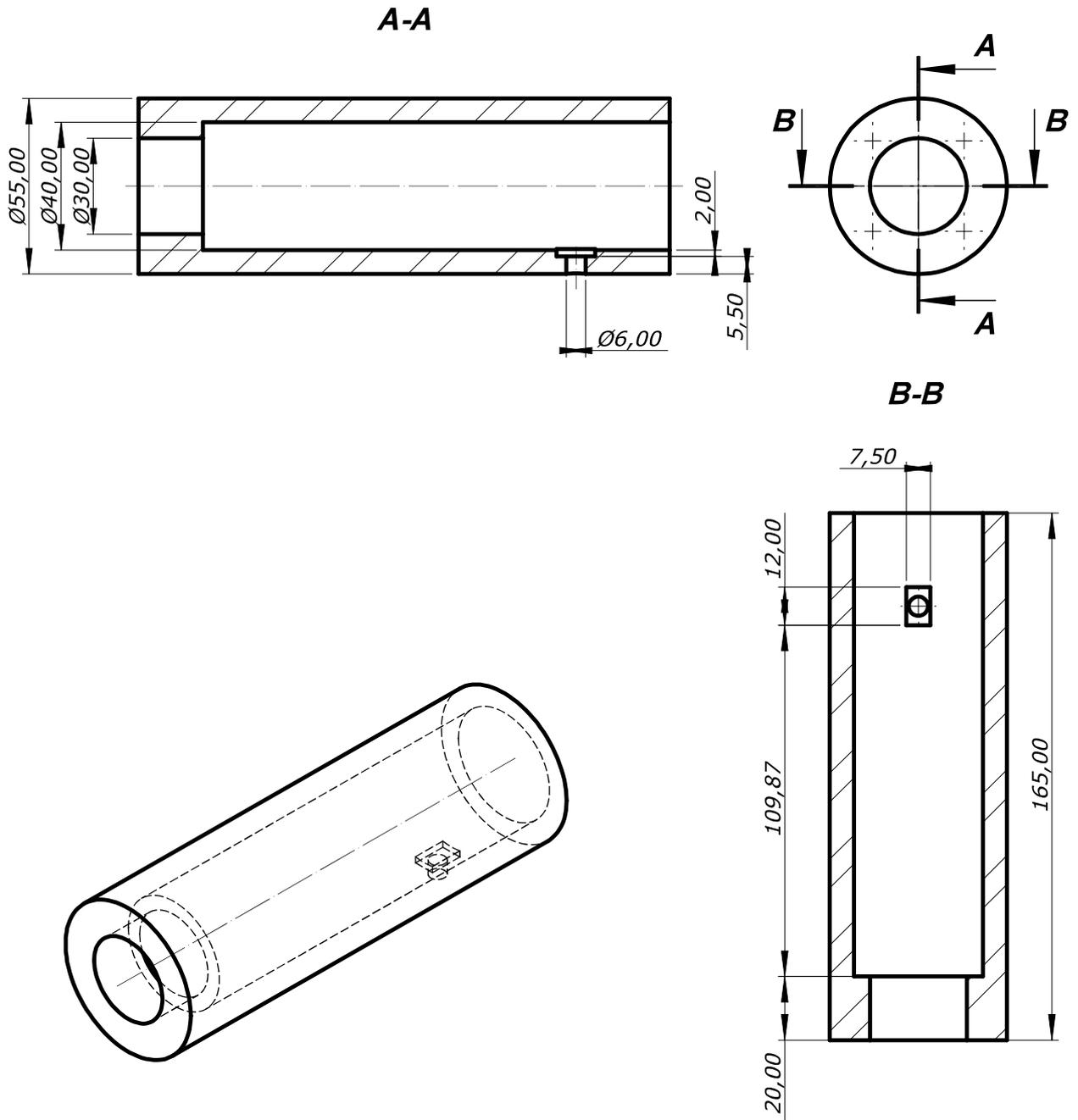
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:10	Denominación: <i>Vista explosionada de cabezal con punta de arrastre</i>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>
		Anexo: B	
Formato: A4		Nº Plano: 14	Pág. 1/3

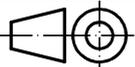
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	<i>Ajuste excentrico Cabezal</i>	1
2	<i>Base de motor</i>	1
3	<i>Disco de indexado</i>	1
4	<i>Eje excentrico de cabezal</i>	1
5	<i>Eje de cabezal</i>	1
6	<i>Tapa lateral derecha de Cabezal</i>	1
7	<i>Tapa lateral izquierda de Cabezal</i>	1
8	<i>Nervio para base de motor</i>	2
9	<i>Polea Conducida</i>	1
10	<i>Polea Conductor</i>	1
11	<i>Punta de arrastre comercial</i>	1
12	<i>Tapa trasera de cabezal</i>	1
13	<i>Torta de ajuste de cabezal</i>	2
14	<i>Manija de Excentrico</i>	1
15	<i>Tapa de Excentrico</i>	1
16	<i>Tapa de cabezal</i>	1
17	<i>Tapa frontal de cabezal</i>	1
18	<i>Motor WEG 1HP</i>	1

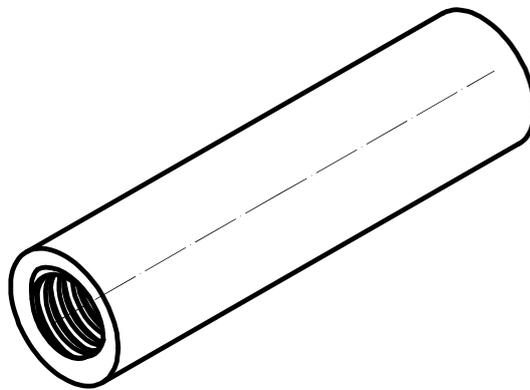
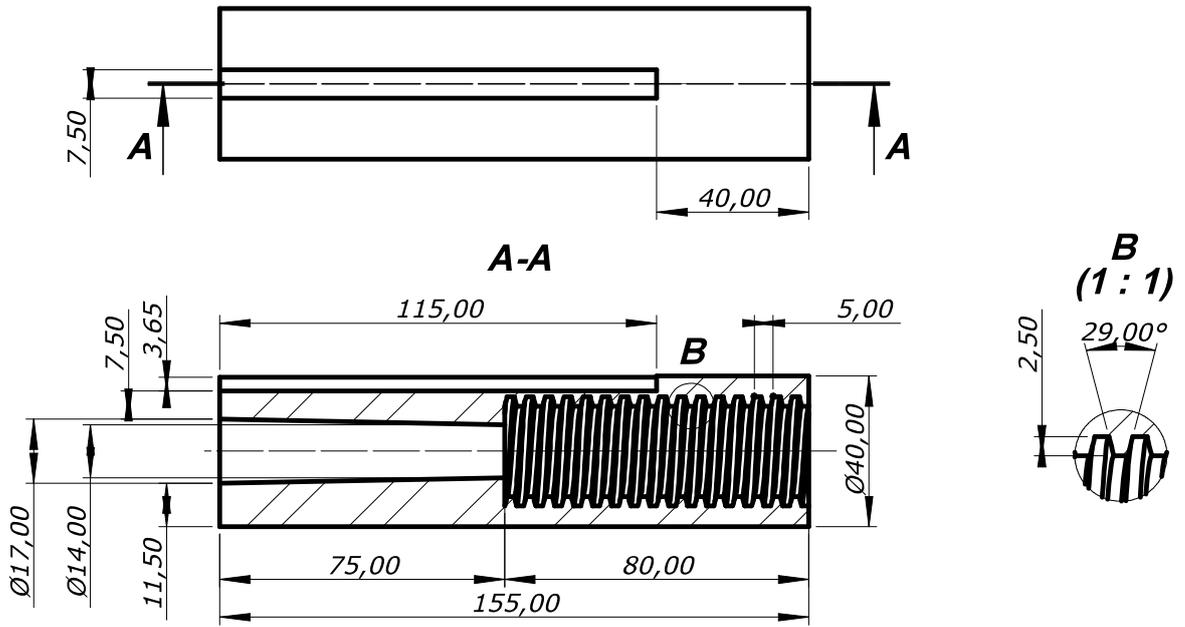
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
N/A	Vista explosionada de cabezal con punta de arrastre		
			
Formato:		Anexo: B	
A4		Nº Plano: 14	Pág. 2/3

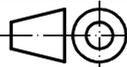


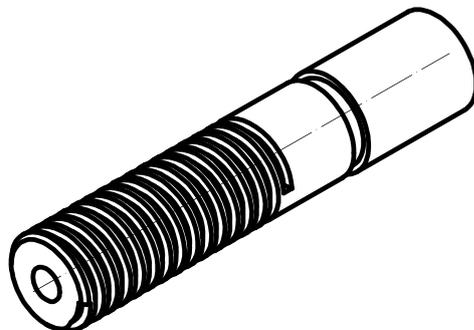
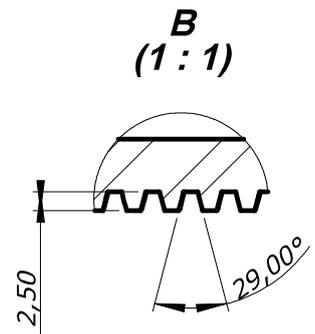
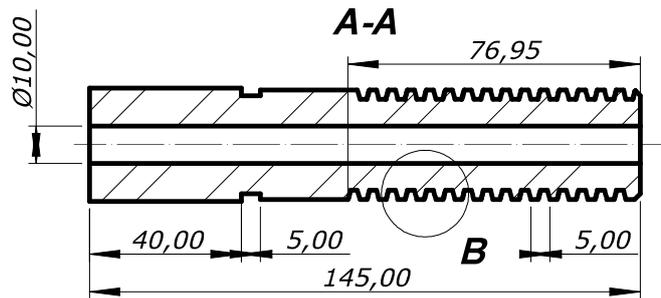
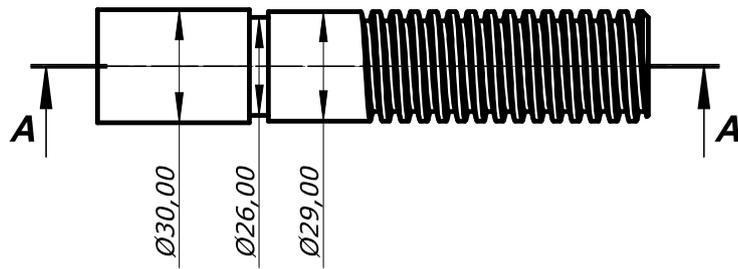
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2,5	Denominación: <i>Vista explosionada de cabezal con punta de arrastre</i>	Anexo: B
	Formato: A4	Nº Plano: 14	Pág. 3/3

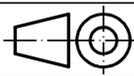


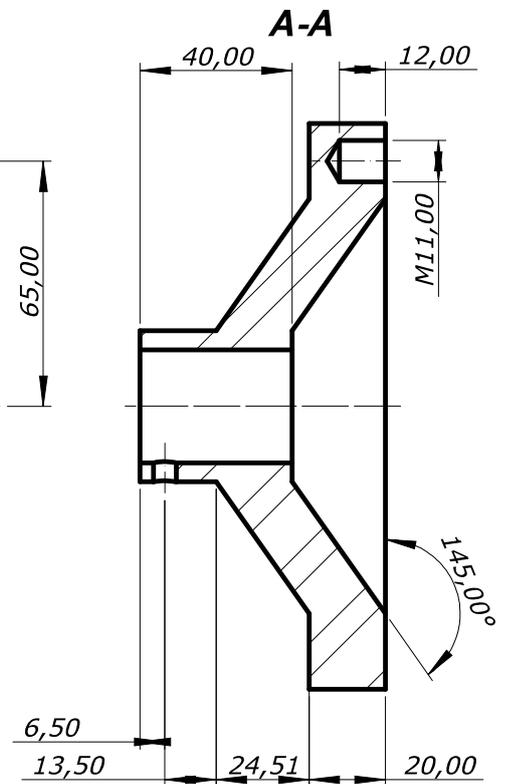
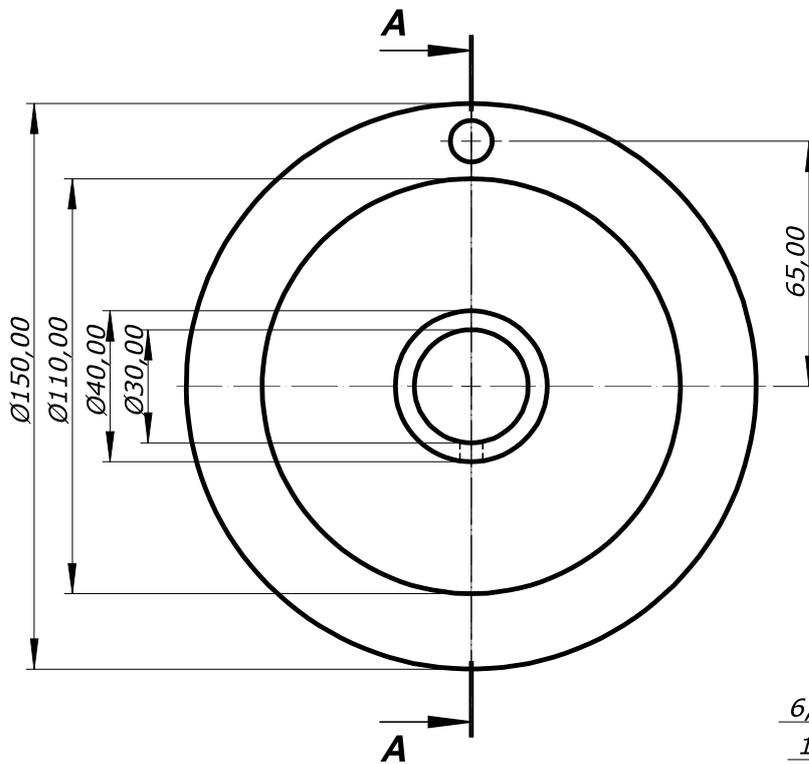
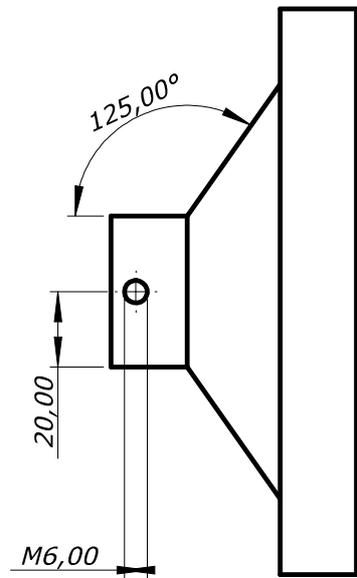
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Escala:	Denominación:		
	1:2	Camisa de contrapunta	Anexo: C	
	Formato:	A4	Nº Plano: 01	Pág. 1/1



Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Camisa hueca ranurada y roscada</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: C	N° Plano: 02	
Formato: A4	Pág. 1/1		



Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 		
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor:	AZCONA Pablo	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"		
	Tutor:	FRUCCIO Walter			
	Escala:	Denominación:			
1:2	Eje roscado hueco		Anexo:	C	
	Formato:			Nº Plano:	03
A4			Pág.	1/1	



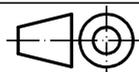
Tolerancias
Generales
1mm

Autor: LIMA Fernando Nicolás
Autor: PERALTA Jonathan Oscar
Tutor: AZCONA Pablo
Tutor: FRUCCIO Walter

Escala: Denominación:

1:2

Manija de contrapunta



Formato:
A4



**PROYECTO Y DISEÑO
FINAL DE INGENIERÍA**

"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO
DE TORNO PARA MADERA"

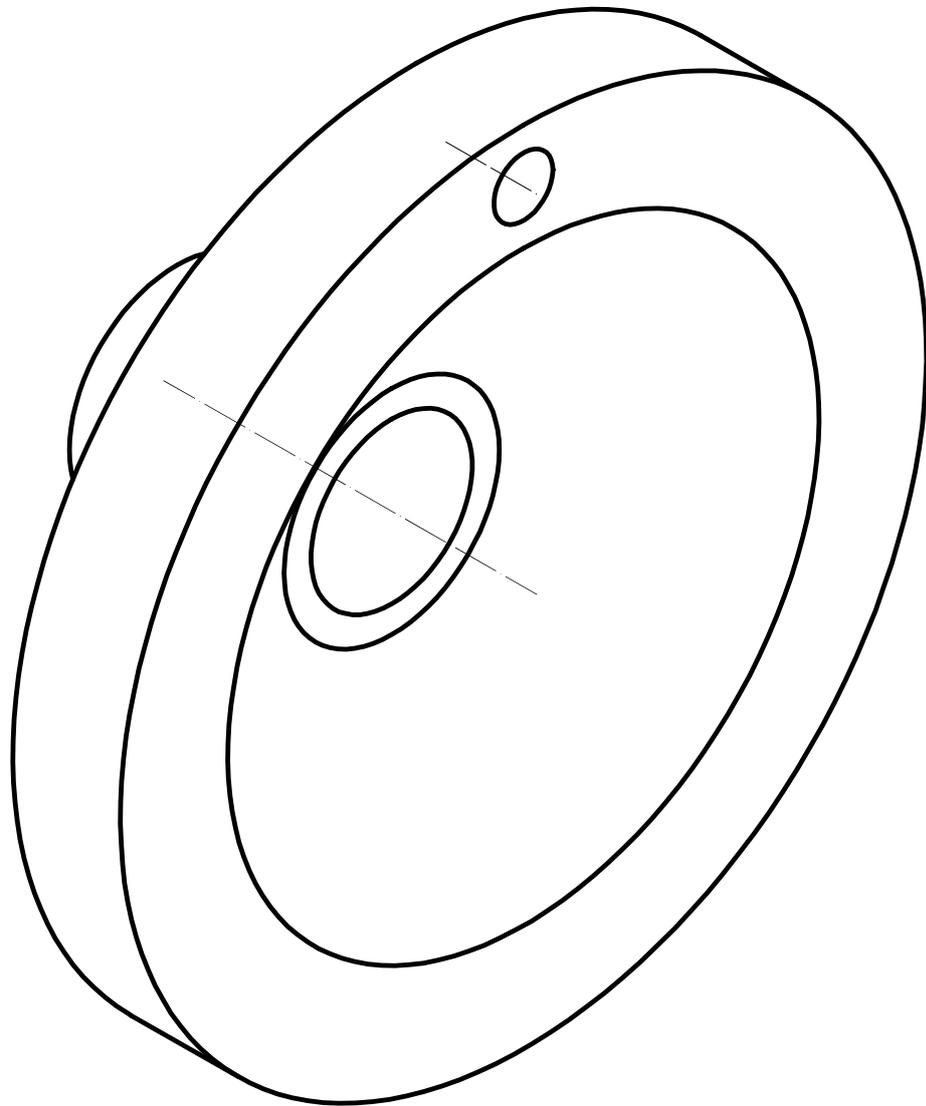
Anexo:

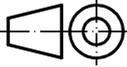
C

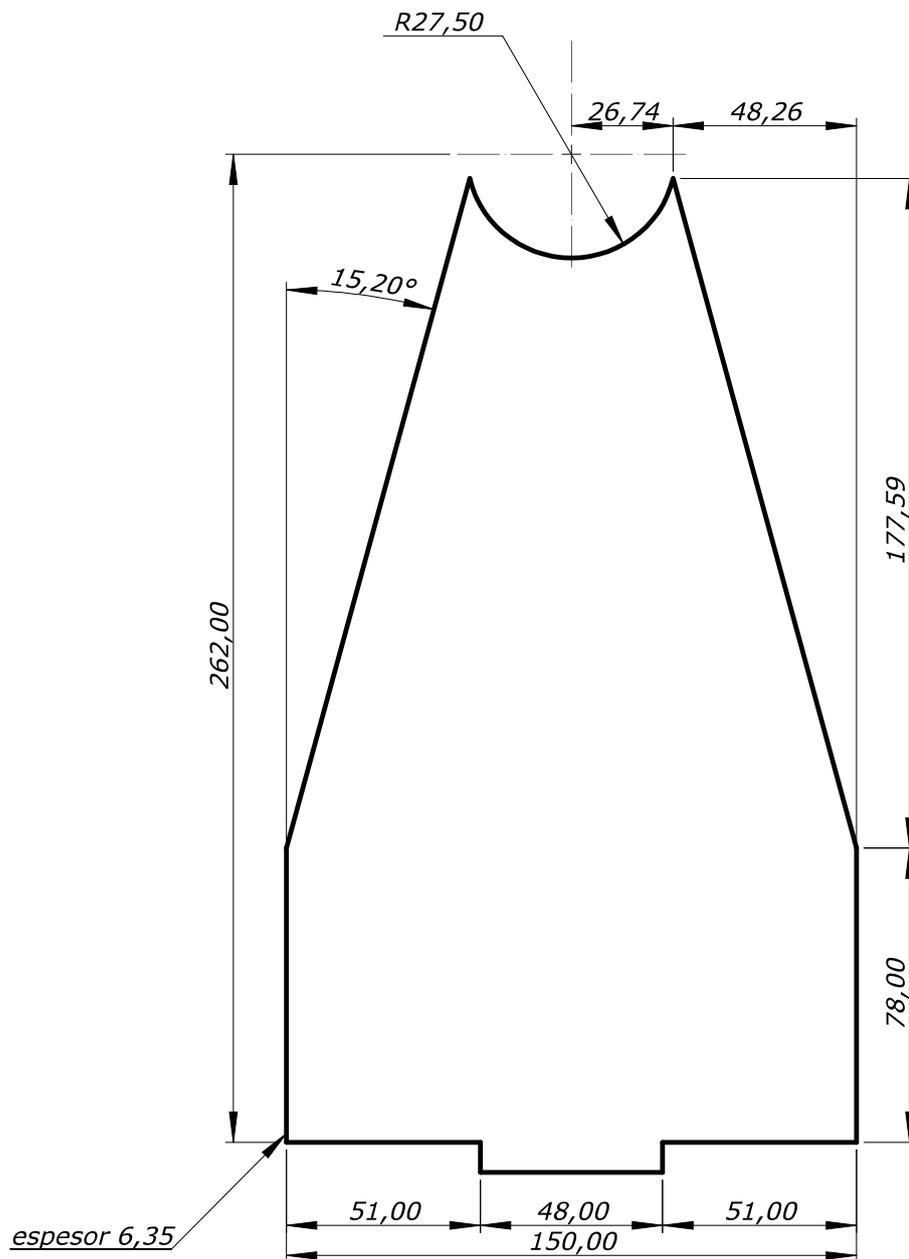
Nº Plano:

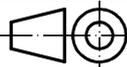
04

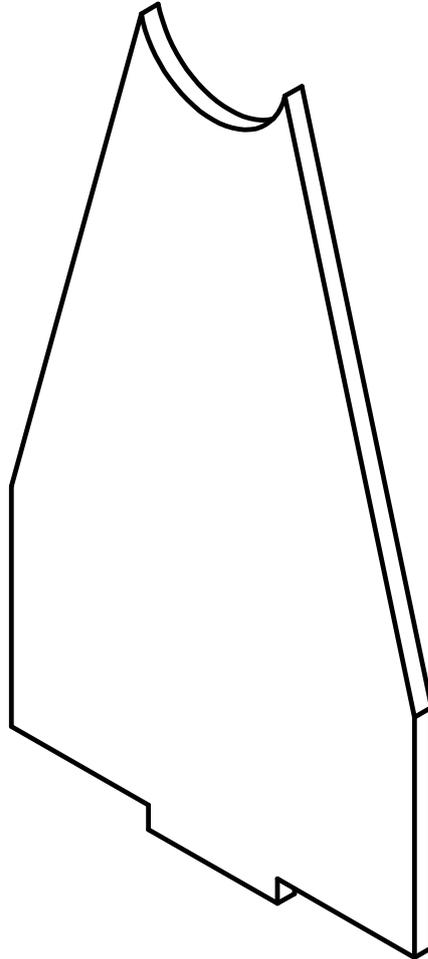
Pág.
1/2

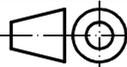


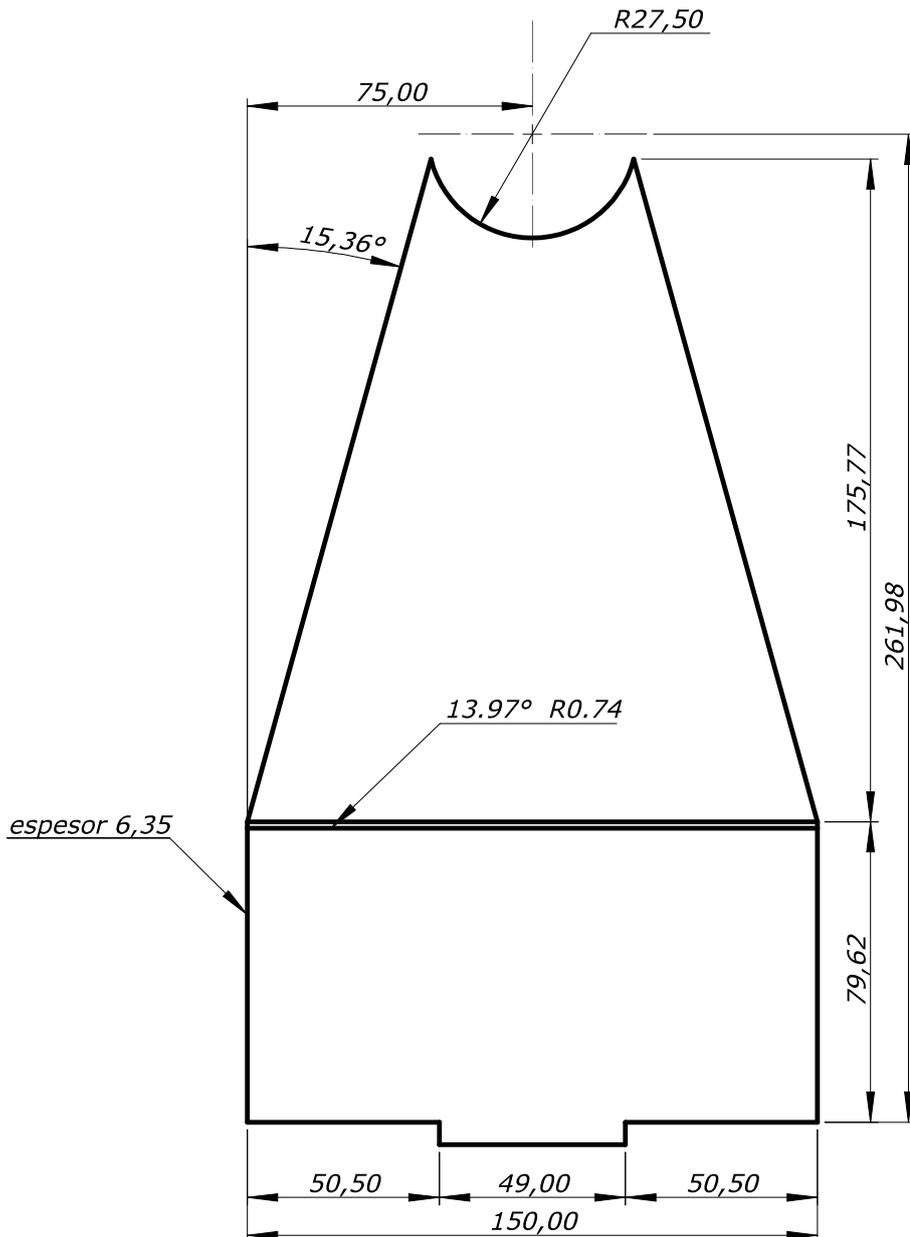
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	1:1 Manija de contrapunta		Anexo: C	
Formato:			Nº Plano: 04	Pág. 2/2
A4				

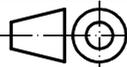


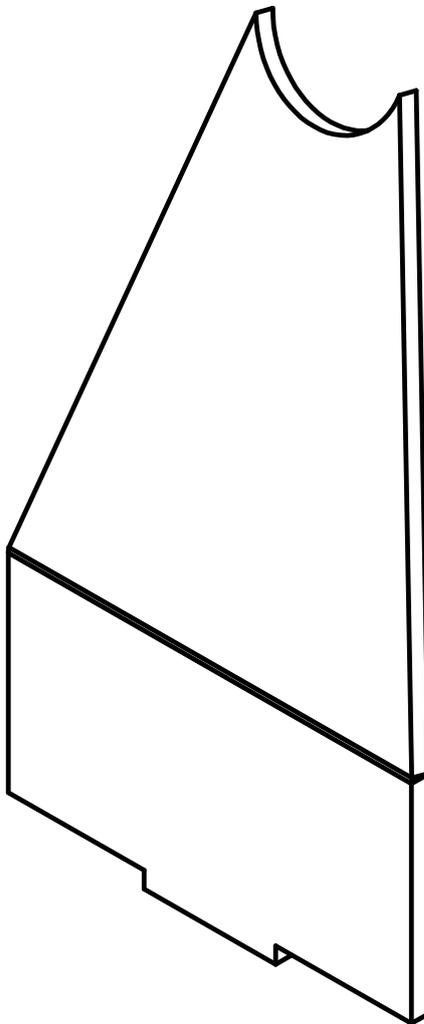
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Lateral izquierdo de contrapunta		Anexo:	
Formato:			C	
A4			Nº Plano:	Pág.
			05	1/2

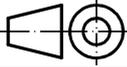


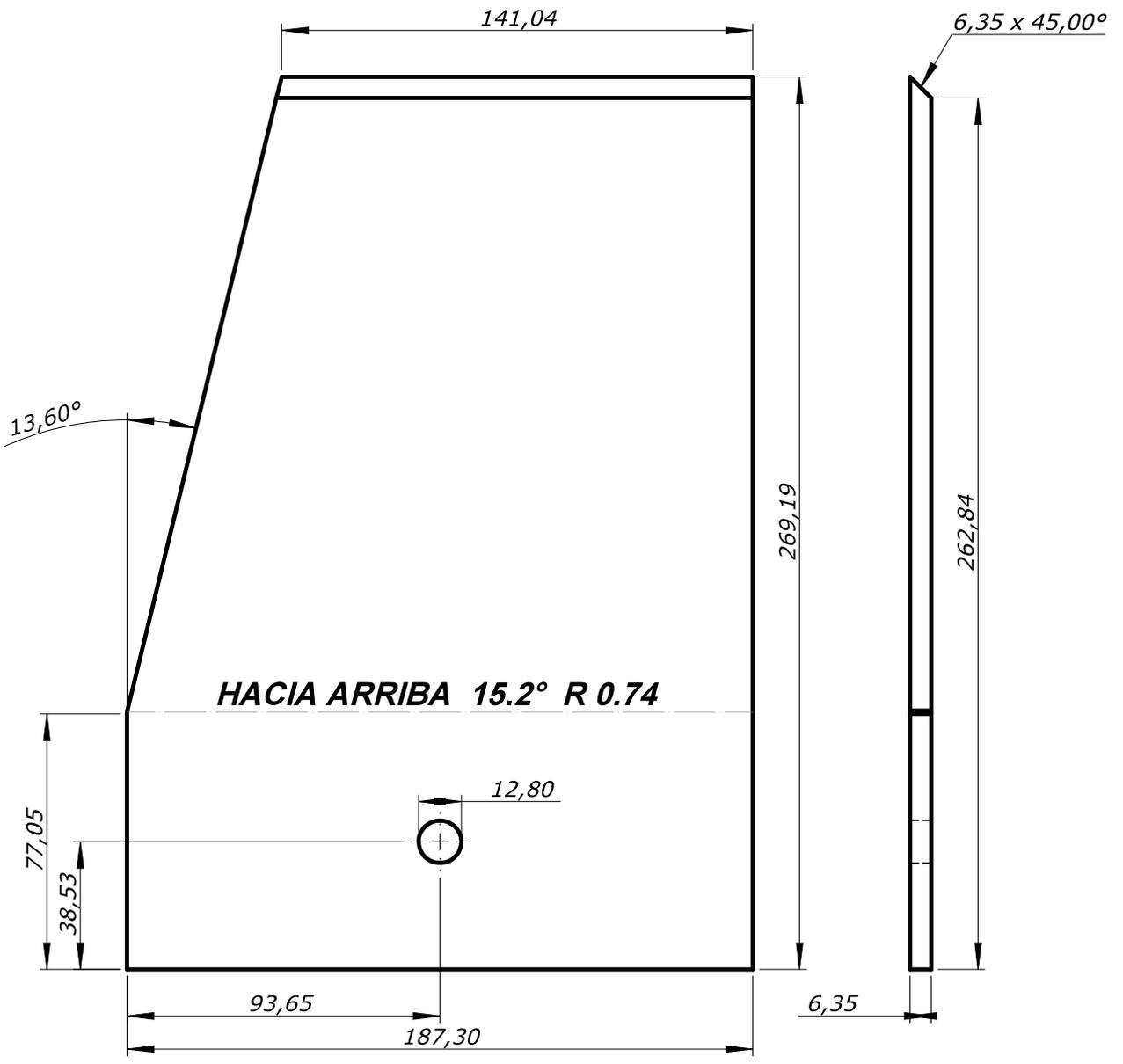
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Lateral izquierdo de contrapunta		Anexo:	
Formato:			C	
A4			Nº Plano:	Pág.
			05	2/2

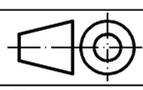


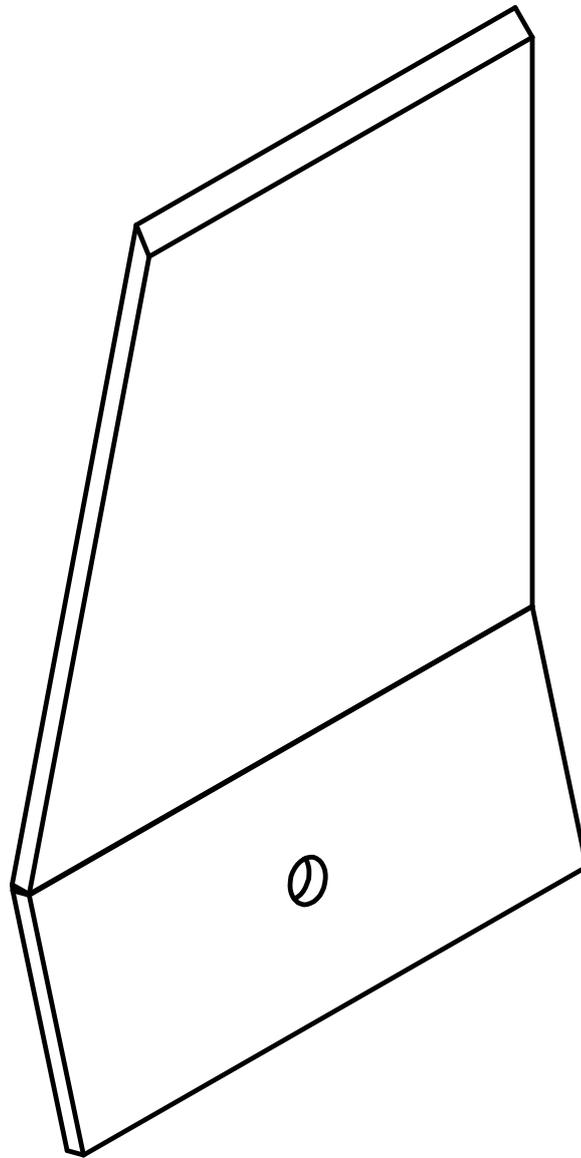
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2	Denominación: <i>Lateral derecho de contrapunta</i>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: C	
		Nº Plano: 06	Pág. 1/2

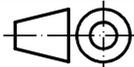


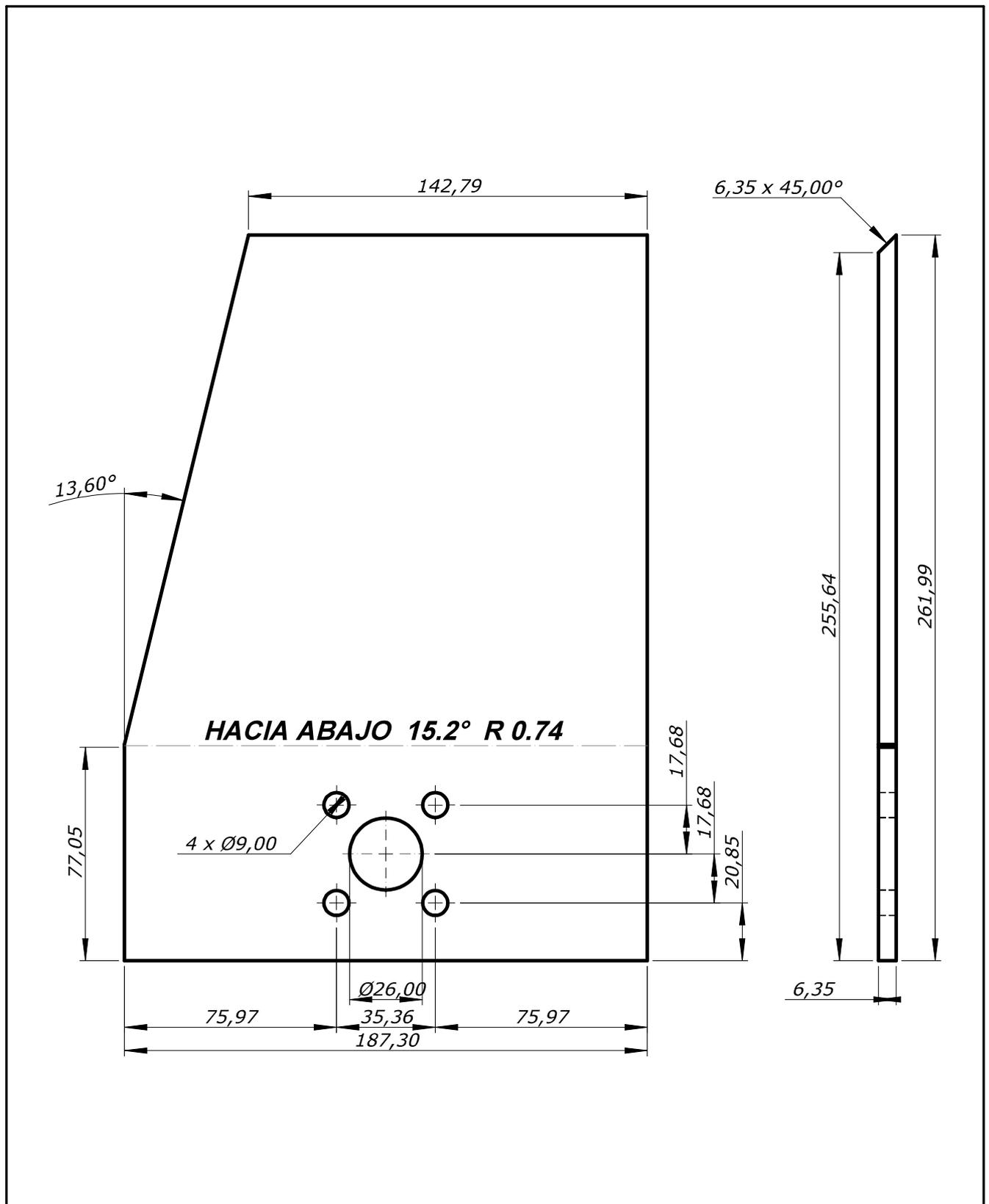
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Lateral derecho de contrapunta		Anexo:	C
Formato:			Nº Plano:	06
A4				

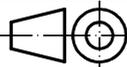


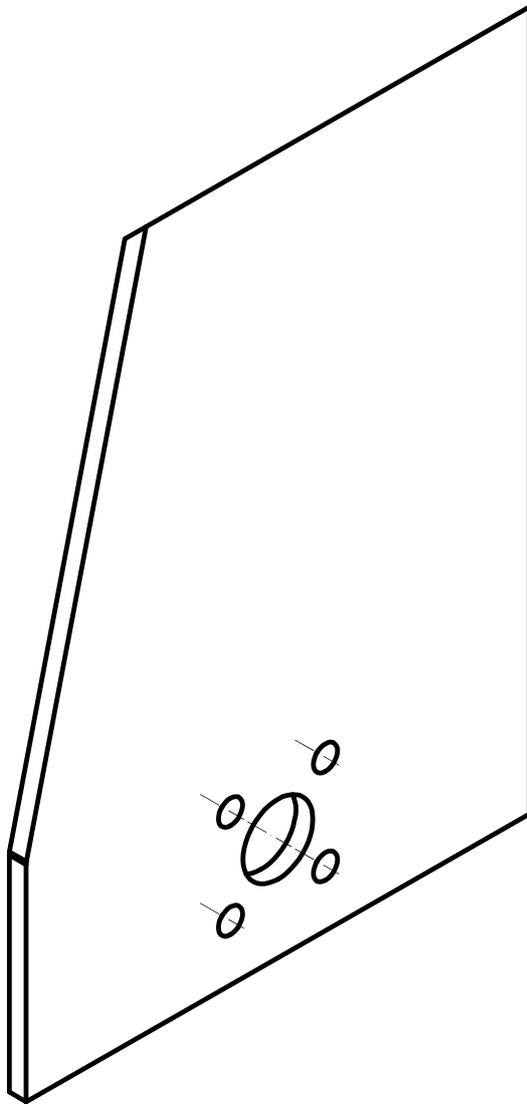
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h3>Tapa frontal de contrapunta</h3>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNIO PARA MADERA"
	Anexo: C	N° Plano: 07	
Formato: A4	Pág. 1/2		

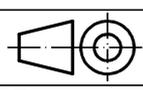


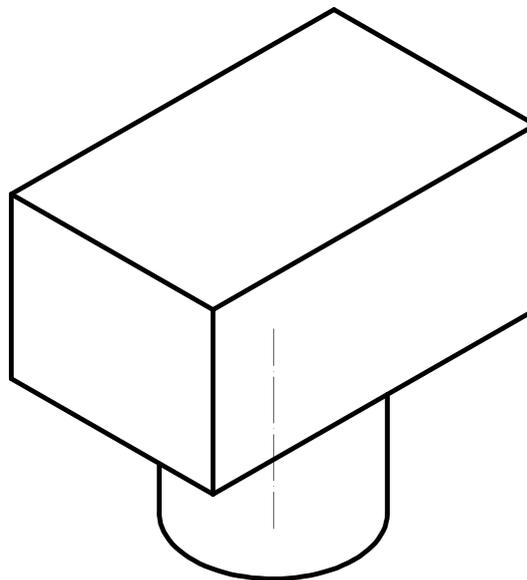
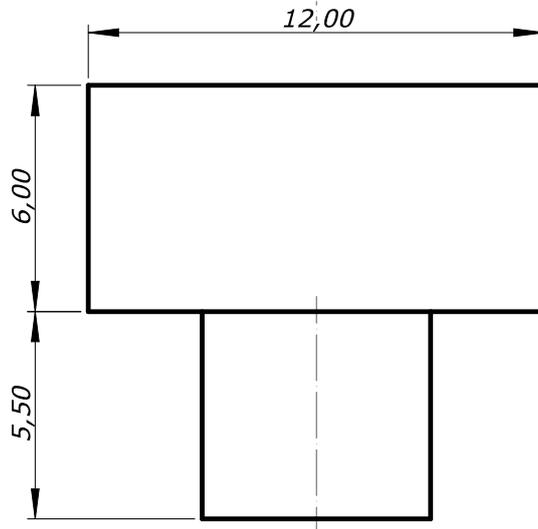
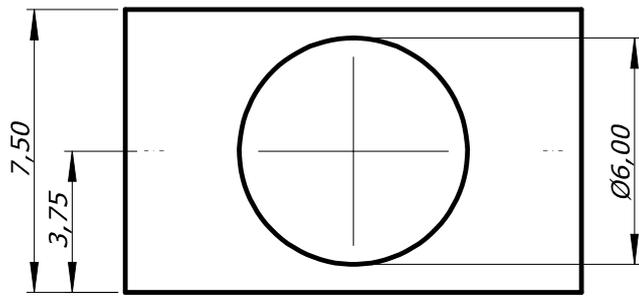
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Tapa frontal de contrapunta		Anexo:	
Formato:			C	
A4			Nº Plano:	07
				Pág.
				2/2

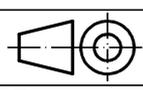


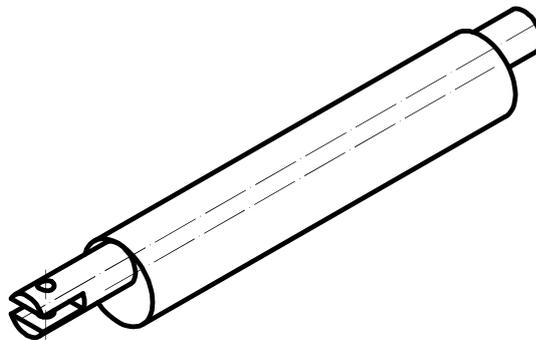
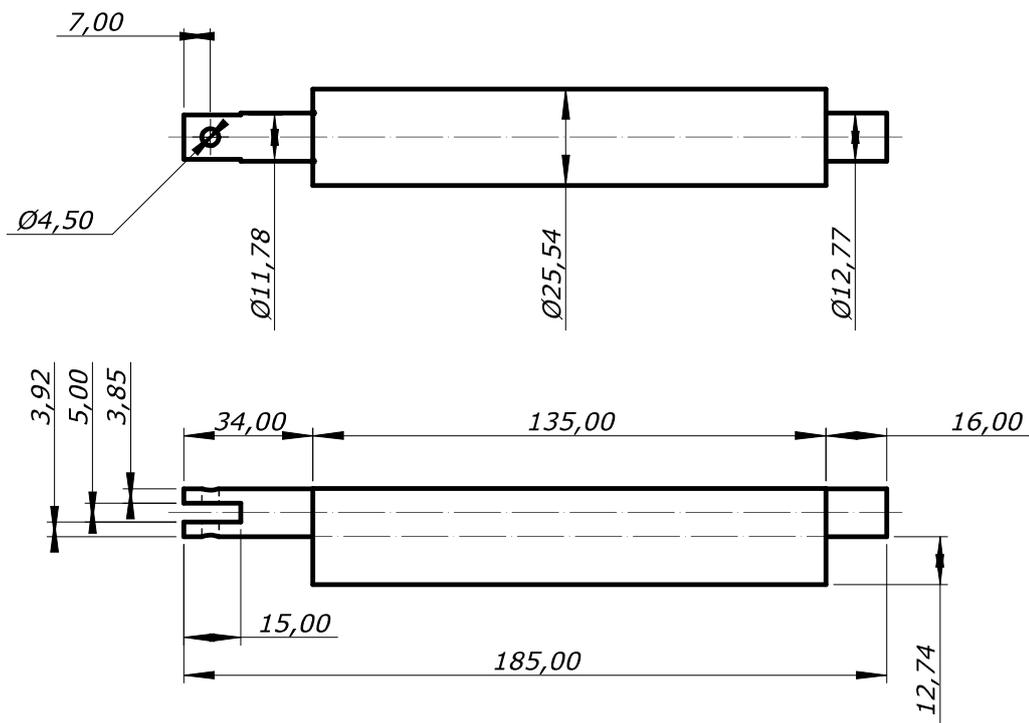
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: Tapa trasera de contrapunta	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: C	N° Plano: 08	
Formato: A4	Pág. 1/2		

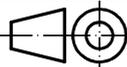


Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor: AZCONA Pablo	
	Tutor: FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Tapa trasera de contrapunta</h2>
	Anexo: C	
Formato: A4	Nº Plano: 08	Pág. 2/2

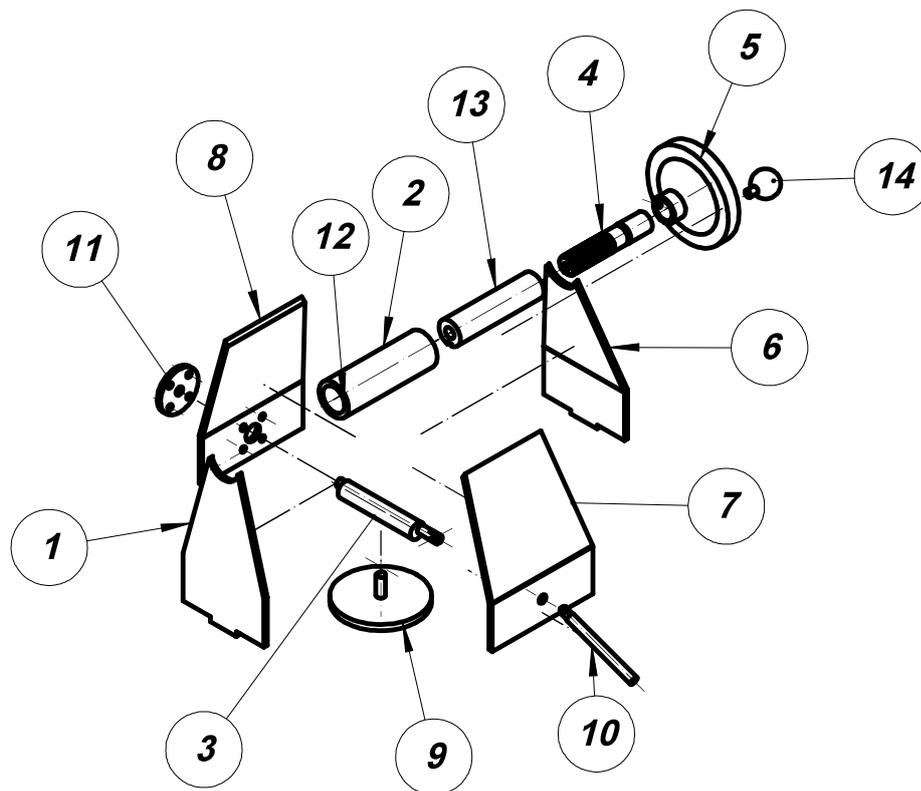


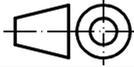
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 5:1	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Perno de fijación	Anexo: C	
Formato: A4		Nº Plano: 09	Pág. 1/1

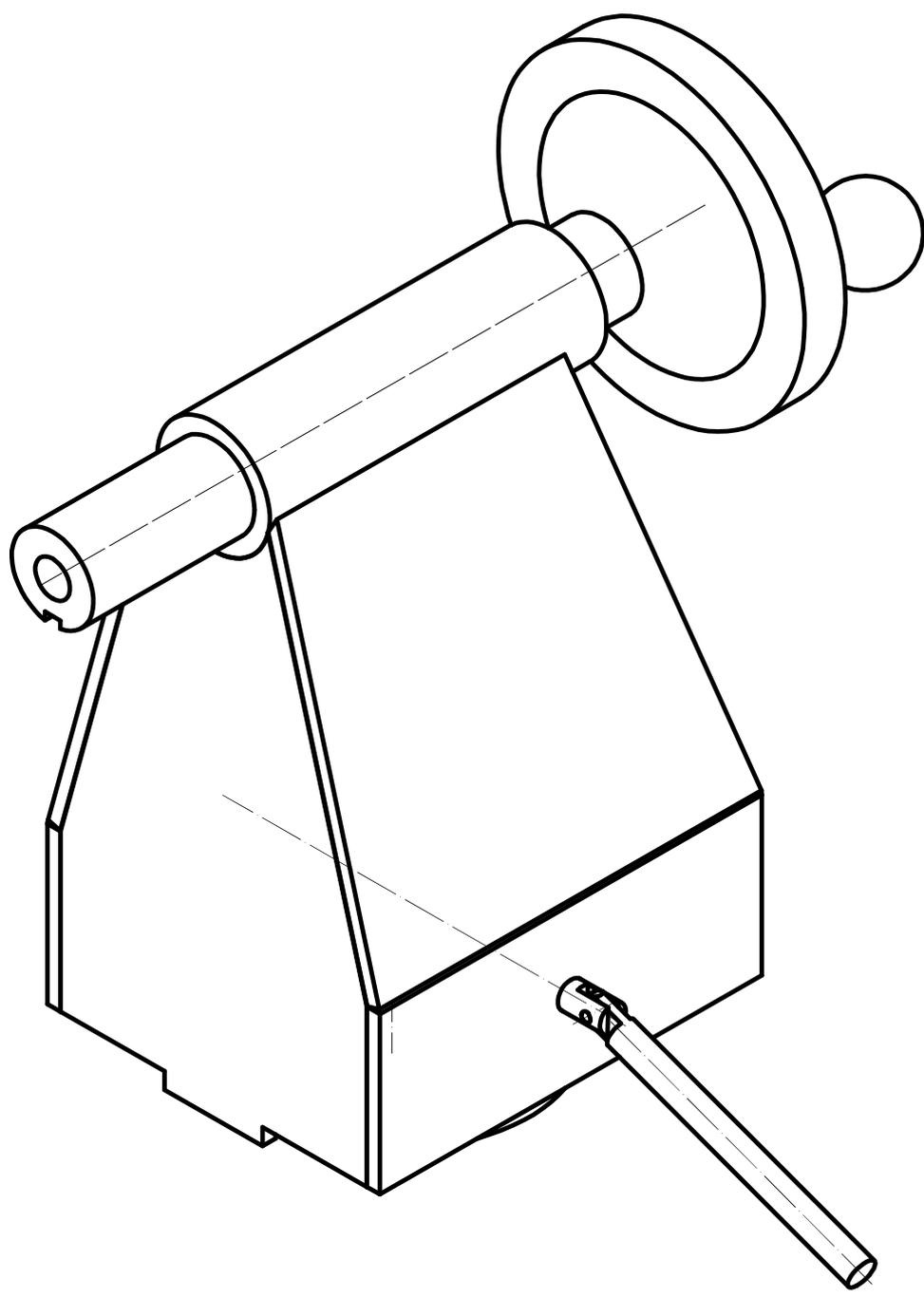


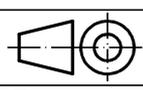
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Eje excéntrico de contrapunta</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Formato: A4	Anexo: C	
		Nº Plano: 10	Pág. 1/1

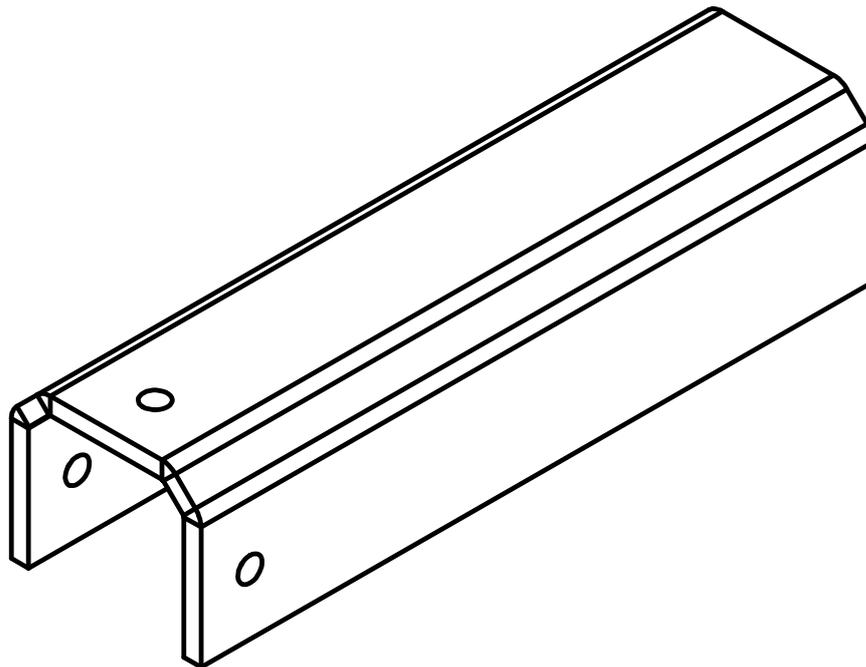
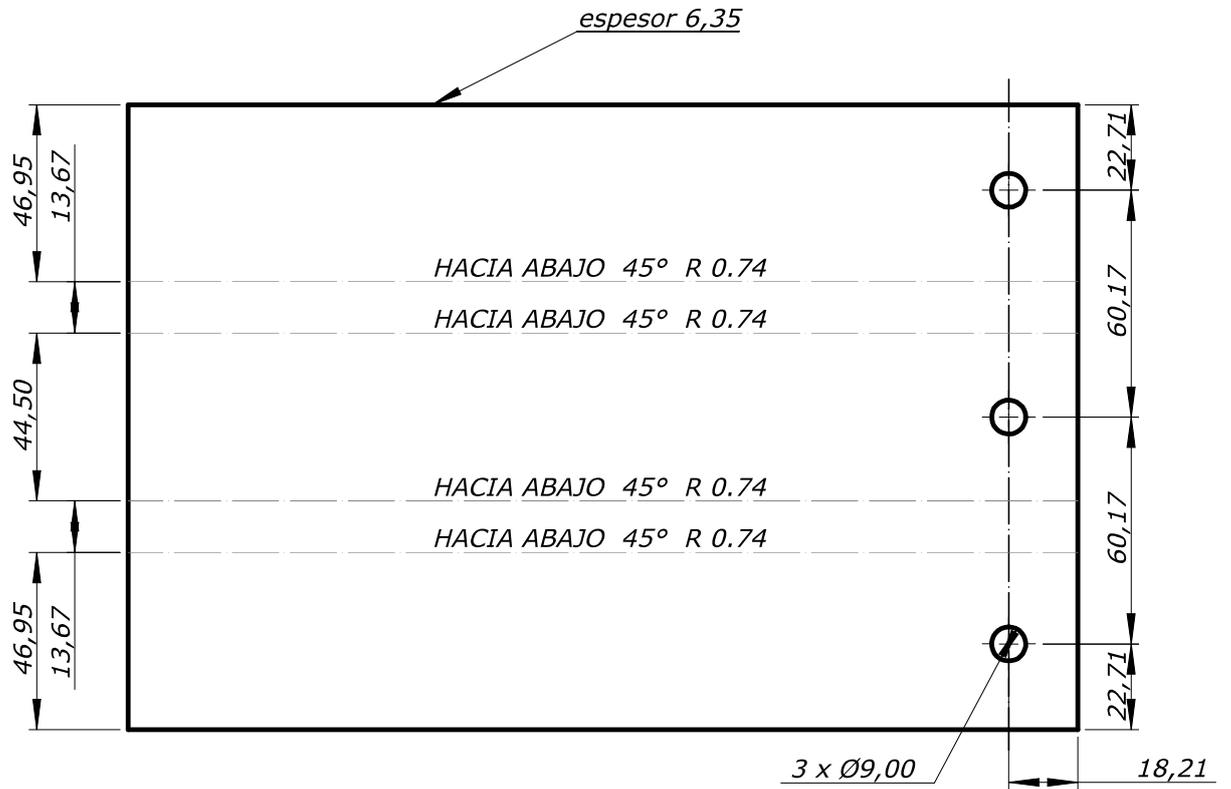
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Lateral izquierdo de contrapunta	1
2	Camisa de contra punta	1
3	Eje excentrico de contrapunta	1
4	Eje roscado hueco	1
5	Manija de contra punta	1
6	Tapa lateral derecha de contrapunta	1
7	Tapa frontal de contrapunta	1
8	Tapa trasera de contrapunta	1
9	Torta de ajuste	1
10	Manija de Excentrico	1
11	Tapa de Excentrico	1
12	Perno de Fijacion	1
13	Camisa hueca ranurada y roscada	1
14	Manija esférica comercial	1

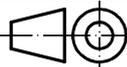


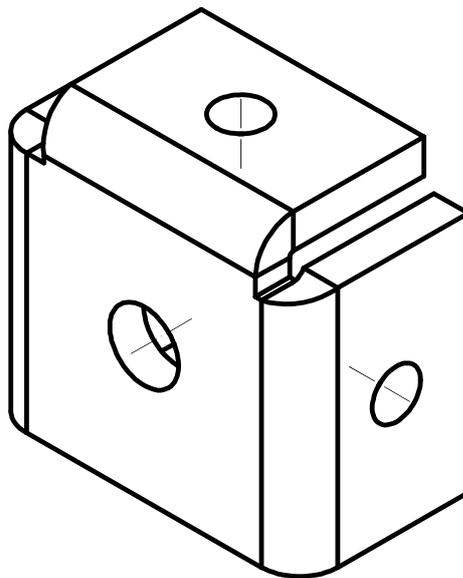
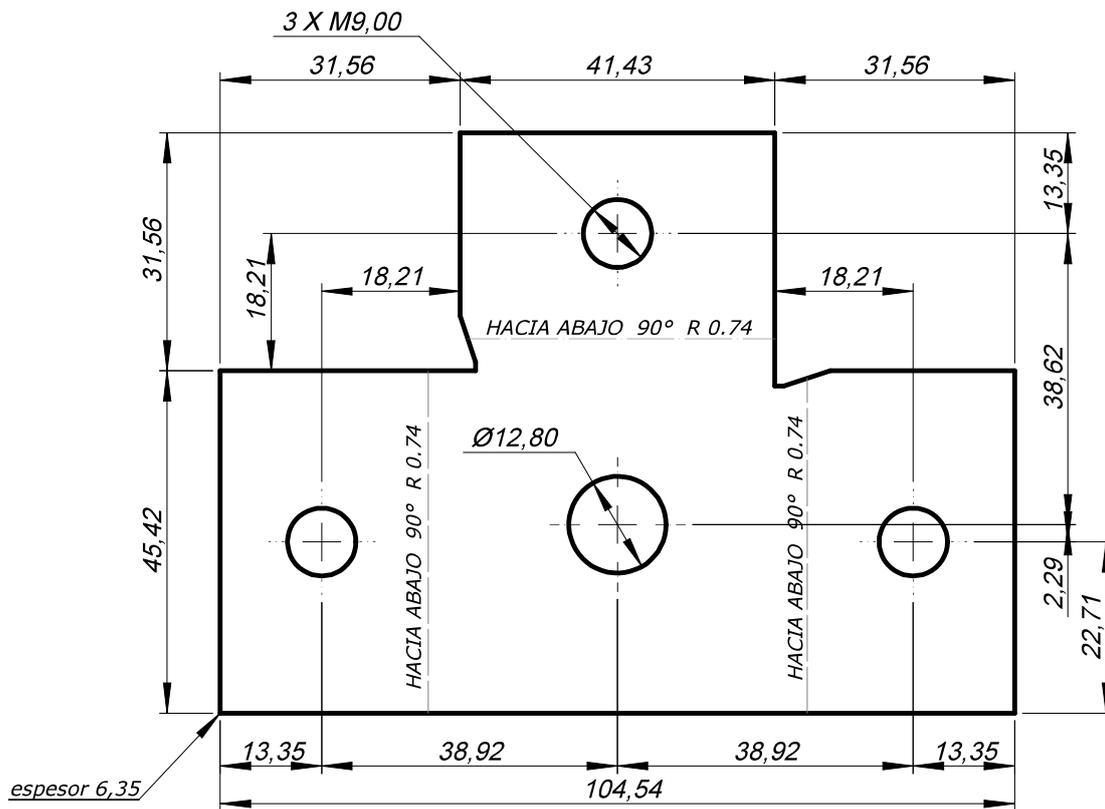
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor: AZCONA Pablo			
	Tutor: FRUCCIO Walter		Denominación:	Anexo: C
	Escala: 1:10 		Vista explosionada de Contrapunta	Nº Plano: 11
Formato: A4				

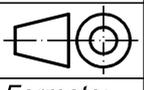


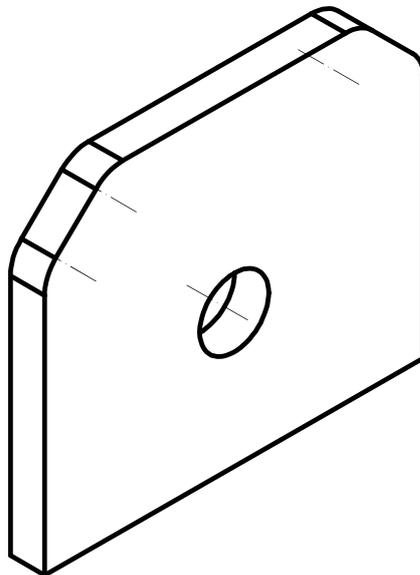
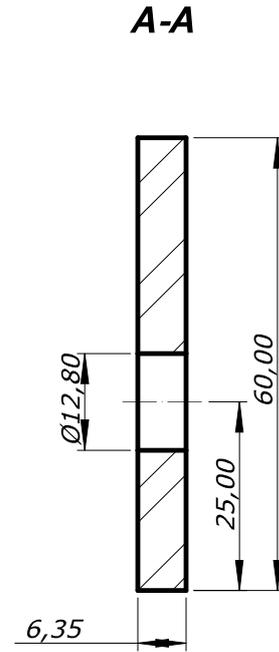
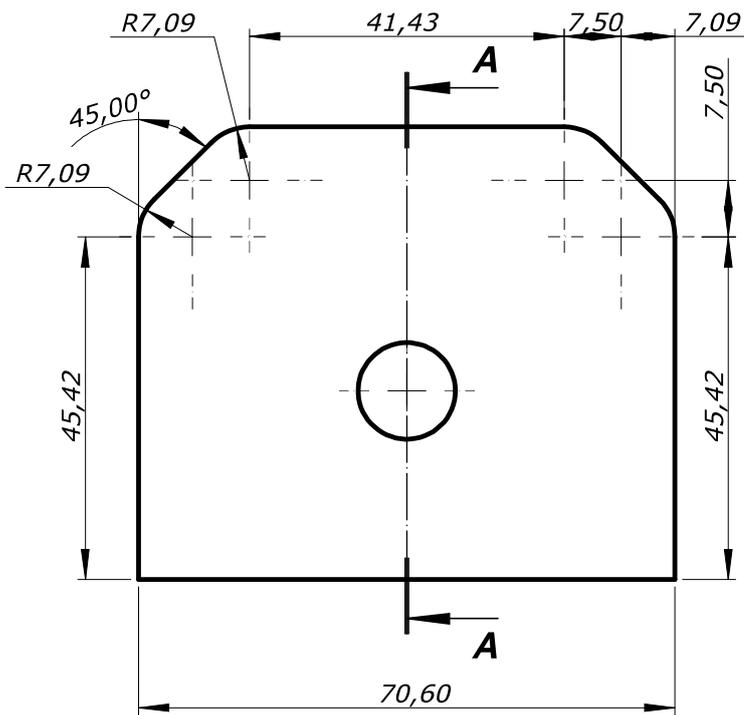
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor: AZCONA Pablo			
	Tutor: FRUCCIO Walter		Anexo: C	
	Escala: 1:2,5 	Denominación: Vista explosionada de Contrapunta	Nº Plano: 11	Pág. 2/2
Formato: A4				

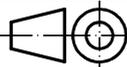


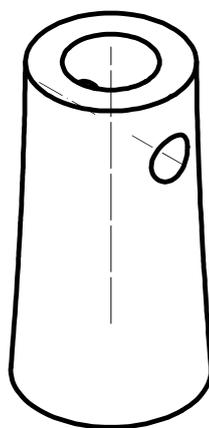
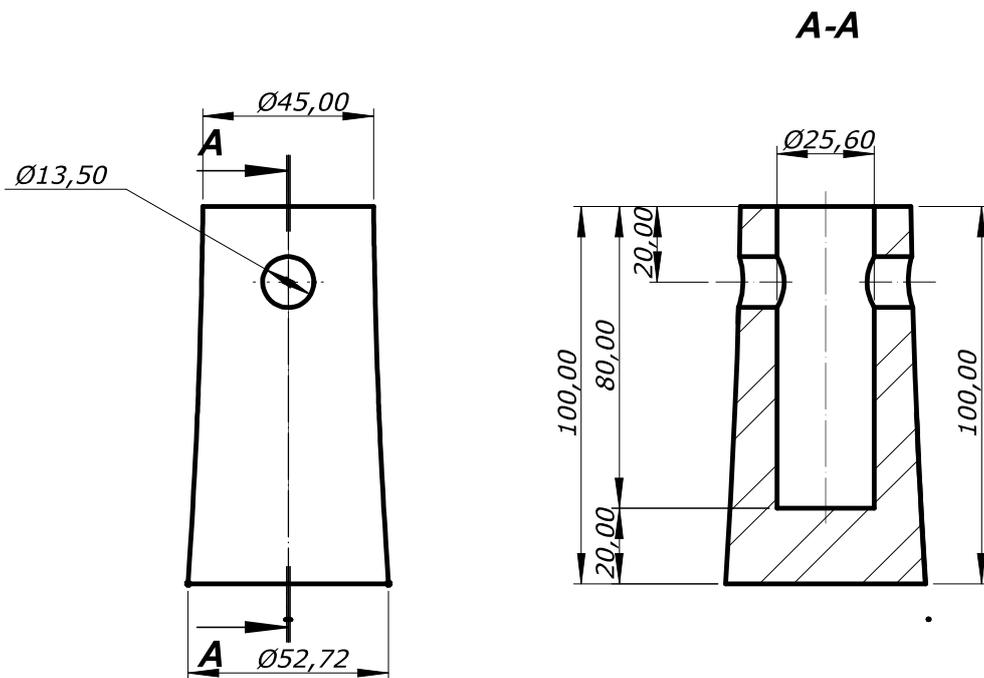
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 FACULTAD DE INGENIERÍA	 Universidad Nacional de La Panaja
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:		
	1:2	Cuerpo de Banjo		
Formato:	A4	Anexo:	D	
		Nº Plano:	01	Pág. 1/1

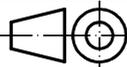


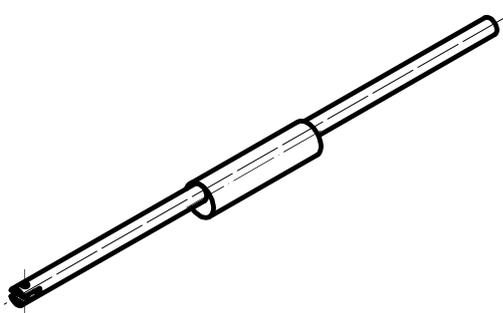
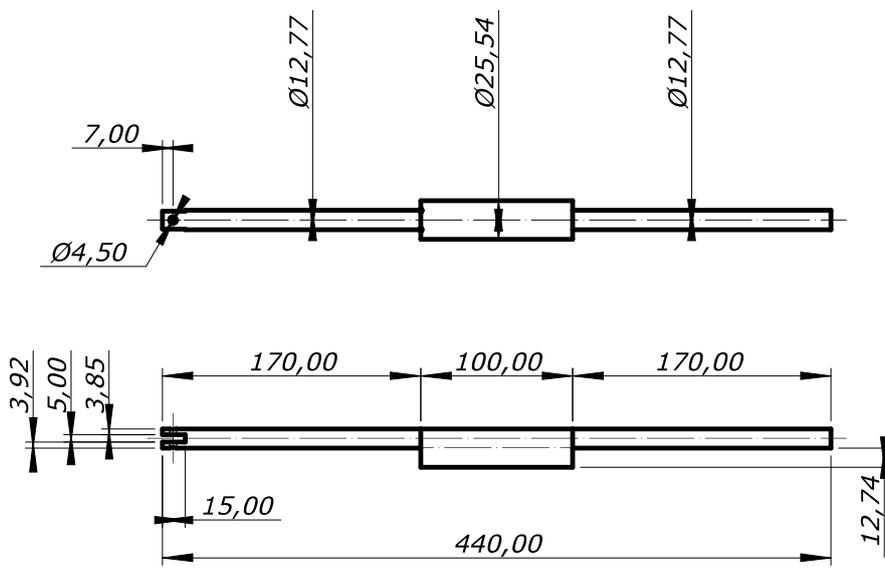
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 		
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor:	AZCONA Pablo			
	Tutor:	FRUCCIO Walter			
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"		
	Tapa trasera de cuerpo de banjo		Anexo:	D	
Formato:	A4		Nº Plano:	02	Pág. 1/1

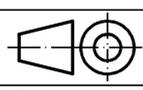


Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
1:1 	Tapa frontal de cuerpo de Banjo		Anexo:
Formato:	Nº Plano:	D	03
A4			Pág. 1/1

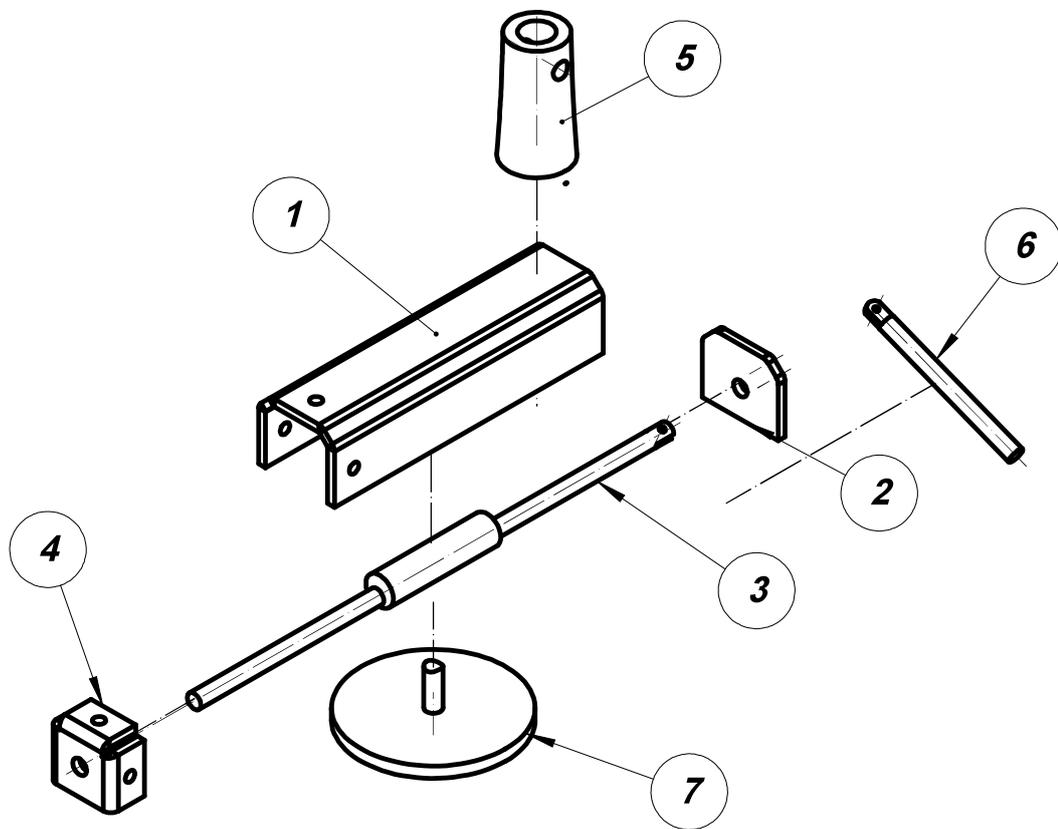


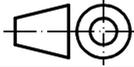
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:2	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Torre de Banjo		Anexo: D
Formato: A4	Nº Plano: 04	Pág. 1/1	

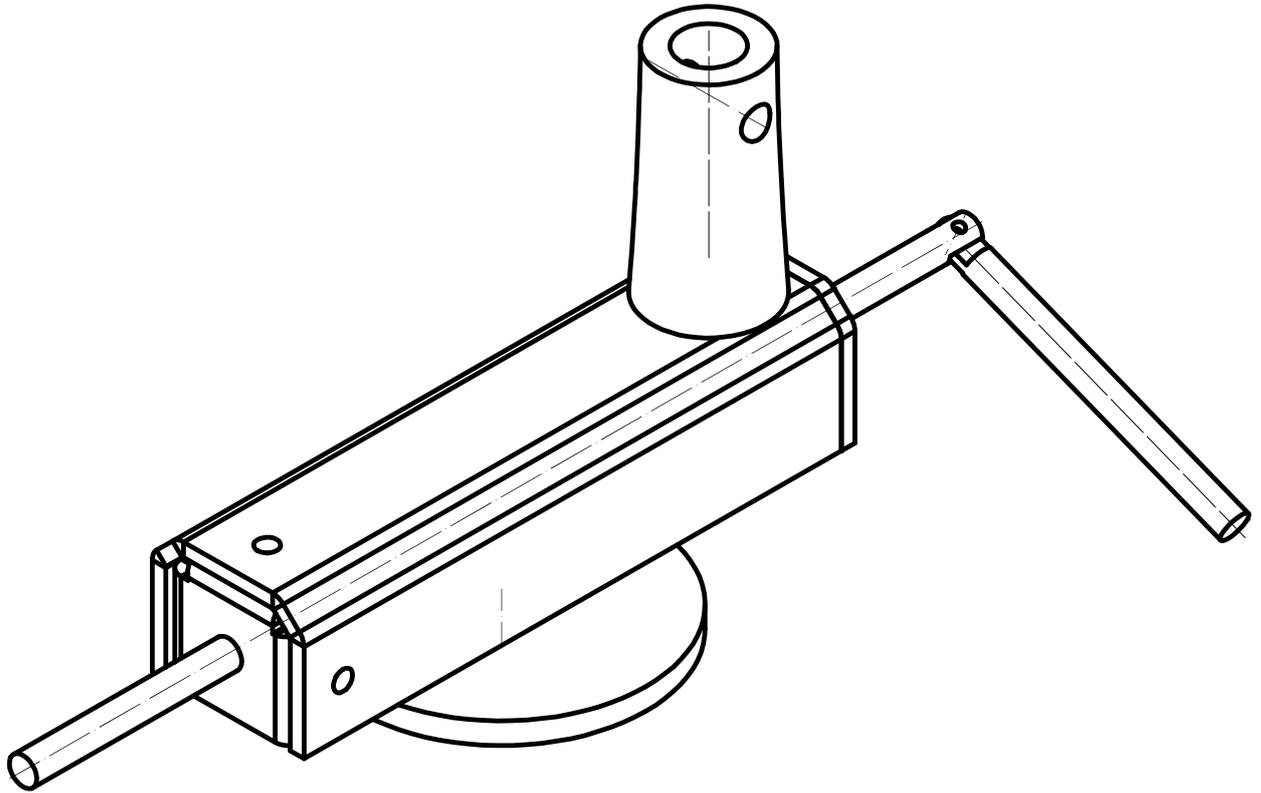


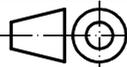
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:5		
	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Eje excéntrico de Banjo</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
Formato: A4	Anexo: D	Nº Plano: 05	Pág. 1/1

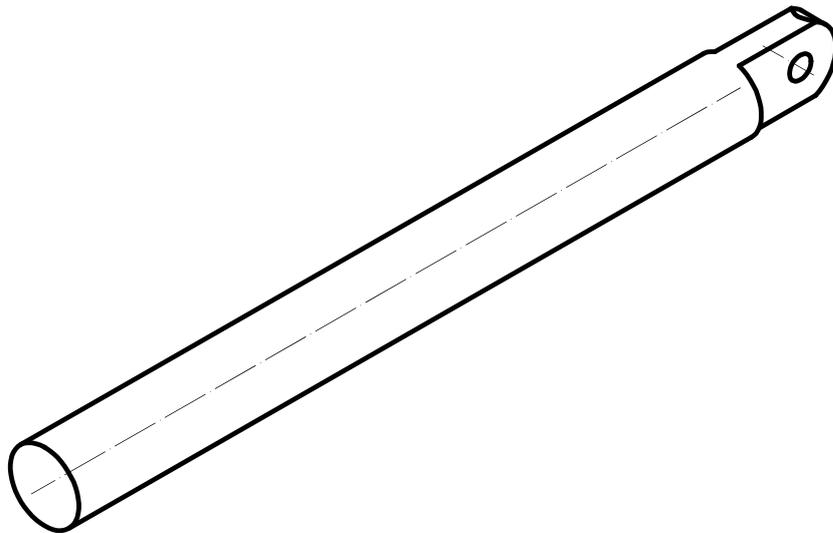
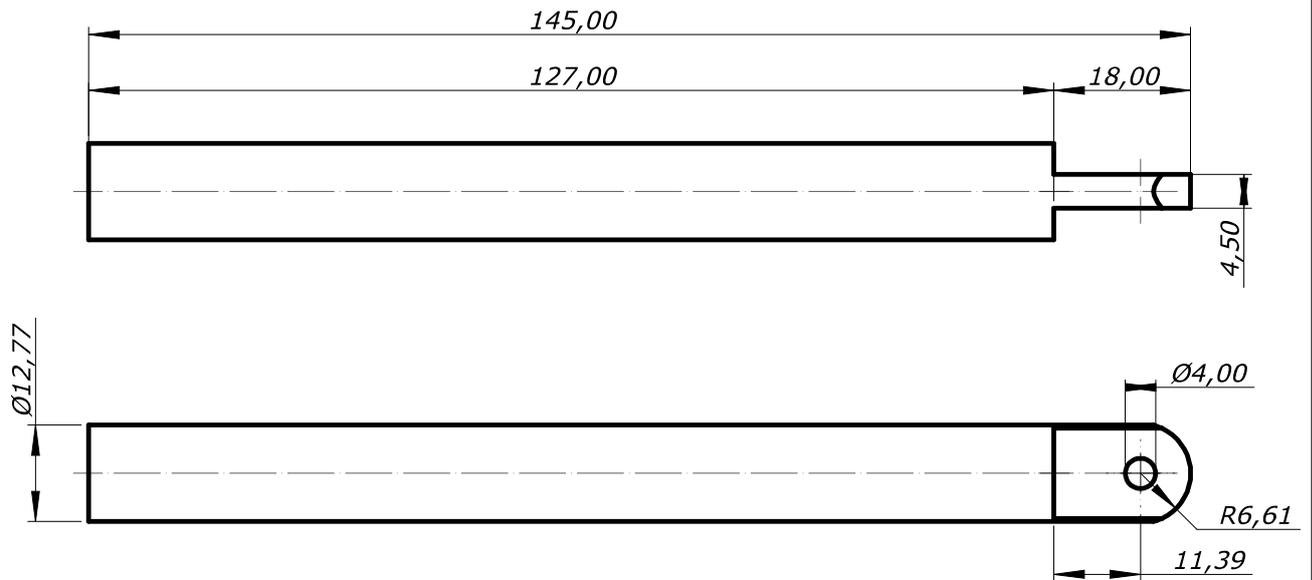
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Cuerpo de Banjo	1
2	Tapa frontal de cuerpo de banjo	1
3	Eje excentrico de banjo	1
4	Tapa trasera de cuerpo de banjo	1
5	Torre de banjo	1
6	Manija de Excentrico	1
7	Torta de ajuste	1

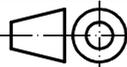


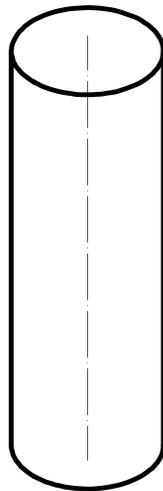
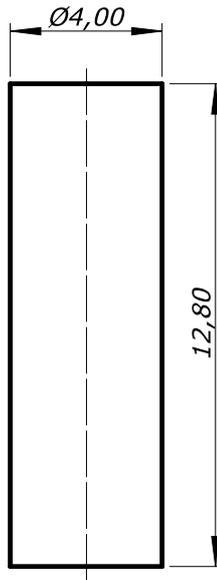
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:5	Denominación: Vista explosionada de Banjo	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: D	Pág. 1/2	
Formato: A4	N° Plano: 06		

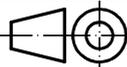


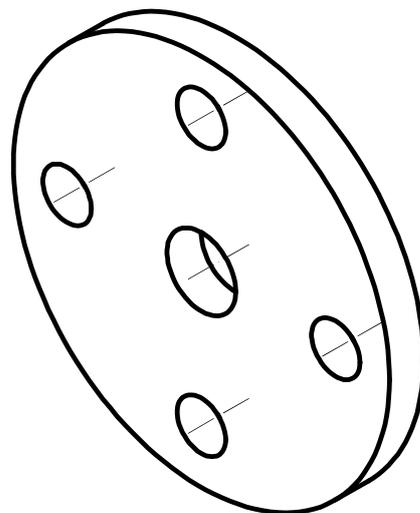
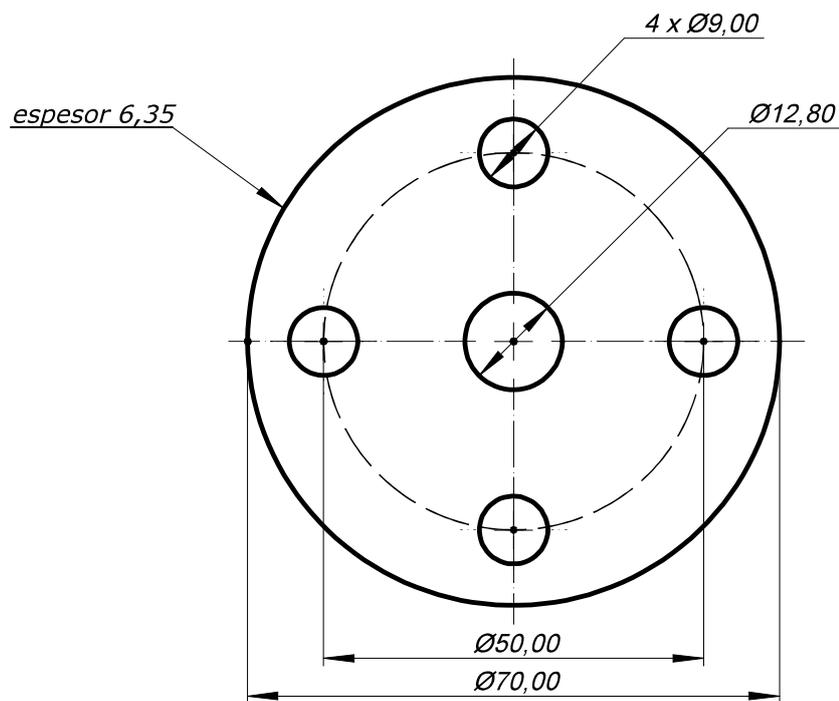
Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor: AZCONA Pablo	
	Tutor: FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2,5	Denominación: <i>Vista explosionada de Banjo</i>
	Anexo: D	
Formato: A4	Nº Plano: 06	Pág. 2/2

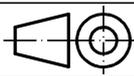


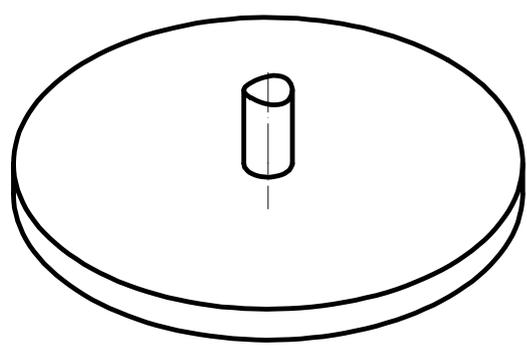
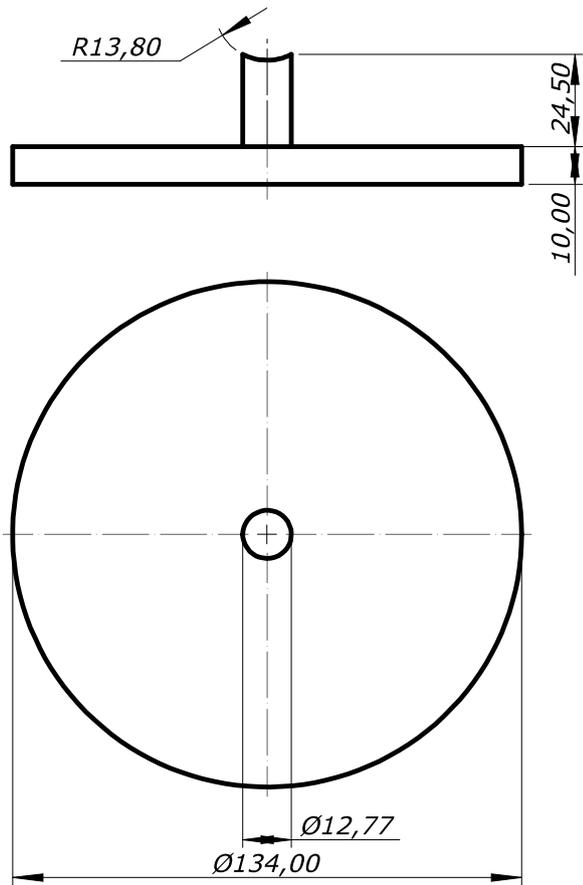
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Manija de excéntrico		Anexo:	
Formato:			E	
A4			Nº Plano:	Pág.
			01	1/1

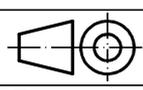


Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 		
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor:	AZCONA Pablo			
	Tutor:	FRUCCIO Walter			
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"		
5:1	Perno de eje excéntrico				
		Anexo:	E		
Formato:		Nº Plano:	02	Pág.	1/1
A4					

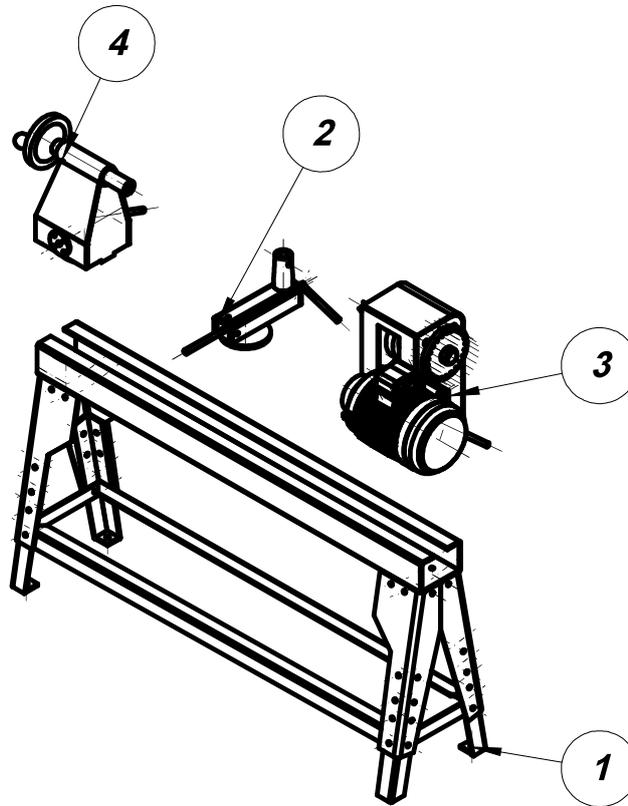


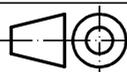
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor:	AZCONA Pablo		
	Tutor:	FRUCCIO Walter		
	Escala:	Denominación:	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"	
	Tapa de excéntrico		Anexo:	
Formato:			E	
A4			Nº Plano:	Pág.
			03	1/1

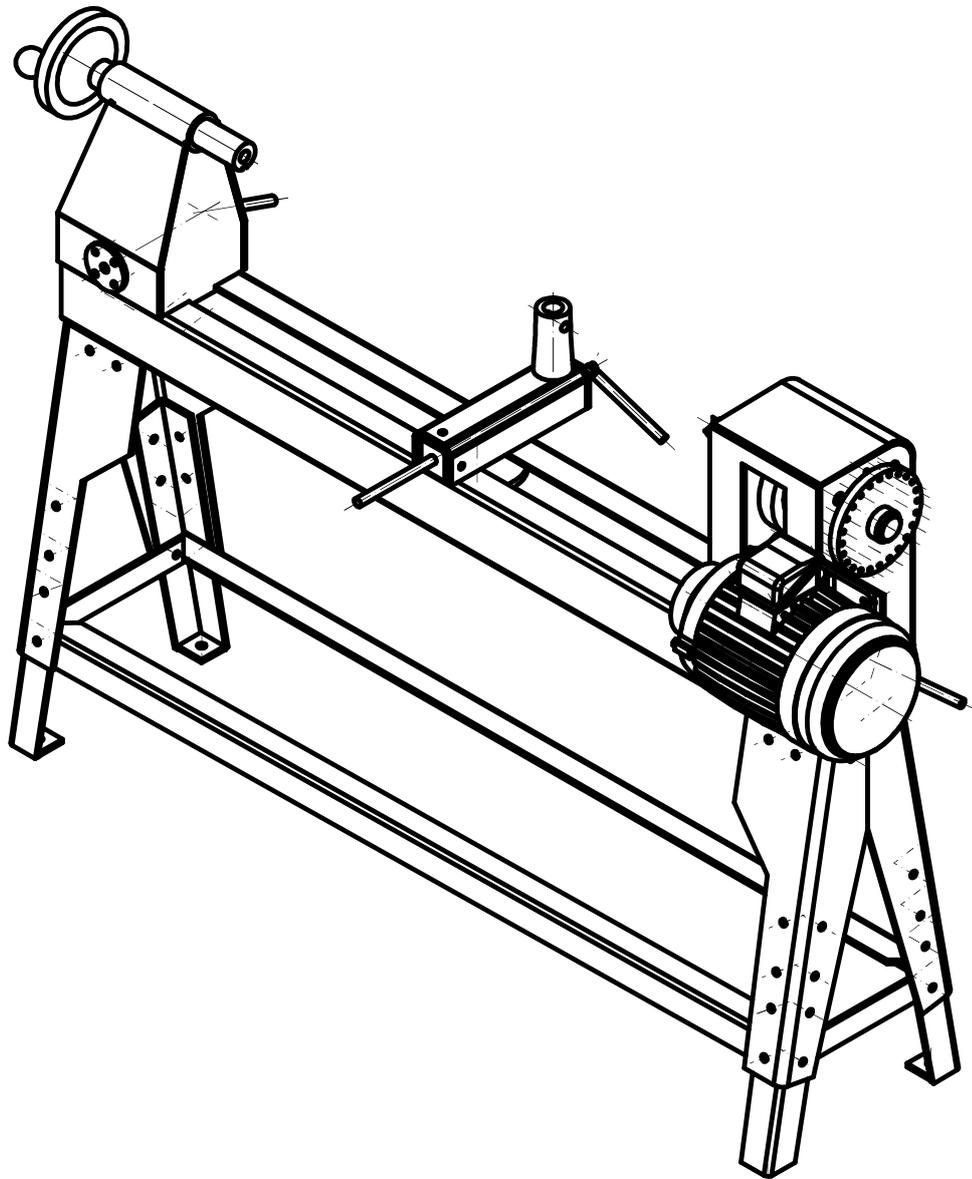


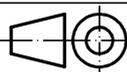
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:2	Denominación: <h2 style="text-align: center;">Torta de ajuste</h2>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: E	N° Plano: 04	
Formato: A4	Pág. 1/1		

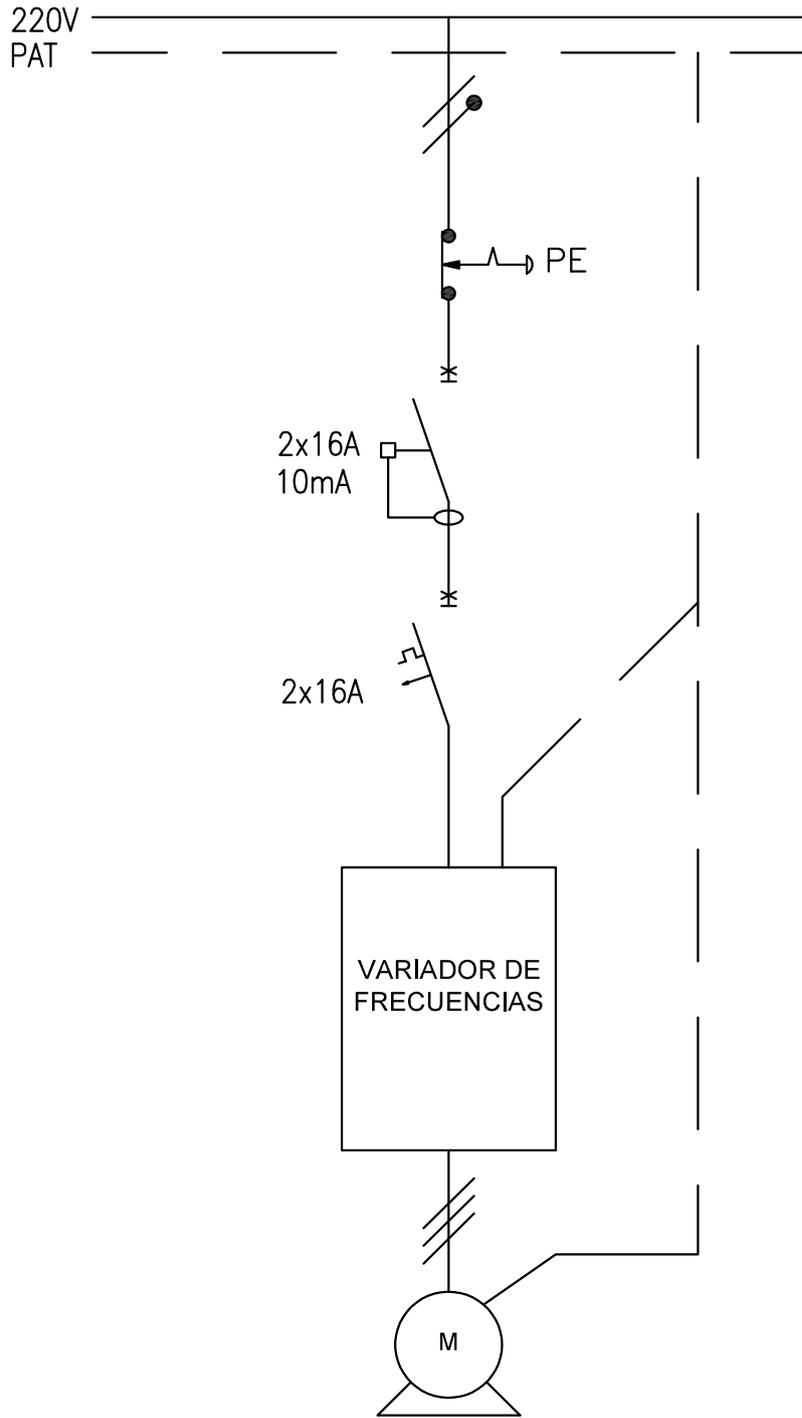
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Conjunto armado de Cuerpo	1
2	Explotada Banjo	1
3	Explotada Cabezal	1
4	Conjunto armado de Contrapunta	1

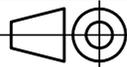


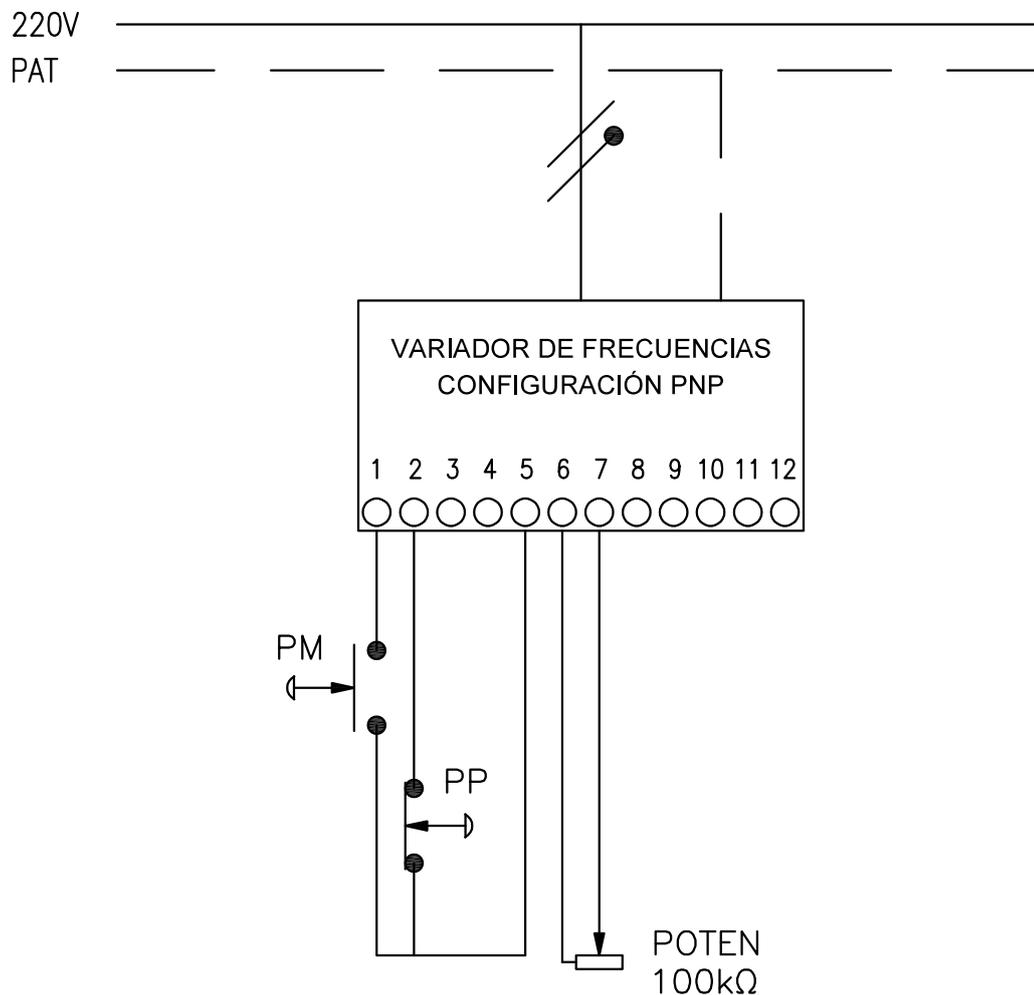
Tolerancias Generales 1mm	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar	
	Tutor:	AZCONA Pablo	
	Tutor:	FRUCCIO Walter	
	Escala: 1:20	Denominación: Vista explosionada de torno para madera	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA "ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"
	Anexo: F	Pág. 1/2	
Formato: A4	N° Plano: 01		



Tolerancias Generales 1mm	Autor: LIMA Fernando Nicolás	 	
	Autor: PERALTA Jonathan Oscar		
	Tutor: AZCONA Pablo		
	Tutor: FRUCCIO Walter		
	Escala: 1:10	Denominación: <i>Vista explosionada de torno para madera</i>	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>
	Formato: A4	Anexo: F	
		Nº Plano: 01	Pág. 2/2



Plano eléctrico	Autor:	LIMA Fernando Nicolás	 		
	Autor:	PERALTA Jonathan Oscar			
	Tutor:	AZCONA Pablo			
	Tutor:	FRUCCIO Walter			
		Denominación:	ESQUEMA DE FUERZA	PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>	
			Anexo:	G	
Formato: A4			Nº Plano:	01	Pág. 1/1



<i>Plano eléctrico</i>	<i>Autor:</i>	LIMA Fernando Nicolás	 	
	<i>Autor:</i>	PERALTA Jonathan Oscar		
	<i>Tutor:</i>	AZCONA Pablo		
	<i>Tutor:</i>	FRUCCIO Walter		
	<i>Denominación:</i>	ESQUEMA DE COMANDO		
		PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA <i>"ESTUDIO, CÁLCULOS Y DISEÑO DE TORNO PARA MADERA"</i>		
<i>Formato:</i>	A4	<i>Anexo:</i>	G	
		<i>Nº Plano:</i>	02	<i>Pág.</i> 1/1

Anexo H-1: Actividades de trabajo

	Actividad
LIMA	Búsqueda y recopilación de información
	Análisis de oferta y demanda
	Análisis de precio/calidad
	Análisis de costos
	Análisis de prestaciones
	Análisis de SeH
	Análisis de ergonomía
	Selección de transmisión
	Estudio de materiales
	Confección de planos de piezas
	Modelado 3D de piezas
	Análisis de implementación de herramientas complementarias
	Diseño de herramientas complementarias
	Confección de planos de herramientas complementarias
	Análisis de volteo
	Diseño de circuito eléctrico
	Selección de materiales
	Confección de informe final
PERALTA	Búsqueda y recopilación de información
	Análisis de prestaciones comunes
	Análisis de materiales recurrentes
	Análisis de prestaciones
	Análisis de SeH
	Análisis de ergonomía
	Diseño de prototipo
	Estudio de fuerzas de mecanizado
	Selección de motor
	Selección de rodamientos
	Confección de planos de piezas
	Modelado 3D de piezas
	Análisis de implementación de herramientas complementarias
	Diseño de herramientas complementarias
	Confección de planos de herramientas complementarias
	Análisis y selección de bulones
	Selección de variador de frecuencia
	Confección de informe final