



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE NÁUTICA,  
MÁQUINAS Y RADIOLECTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**TRABAJOS BASICOS-EXPLICACIÓN, PROCEDIMIENTO EN  
LOS MECANIZADOS CON MAQUINAS HERRAMIENTAS  
TORNO.**

**Fernando Morales Curbelo**

**Julio 2017**



## **TRABAJOS BASICOS-EXPLICACIÓN, PROCEDIMIENTO EN LOS MECANIZADOS CON MAQUINAS HERRAMIENTAS TORNO.**



**Directores:**

Don Federico Padrón Martín

Don Alexis Dionis Melián

**Nombre:** Fernando Morales Curbelo

**Grado:** Tecnologías Marinas

**Julio 2017**



Dr. Don Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor asociado del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

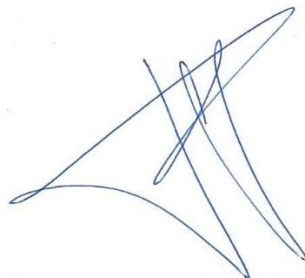
Don Fernando Morales Curbelo, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

***“TRABAJOS BASICOS-EXPLICACIÓN, PROCEDIMIENTO EN LOS  
MECANIZADOS CON MAQUINAS HERRAMIENTAS TORNO.”***

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado.

En santa Cruz de Tenerife a 18 de Julio de 2017.



Fdo. Federico Padrón Martín

Director del trabajo de fin de grado.



Dr. Alexis Dionis Melián, Profesor titular del área de construcciones Navales perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

Don Fernando Morales Curbelo, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

***“TRABAJOS BASICOS-EXPLICACIÓN, PROCEDIMIENTO EN LOS  
MECANIZADOS CON MAQUINAS HERRAMIENTAS TORNO.”***

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado.

En santa Cruz de Tenerife a 18 de Julio de 2017.

Fdo. Alexis Dionis Melián.





**Agradecimiento:**

A la empresa Endesa S.A. por haberme abierto las puertas y acogerme como un compañero más, enseñándome a utilizar la máquina herramienta torno ya que he basado mi trabajo de fin de grado en esta experiencia recibida durante las prácticas.

Al Dr. Don Federico Padrón Martín y al Dr. Alexis Dionis Melián por acogerme para la realización del proyecto y la gran ayuda y conocimientos recibidos durante el curso.

Al Dr. Don Federico Padrón Martín por ayudarme a realizar las piezas expuestas en el proyecto en el Aula Taller, y estar conmigo en todo momento ayudándome.

Quiero agradecer a mis padres y hermanos, por confiar en mí en todo momento, por ayudarme y darme todo su apoyo incondicional hasta el final de mi formación académica. Por último agradecerle a mi pareja todo el apoyo y confianza recibida.

Gracias todos por su apoyo.



## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCION.</b> .....	13
<b>II. OBJETIVOS.</b> .....	17
<b>III. REVISION Y ANTECEDENTES.</b> .....	211
3.1 HISTORIA DEL TORNO.....	23
3.2 TORNO.....	25
3.2.1 CARACTERISTICAS DEL TORNO.....	35
3.3 TIPOS DE TORNO.....	35
3.3.1 TORNO REVOLVER.....	37
3.3.2 TORNO PARALELO.....	38
3.3.3 TORNO VERTICAL.....	39
3.3.4 TORNO COPIADOR.....	40
3.3.5 TORNO AL AIRE.....	41
3.3.6 TORNO DE DOBLE CABEZAL.....	42
3.3.7 TORNO AUTOMATICO.....	43
3.4 TORNO CNC.....	44
<b>IV. METODOLOGÍA.</b> .....	455
4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	47
4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	47
4.3 MARCO REFERENCIAL.....	47
<b>V. RESULTADOS</b> .....	499
5.1 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N°1.....	63
5.2 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N°2.....	75
5.3 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N°3.....	86
5.4 IMPORTANCIA DEL TORNO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.....	87
<b>VI. CONCLUSIONES.</b> .....	89
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.</b> .....	933



## I. INTRODUCCION.



## I. INTRODUCCIÓN.

Éste trabajo de fin de grado nace de mi experiencia durante mis prácticas en la empresa ENDESA S.A. Durante el tiempo que estuve de prácticas, tuve la oportunidad de poder realizar trabajos de mecanizado en la máquina herramienta torno, elaborando componentes obteniendo piezas poliméricas y piezas de metales. Para la realización de este trabajo de fin de grado, explayare mis conocimientos obtenidos en las prácticas realizando mecanizados en el AULA TALLER de la ESCUELA NAUTICA. De ahí mi interés a la realización de este trabajo de fin de grado.

En el capítulo de **Objetivos** expongo los objetivos específicos que se pretenden realizar en el Trabajo de Fin de Grado.

En el capítulo **Revisión y Antecedentes** desarrollo los tipos de torno que podemos encontrar en el pasado y la actualidad. Una descriptiva de los distintos tornos y mecanizados

En el capítulo **Metodología** he incluíd tres apartados, documentación bibliográfica, metodología del trabajo de campo y el marco referencial. Sobre el marco referencial comentar que la operación de mecanizado de piezas ha sido en el AULA TALLER de la ESCUELA NAUTICA.

En el capítulo **Resultados** he realizado una descripción por etapas sobre descripción del torno del taller, distinta operaciones básicas del aula taller de Tecnología Mecánica y desarrollo y explicación de las distintas piezas realizadas. Describiendo cada una de las piezas realizadas, añadiendo fotografías propias del desarrollo de éste trabajo para que el lector tenga una lectura y visión del proceso de mecanizado de una forma más clara. De tal manera intentar plasmar y señalar una metodología donde se visualice paso a paso el proceso de mecanización sobre una MÁQUINA HERRAMIENTA TORNO.

**Bibliografía**, se aportan páginas WEB y libros en relación al contenido de este TFG.

**Palabras claves:** mecanizado, arranque de viruta, torno, conformado de piezas

## ABSTRACT

### I. INTRODUCTION.

This End Of Grade work was born from my experience during my internship at ENDESA S.A. During the time I was in practice, I had the opportunity to be able to perform machining work on the lathe machine, making components, obtaining polymer parts and metal parts. For the accomplishment of this work, I will expand my knowledge obtained in the practices realizing mechanized in the WORKSHOP CLASSROOM OF THE NAUTICAL SCHOOL. From there my interest in the accomplishment of this EOG project.

In the chapter of **Objectives** I outline the specific objectives that are intended to be made in the EOG project.

In the chapter **Revision and Background** I develop the types of lathe that we can find in the past and the present. A descriptive of the different lathes and mechanized.

In the chapter **Methodology** I include three sections, bibliographical documentation, methodology of the field work and the frame of reference. On the reference frame be mentioned the operation of machining's pieces which has been made in the classroom of the nautical school.

In the chapter **Results** I have made a description by stages about the lathe, different basics operations in the classroom of mechanical technology and an explanation of the different pieces manufactured, describing them and adding photographs of the development of this work to make a reading and vision of the Machining process in an easier way. So I tried to capture a methodology where the process of machining a LATHE MACHINE is displayed step by step.

**Bibliography**, WEB pages and related books are contributed to this EOG project.



## II. OBJETIVOS.



## II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretende realizar en este trabajo de fin de grado son los siguientes:

1.- Conocer las características técnicas de la máquina herramienta torno. Máquina de herramienta torno utilizada.



2.- Describir las operaciones básicas realizadas en la máquina herramienta citada anteriormente y que da lugar a un producto final elaborado.



3.-Desarrollar mediante el desarrollo de prácticas en la máquina herramienta las distintas operaciones básicas.



4.- Analizar las posibles consecuencias e incidencias de la no operatividad o inexistencia de la máquina herramienta torno a bordo de un buque mercante



### III. REVISION Y ANTECEDENTES.



### III Revisión y Antecedentes.

#### 3.1 Historia del torno.

Desde la prehistoria ya existían herramientas, durante siglos la mano del hombre ha sido la herramienta. La máquina herramienta torno es de las herramientas más antiguas e importantes en el mecanizado. En la edad media los artesanos utilizaban tornos de madera, para realizar el movimiento giratorio mediante un pedal que el artesano lo accionaba con el pie, al ser accionado por medio de palancas, movía un mecanismo que hacía girar el torno. [1]

#### Ilustración n°1



Fuente [2]

En el siglo XVI, los tornos ya eran propulsados de forma continua mediante manivelas o energía hidráulica, y estaban dotados de un soporte para la herramienta de corte que permitía un torneado más preciso de la pieza.

Debido a la fuerte demanda de maquinaria accionada a vapor, empezó el camino a la construcción de tornos de mayor tamaño y potencia.

### Ilustración n°2



Fuente [3]

Al comienzo de la Revolución Industrial, durante el siglo XVII, se construyeron tornos capaces mecanizar piezas metálicas. El desarrollo del torno pesado industrial para metales en el siglo XVIII hizo posible la producción en serie de piezas de precisión.

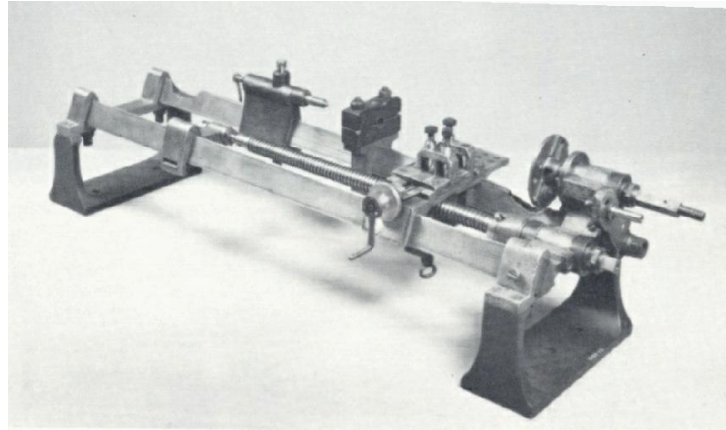
En la década de 1780 el inventor francés Jacques de Vaucanson construyó un torno industrial lleva un carro con un portaherramientas deslizante sobre guías metálicas en uve que se hacía avanzar mediante un tornillo manual.

El de Senot (1795), se basó en el torno de roscar de Leonardo da Vinci, compuesto por un husillo patrón y ruedas intercambiables.

Hacia 1797 el inventor británico Henry Maudslay y el inventor estadounidense David Wilkinson mejoraron este torno conectando el portaherramientas deslizante con el 'husillo', que es la parte del torno que hace girar la pieza trabajada. El torno de Maudslay, marcó el inicio permitiendo hacer avanzar la herramienta de corte a una velocidad constante, incorporó un husillo roscado para el accionamiento de los avances, un carro y un porta herramientas más especializado.



### Ilustración n°3



Fuente [4]

En 1800, Maudslay fabrica un nuevo modelo de torno con guías planas. También se atribuye a Maudslay un torno construido en 1810 para el torneado de piezas de gran diámetro.

En el Museo de Múnich se conserva un torno inglés, fabricado hacia 1810; enviado años más tarde a Alemania por encargo del rey Federico de Prusia.

James Fox construye hacia 1816, un torno con desplazamiento de carro mediante cremallera accionado por un mecanismo de corona sinfín.

En 1820, el mecánico estadounidense Thomas Blanchard inventó un torno en el que una rueda palpadora seguía el contorno de un patrón para una caja de fusil y guiaba la herramienta cortante para torneado de una caja idéntica al patrón. El torno revólver, desarrollado durante la década de 1840, incorpora un portaherramientas giratorio que soporta varias herramientas al mismo tiempo. Hacia finales del siglo XIX se desarrollaron tornos de revólver automáticos para cambiar las herramientas de forma automática. Los tornos modernos pueden programarse para controlar la secuencia de operaciones, la velocidad de giro del husillo, la profundidad y dimensiones del corte y el tipo de herramienta. [1],[2]

### 3.2 Torno

Una máquina herramienta torno es una máquina accionada mecánicamente por un motor eléctrico, capaz de sujetar y sostener piezas de trabajo y herramientas que

convengan según el trabajo a realizar, simultáneamente dirige y guía la herramienta de corte o la pieza de trabajo, o ambas, para realizar numerosas operaciones de corte y arranque de viruta metálicas para dar diferentes formas y dimensiones.

El torno es considerado una de las máquinas herramienta más importante en el desarrollo industrial de la máquina y más antigua como ya mencionamos en la Historia del Torno. La evolución del proceso de ejecución partes, se fue convirtiendo el torno en más rápido y con mayor precisión.

La importancia del torno se dirige entonces al mantenimiento mecánico industrial o para pequeñas producciones, donde se hace necesario, y con la necesidad de gestionar y una mayor eficiencia de los recursos humanos, es necesario que todos los profesionales, tener conocimiento de cómo opera básicamente un torno, para aumentar su capacidad, concebir, diseñar, implementar, mejorar y resolver problemas surgir durante su actividad.

El torno es una máquina muy versátil ya que, con pequeñas adaptaciones, puede sustituir a otras máquinas, como la máquina perforadora, fresado y rectificado, una herramienta indispensable para las pequeñas y medianas empresas y el mantenimiento mecánico metalurgia.

El torno es una máquina-herramienta, en la cual, la pieza a mecanizar, (montada en alguno de los platos de que dispone el torno), es la que tiene el movimiento de rotación, alrededor de un eje, el movimiento de corte, lo realiza la herramienta montada en la torreta del torno, y a su vez, en el carro transversal, y éste sobre el carro principal, que es el que realiza el avance contra la pieza que está en movimiento. Existen diversos tipos de tornos que nombraremos y explicaremos más adelante como son los tornos Paralelos, Verticales, Revolver, Automáticos, Copiadores, etc. y los Tornos de Control Numérico que explicare más adelante con detalle.[5]

### **3.2.1 Características del Torno**

Todos los tornos desprenden viruta de piezas que giran sobre su eje de rotación, por lo que su trabajo se distinguirá por que la superficie generada será circular, teniendo como centro su eje de rotación. [6]

En el torno de manera regular se pueden realizar trabajos de desbastado o acabado de las siguientes superficies:

- Cilíndricas (exteriores e interiores).

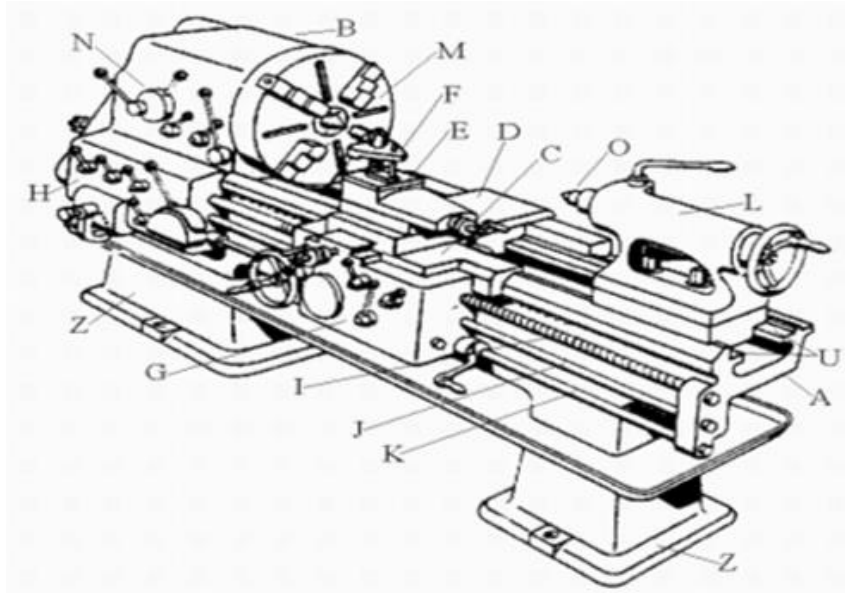
- Cónicas (exteriores e interiores).
- Curvas o semiesféricas.
- Irregulares (pero de acuerdo a un centro de rotación).

Se pueden realizar trabajos especiales como:

- Torneado
- Refrentado
- Taladrado.
- Realización de escariado.
- Fresado.
- Rectificado.
- Perforado.
- Abocardar.
- Moleteado de Superficies.
- Roscado.
- Devanado de resortes.
- Conformado.
- Formacion de rodillos.
- Tallado de roscas.
- Realización de barrenos.
- Corte o tronzado.

Partes principales de un Torno:

**Ilustración n°4**



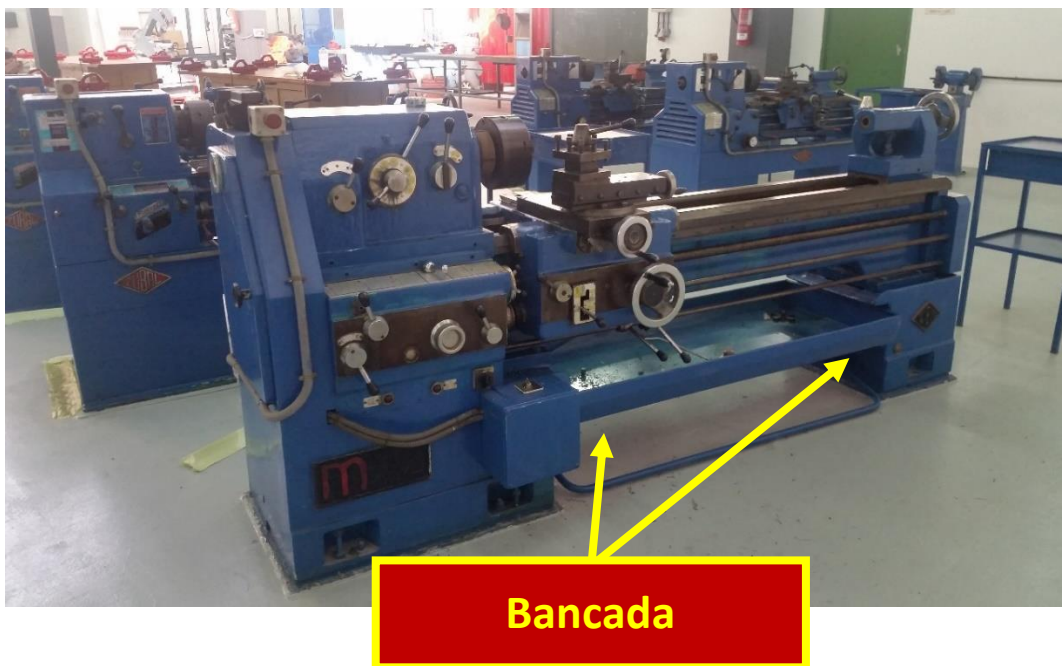
Fuente [6]

- |  |   |
|--|---|
| <b>A.</b> La bancada                           | <b>J.</b> Barra de Cilindrar                                |
| <b>B.</b> Cabezal fijo                         | <b>K.</b> Barra de Avance                                   |
| <b>C.</b> Carro Principal de Bancada           | <b>L.</b> Cabezal Móvil                                     |
| <b>D.</b> Carro de Desplazamiento Transversal. | <b>M.</b> Plato de Mordaza (Husillo).                       |
| <b>E.</b> Carro superior porta Herramienta.    | <b>N.</b> Palancas de Comando del<br>Movimiento de Rotación |
| <b>F.</b> Portaherramientas.                   | <b>O.</b> Contrapunta.                                      |
| <b>G.</b> Caja de Movimiento Transversal.      | <b>U.</b> Guía.   |
| <b>H.</b> Mecanismo de Avance                  | <b>Z.</b> Patas de Apoyo.                                   |
| <b>I.</b> Tornillo de Roscar o Patrón          |   |

Fuente [6]

Bancada: La bancada de un torno está compuesta por dos costados paralelos con guías o perfiles en V, estas guías sirven de asiento permitiendo un deslizamiento suave, son de fundición gris dura capaces de soportar las fuerzas originadas durante el trabajo sin deformarse pudiendo falsear las medidas de las piezas mecanizadas. [7]

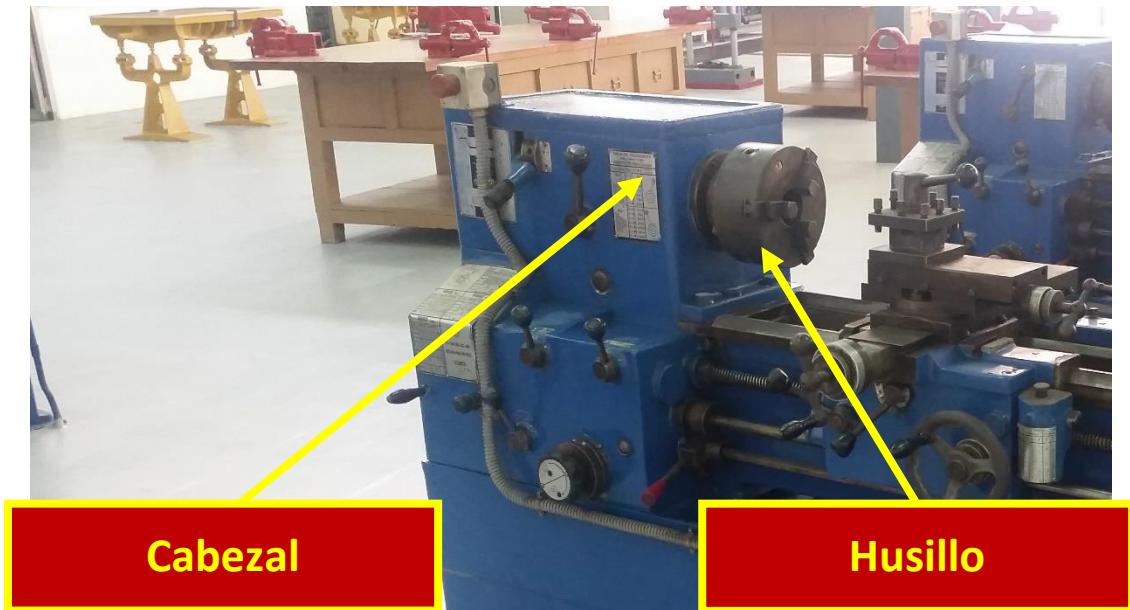
### Ilustración n°5



Trabajo de campo

Cabezal: Situado en el extremo izquierdo de la bancada. Constituidos por una caja de cabezal que soporta al husillo. El husillo es de acero y hueco por lo que las barras de material se pueden pasar por él. [7]

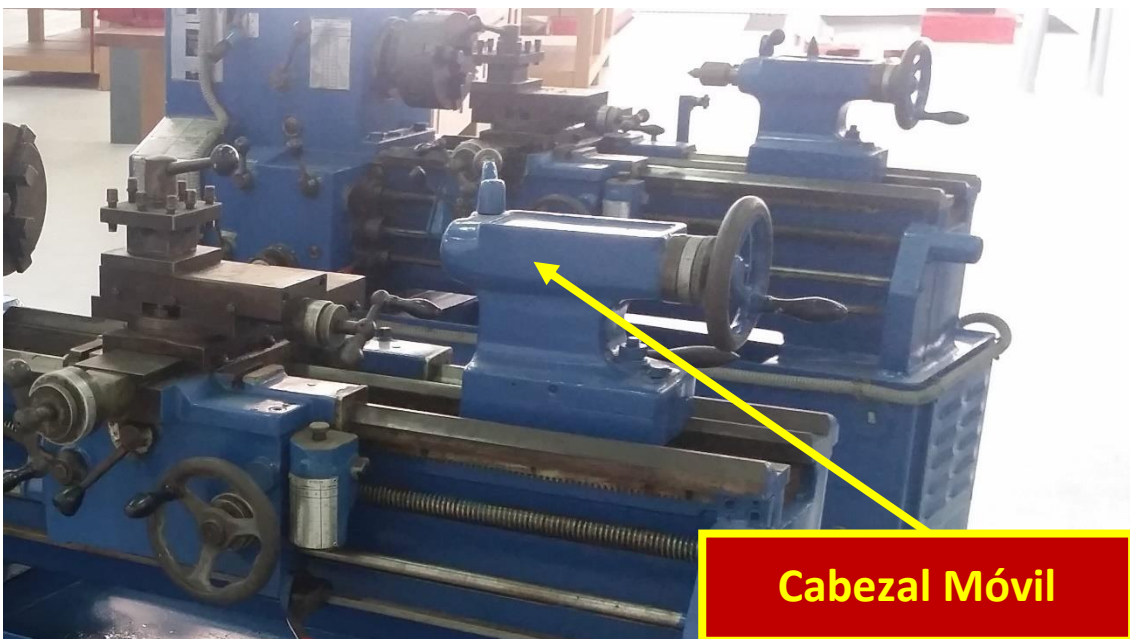
**Ilustración n°6**



Trabajo de campo

Cabezal móvil: Situado en el extremo opuesto al cabezal (L) sobre las guías. Compuesto por un orificio cónico, tornillo y manija de ajuste. Utilizado para adelantar o atrasar y dar soporte a las brocas, putos y los escariadores. [7]

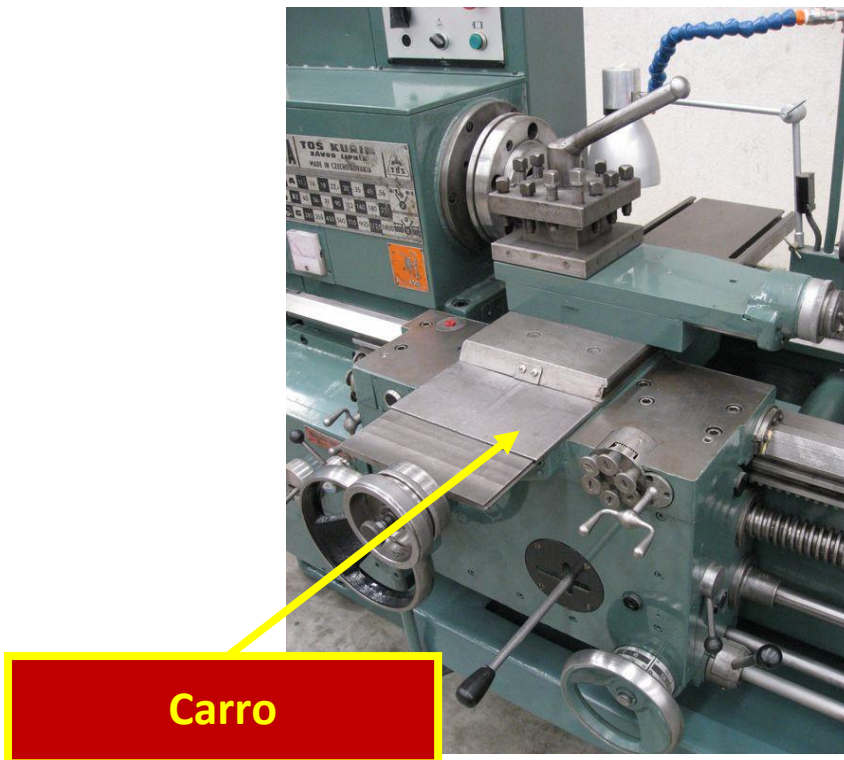
**Ilustración n°7**



Trabajo de campo

Carro: Se desliza dando movimiento sobre una guías entre el cabezal y el cabezal móvil. Consta de un carro transversal, portaherramientas, palanca de avance mecánico, corredera compuesta, manija manual del carro, tornillo de avance, placa giratoria, cremallera, media tuerca y caja del tablero. [7]

### Ilustración n°8



Fuente [8]

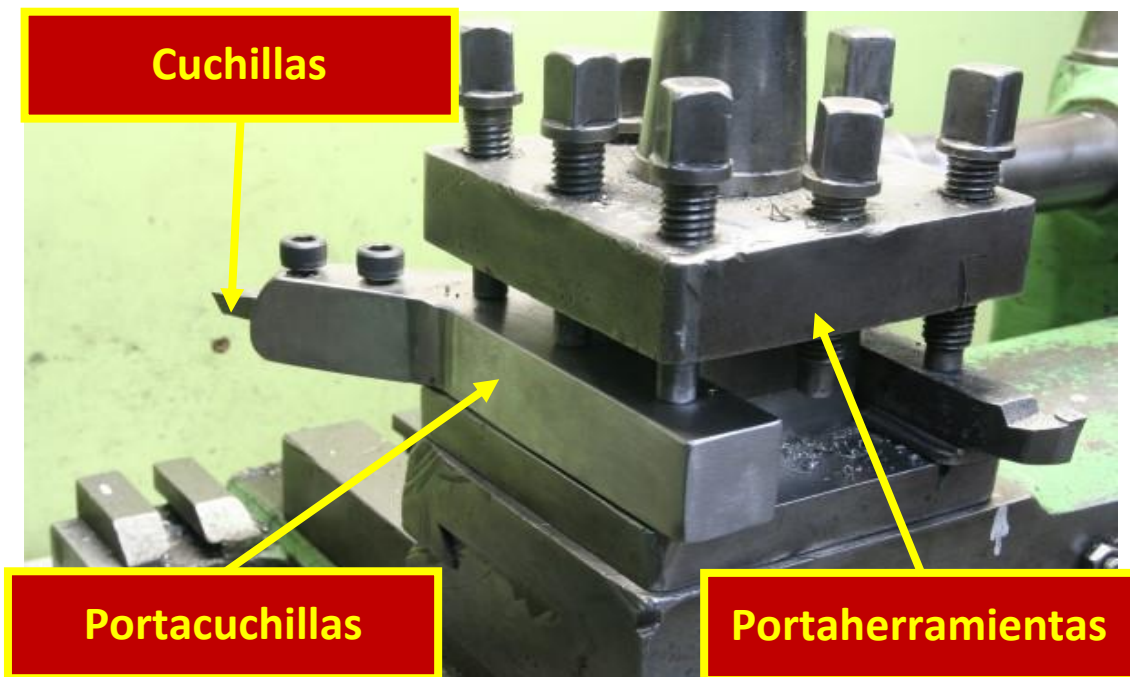
Silleta: Componente con forma de H que soporta el carro transversal y el soporte de la herramienta. Esta silleta proporciona múltiples tipos de movimientos a las herramientas. [7]

Corredera compuesta: utilizada para sujetar el portaherramientas y la herramienta de corte en distintas posiciones. La base está graduada y el portaherramientas se puede girar en infinita posiciones para distintas operaciones de torneado. [7]

Tablero: ubicado en la parte inferior del carro compuesto por los embragues y los engranajes que son los encargados de transmitir el movimiento del husillo de avance al carro. Este movimiento es obtenido por una manija manija manual grande acoplada a lo largo de las guías de la bancada y con engranajes en el interior del tablero. [7]

Portaherramientas: Utilizado para sostener múltiples herramientas adecuadas para cada tipos de operación. La fijación y el apriete de las herramientas varía según los sistemas. La más habitual es la cuadrada que mediante un tornillo regulador, se regula la altura de la punta de la herramienta. La clásica se regula mediante galgas suplementarias de distintos espesores. [7], [9]

**Ilustración n°9**



Fuente [10]

Mecanismo de avance: este mecanismo de avance se obtiene con una serie de engranajes que son capaces de transmitir el movimiento del cabezal al husillo y al tornillo de avance. Los engranajes son controlados por unas perillas que van localizadas en el frontal del tablero. [7]



**Ilustración n°10**



Trabajo de Campo

Puntos: Es el punto céntrico de la pieza que vamos a mecanizar cuando ya está sujeta, se acomoda en el orificio cónico del cabezal y el punto del cabezal móvil. [7]

**Ilustración n°11**

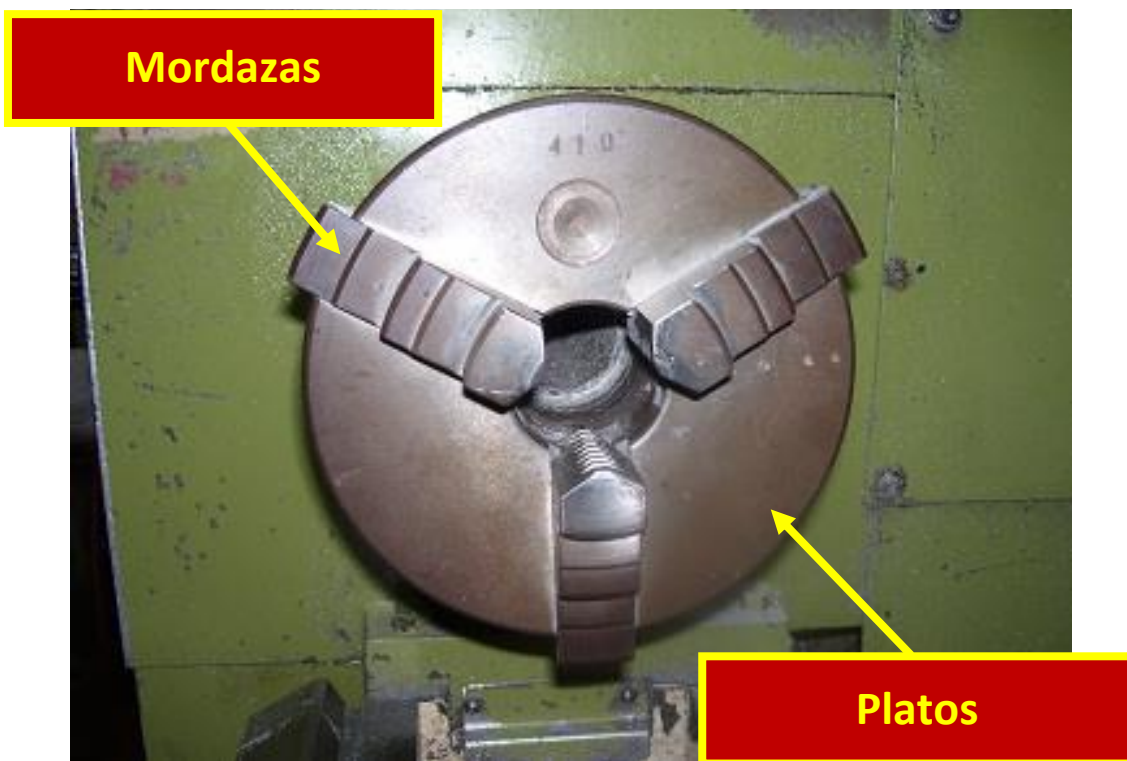


Fuente [11]

Mecanismo de corte de roscas: Todo mecanismo que se utiliza para la realización del movimiento desde el husillo principal al tornillo de avance para cortar roscas, se conoce como mecanismos de corte de roscas. Este mecanismo de corte de rosca tiene varios arreglos con engranajes y con un engranaje de cambio rápido. [7]

Platos: Esta pieza es utilizada para sujetar piezas irregulares de distintos tamaños. Se montan con la tornillería en el husillo para formar una pieza rígida. Los más comunes son de tres mordazas autocentrantes, cerrándose las tres mordazas a la vez accionadas por un tornillo de rosca cuadrada que engrana con una espiral, este tornillo se cierra o se abre con una llave de plato. También encontramos platos de cuatro mordazas cada una independiente, se accionan mediante un tornillo de rosca cuadrada para cada uno de las mordazas. [7]

**Ilustración n°12**

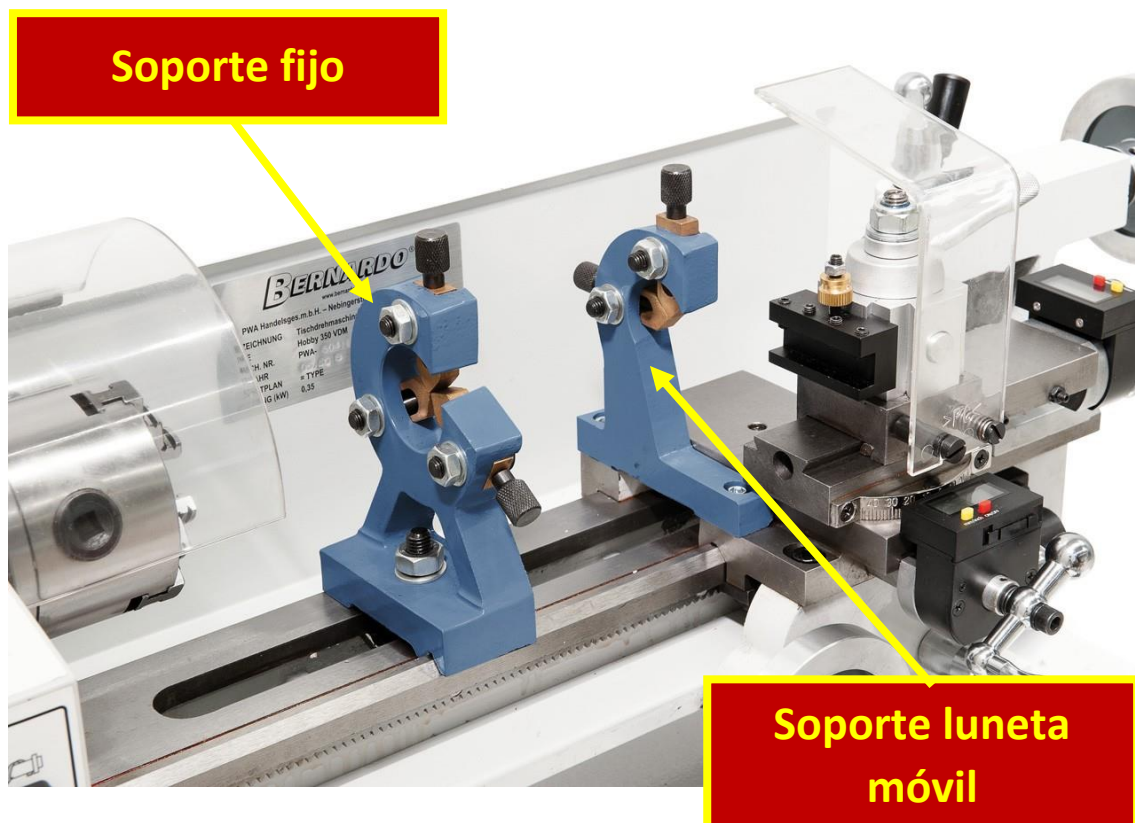


Fuente [12]

El mandril universal: Es utilizado para sujetar piezas de formas irregulares y delgadas que no pueden ser sujetas con el punto y el plato. Las piezas se sujetan en el mandril con abrazaderas, soportes con pernos, etc. El mandril universal es utilizado para la realización del refrentado. []

Soportes: Los soportes son utilizados para piezas largas que se someten a grandes presiones cuando se trabajan sobre ellas, llegando a doblarse y tengamos mediciones erróneas por tener la pieza sin soporte. Hay dos tipos de soportes, los soportes fijos de tres mordazas y los soportes de luneta móvil, como se muestra en la siguiente ilustración podemos ver los dos soportes ya nombrados. [7]

Ilustración n°13



Fuente [13]

Mandril: Pieza cilíndrica de material duro y rectificada con orificios en el centro. Es utilizada para sujetar piezas y hacerlas girar. Los mandriles más utilizados son; a) Mandril sólido, b) Mandril de expansión, y c) Mandril de tuerca [7]

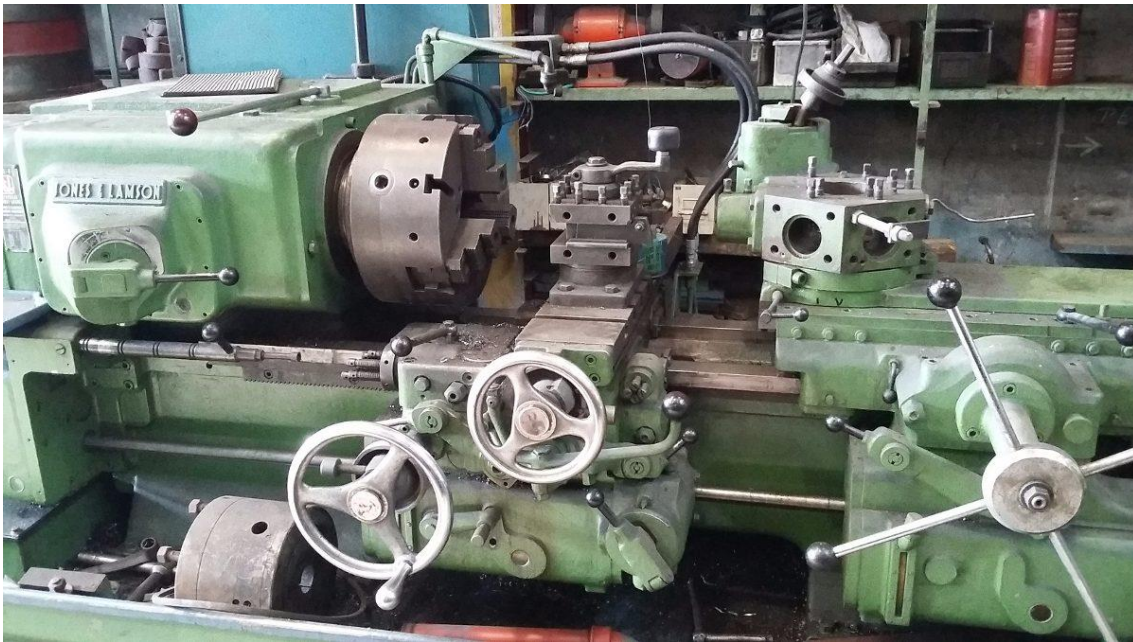
### 3.3 Tipos de torno

### 3.3.1 Torno Revolver

También conocido como torno tipo carretilla, son tornos de producción utilizados para la realización de grandes cantidades de componentes similares en el menor tiempo posible.

La principal característica del torno revólver es el portaherramientas giratorio localizado sobre el carro posterior. Está compuesto por una torreta hexagonal sobre una carretilla que se desliza longitudinalmente. En la siguiente imagen podemos observar un torno revolver. [7], [9]

**Ilustración n°14**



Fuente [14]

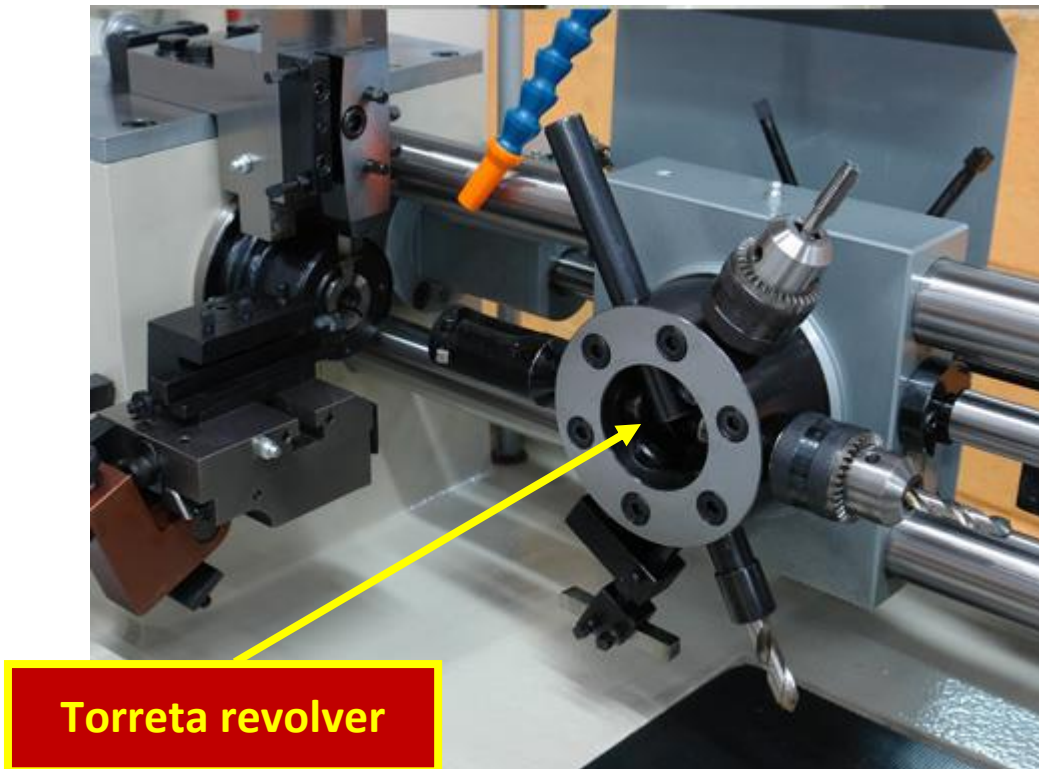
Se le llama revolver por las siguientes características:

- El torno revolver la disposición habitual de montaje es de 6 herramientas, aunque también podemos encontrar una disposición de 8 herramientas y 12 herramientas en casos excepcionales.

- Para realizar el cambio de posición accionamos un mecanismo que tiene la misma función que un revolver y, además, cuando se dispara escuchamos el mismo ruido que el percutor del arma.

En la siguiente imagen podemos observar la disposición de las herramientas de la torre revolver. [9]

**Ilustración n°15**



Fuente [15]

### 3.3.2 Torno Paralelo

También denominado cilíndrico, de cilindrar o roscar, es el tipo más usado y elemental de los conocidos, obteniendo así la base para el resto de tornos.

Los trabajos característicos que se realizan en el son:

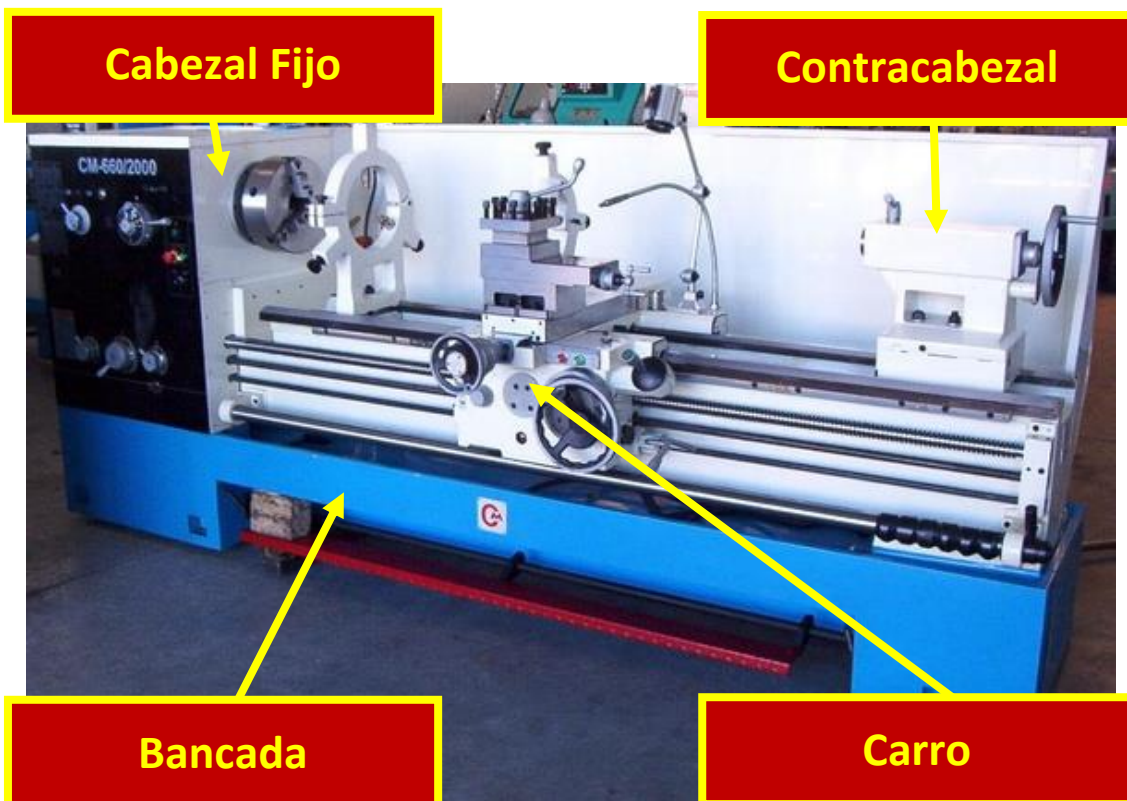
- Cilindrado
- Refrentado
- Mandrinado
- Roscado

- Taladrado
- Torneado Cónico
- Ranurado
- Moleteado
- Otros como: rectificando, fresado, etc...con acoplamiento especiales. [9]

Las partes principales de la máquina torno paralelo y donde se montan los mecanismos y los sistemas de transmisión de movimiento, alojamiento de herramientas, posicionamiento de control, etc. son: [9]

- Bancada
- Cabezal fijo
- Carro
- Contrapunta.

**Ilustración nº16**



Fuente [16]

### 3.3.3 Torno Vertical

Los tornos verticales, son máquinas en las que se hace girar la pieza en un eje vertical, cambiando la disposición horizontal del torno paralelo.

Estos tornos, como podemos ver en la imagen siguiente, están pensados para el mecanizado de piezas de gran tamaño. Tienen el plato en posición horizontal y a una altura muy baja del suelo, pudiendo así cargar y descargar las piezas de una forma más cómoda.

Tiene una gran ventaja a la hora de sujetar las piezas debido al gran peso de las piezas a mecanizar, favoreciendo el asiento de la pieza sobre el plato. [8]

**Ilustración n°17**



Fuente [17]

### 3.3.4 Torno Copiador

Este torno copiador es prácticamente un torno paralelo pero equipado con un mecanismo del tipo:

- Tensión elástica.
- Transmisión eléctrica.
- Transmisión hidráulica.
- Transmisión electrónica-hidráulica.

El mecanismo más utilizado es el de Transmisión hidráulica y Transmisión electrónica-hidráulica.

Estos dispositivos producen el movimiento de palpado sobre una plantilla a la máquina herramienta. La plantilla puede ser de pletina o una pieza entera. [8]

**Ilustración nº18**



Fuente [18]



### 3.3.5 Torno al aire

Estos tornos son una adaptación de los tornos paralelos para el torneado de piezas de grandes diámetros y de longitud pequeña.

La bancada está prácticamente al nivel del suelo, el plato es de grande dimensiones.

El contracabezal es habitual no verlo puesto porque se utiliza en ocasiones muy concretas. La mayoría de estos tornos requieren de una cimentación especial.[8]

**Ilustración nº19**

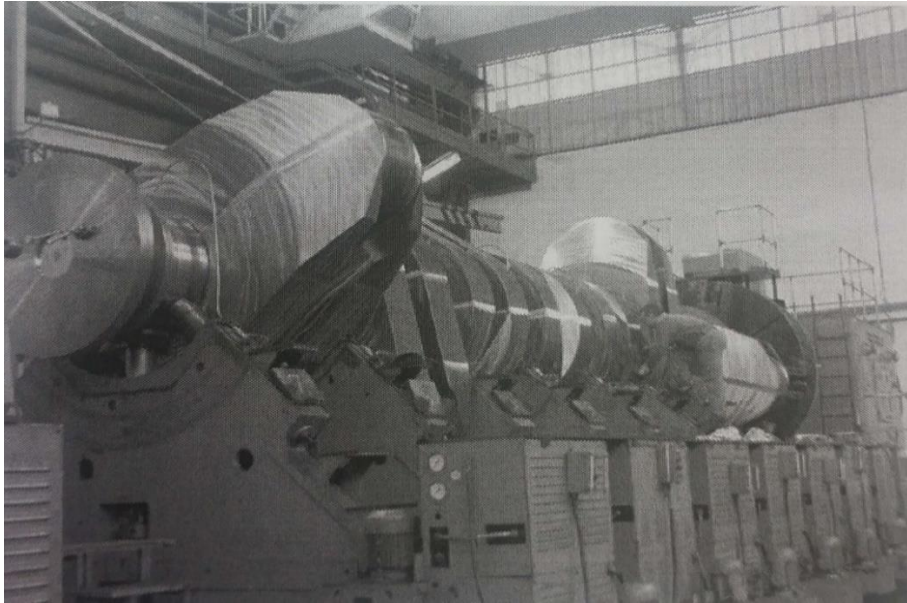


Fuente [19]

### 3.3.6 Torno de doble cabeza.

Estos tornos son utilizados para aplicaciones muy determinadas y son de tamaño importante. Este tipo de torno tiene un equipamiento e instrumentación especial y con un alto grado de precisión.

### Ilustración n°20



Fuente [8]

#### 3.3.7 Torno automático.

Estos tornos automáticos se encuentran en el sector industrial por su excelente rendimiento, aunque hoy en día existen tornos más automatizados.

Esta máquina herramienta está compuesta por un árbol de levas, la encargada de darle el movimiento a los distintos mecanismos necesarios. Las herramientas seleccionadas ejecutan su función en los momentos adecuados y en sincronización.

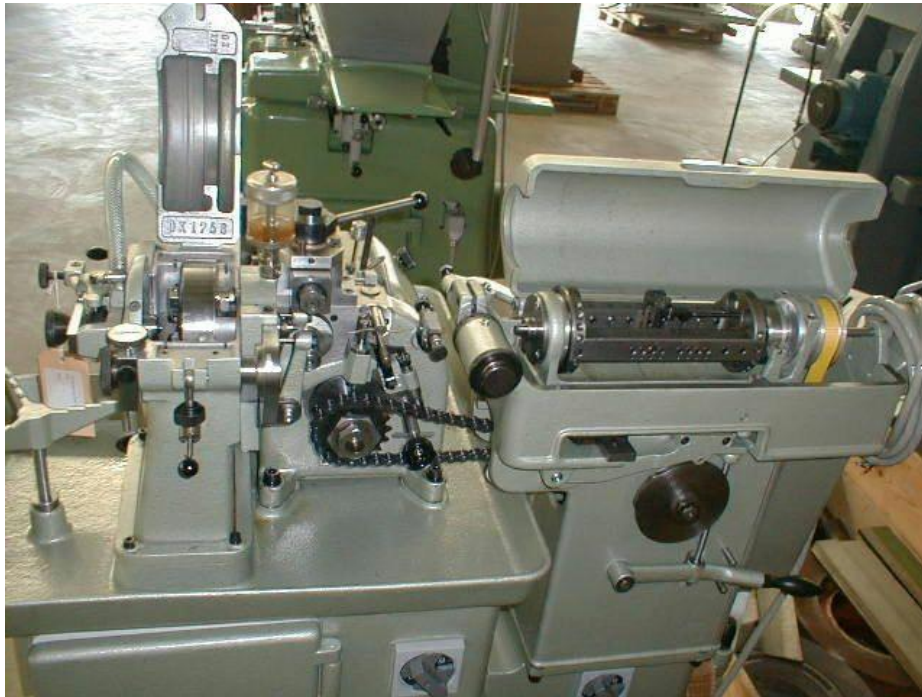
Las operaciones de apertura y cierre de los elementos de sujeción, las operaciones de mecanizado conforme a lo deseado, el avance de la barra hasta el punto deseado, etc. Son las distintas funciones comprendidas que podemos realizar con el torno automático.

[8]

Se pueden clasificar estas máquinas en:

- Monohusillo de cabezal fijo y cabezal móvil.

**Ilustración n°21**



Fuente [20]

- Multihusillos.

**Ilustración n°22**



Fuente [21]

### 3.4 Torno CNC.

Llamado tornos de control numérico tienen la misma estructura que un torno paralelo, pero con adaptaciones tecnológicas y modificaciones adecuadas.

Es una máquina herramienta que actúa guiado por un ordenador que ejecuta programas controlados por medio de datos alfa-numéricos, apoyándose por los ejes cartesianos.

Se caracteriza por ser una máquina herramienta muy eficaz para mecanizar piezas, ofreciendo una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque los útiles tecnológicos del mecanizado están guiados por el ordenador que va incorporado. Este ordenador procesa las órdenes de ejecución que van instaladas en un software que previamente ha introducido un programador especializado en la tecnología de mecanizado en torno.

Podemos decir que un torno CNC es la revolución en el sector de máquinas herramientas torno, capaz de hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno como paralelos, revólver, automáticos, copiador e incluso los verticales pueden actuar con control numérico. Con este tipo de tornos controlaremos los movimiento del cabezal y carro, variación de la velocidad y sentido de avance, cambiar piezas y herramientas, parámetros de presión ejercida, etc. [22]

#### Ilustración n°23



Fuente [23]

## IV. METODOLOGÍA.



## IV. METODOLOGÍA

La metodología empleada en referencia a este trabajo fin de grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

### 4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La documentación mostrada en este trabajo de fin de grado hace referencia a fuentes bibliográficas en las que se incluyen páginas web, etc... Además de los conocimientos adquiridos en mi periodo de prácticas en la empresa ENDESA S.A. Para

### 4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO

La realización de este trabajo de fin de grado viene de mi experiencia de un trabajo de campo realizado en el Aula taller de la Escuela de Náutica de la ULL, describiendo las distintas etapas de procedimiento de mecanizado con una Máquina Herramienta Torno.

### 4.3 MARCO REFERENCIAL

Nuestro marco referencial es en el **Aula Taller** de la **Escuela de Náutica** de la ULL.

En la cual he tenido la experiencia de realizar la elaboración de este trabajo de fin de grado.





## V. RESULTADOS.



## V. RESULTADOS

En este apartado se tratará de explicar los objetivos principales del trabajo de fin de grado, centrándome en el desarrollo y explicación de mecanizado de piezas y de la importancia del torno a bordo de un buque mercante.

### 5.1 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N° 1.

A continuación se muestra las distintas piezas mecanizadas por arranque de viruta en la máquina herramienta torno. Explicaré la pieza n°1 de la que voy hablar, explicando paso a paso su fabricación y los útiles utilizados para la fabricación de dicha pieza.

**Ilustración n°24**



Trabajo de Campo

La imagen n°1 mostrada ha sido creada sobre un tocho de aluminio que he cortado con una sierra de mano como explicare a continuación.

Para la realización de las distintas piezas he cogido un tocho en bruto de aluminio, medimos la longitud y marcamos para realizar el corte con la sierra de mano de la pieza número 1. Con ayuda del tornillo de banco colocamos el tocho de aluminio y apretamos para dejarlo firme sin que se mueva cuando realicemos el corte.

### Ilustración n°25

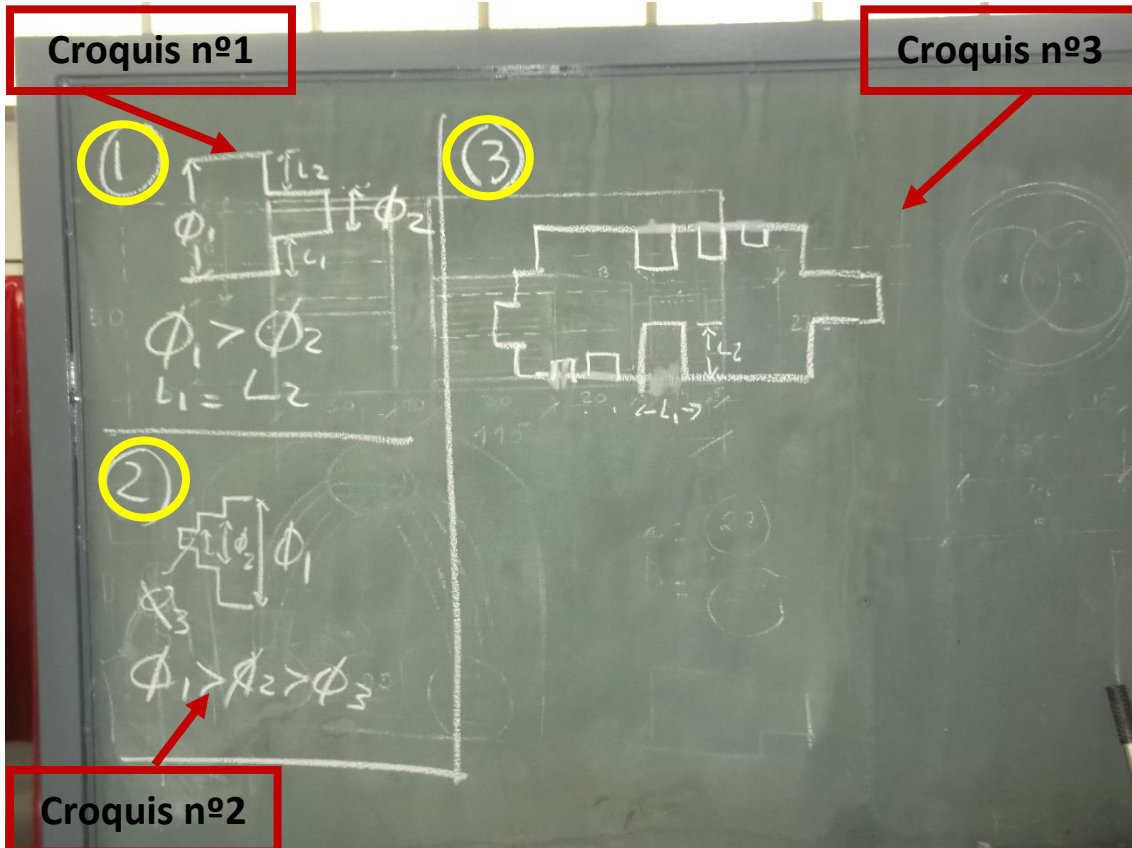


### Trabajo de campo

Una vez realizado el apriete al tornillo de banco verifico que tenga la hoja de corte de metal de 32 dientes por pulgada, con cuidado para no partir la hoja de la sierra de corte realizo el corte con la sierra de mano con un movimiento constante.

Realizado el corte del tocho de material, diseño el croquis de la pieza a realizar como se ve a continuación en la siguiente Ilustración n°26.

Ilustración n°26



Trabajo de Campo

El croquis está compuesto por tres diseños con la numeración 1,2 y 3 de la pieza número 1.

El croquis n°1 está compuesto por dos diámetros ( $\phi_1$  y  $\phi_2$ ) siendo el ( $\phi_1 > \phi_2$ ), en este croquis queremos realizar el cilindrado a toda la pieza que es el  $\phi_1$  y otro cilindrado de mayor profundidad que es el  $\phi_2$

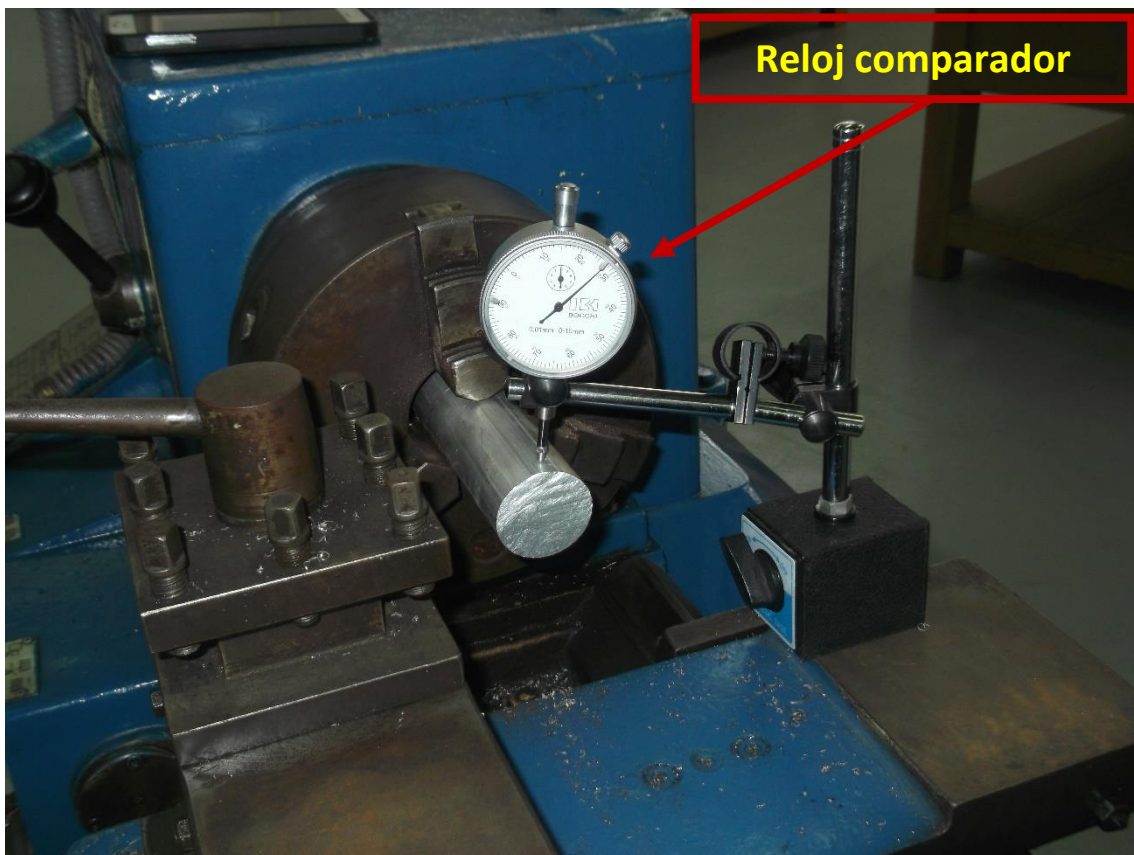
El croquis n°2 se realiza lo mismo que en el croquis n°1 pero en este caso son tres cilindrados ( $\phi_1 > \phi_2 > \phi_3$ )

El croquis n°3 está compuesto por varios aligeramientos de distinta profundidad y longitud para el alojamiento de distintos diámetros de juntas tóricas. El fin de este proyecto de fin de grado, es la importancia que tiene un torno a bordo de un buque

mercante. Por eso se realizan varias piezas que en caso de haber una avería o falta de material a bordo de un buque se explica el procedimiento e importancia del torno y de la experiencia que tiene que tener la tripulación.

Una vez realizado los croquis de la pieza nº1, empezamos a centrar el tocho cortado anteriormente en el plato con ayuda de un reloj comparador analógico mostrado en la siguiente Ilustración nº27.

**Ilustración nº27**



### Trabajo de campo

Como podemos observar en la Ilustración nº27, vemos que el tocho de aluminio está sujeto y no apretado con las mordazas. Estas mordazas son autocentrantes, cerrándose las tres mordazas a la vez accionadas por un tornillo de rosca cuadrada, este tornillo se cierra o se abre con una llave de plato. Una vez colocada la pieza con las

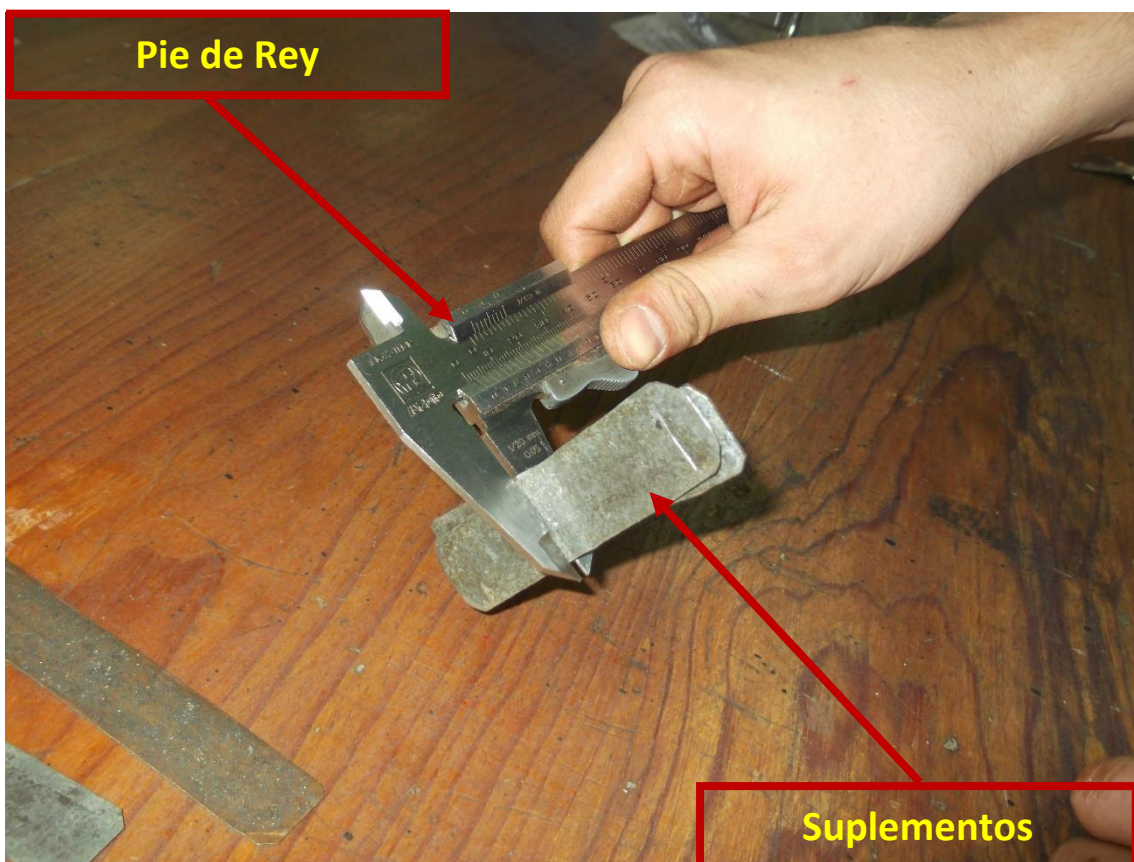
mordazas sin reapretar para poder mover el tocho de aluminio, colocamos el reloj comparador imantado sobre el carro. Con el torno parado y con la Z de seguridad activada giramos el plato con la mano y observamos si la pieza está centrada con el contrapunto o no para realizar el mecanizado.

Una vez centrada apretamos el tocho con la llave de plato para dejar la pieza bien firme ya que al mecanizar será sometido a grandes fuerzas para poder realizar el arranque de viruta.

Ya apretado el tocho elegimos las distintas plantillas de suplemento que utilizaremos para centrar la cuchilla en el centro de la pieza a mecanizar.

Estos suplementos son de distintos grosores, según como queramos que quede la cuchilla centrada en la pieza podemos ir variando los suplementos. Con ayuda de un pie de Rey medimos el grosor de los suplementos como podemos observar en la siguiente Ilustración.

**Ilustración n°28**



Trabajo de Campo

Se observa en la Ilustración n°28 el grosor de los suplementos que son de distinto diámetro.

Una vez que tengamos los suplementos idóneos para que la cuchilla y el porta cuchillas queden centrados en la pieza, comenzamos con el apriete del porta-cuchillas en el porta-herramienta. Finalizada la operación de apriete del porta-herramientas, observamos la posición de la cuchilla que quede centrada la punta de la cuchilla con el centro de la pieza a mecanizar, teniendo en cuenta que para refrentar hay que girar el porta-herramientas unos 45 grados respecto al eje de la pieza para debastar. Esta operación se realiza para que una vez realicemos el refrentado “*proceso de producir superficies planas*”, quede totalmente plana la pieza sin ningún tipo de tetón en la pieza, y si es necesario, se volverá a ajustar a la altura de la herramienta.

### Ilustración n°29



### Trabajo de Campo

La velocidad de corte la ajustaremos para el desbaste y otra para el acabado como podemos observar en la Ilustración n°29. Para el acabado podemos aumentar la velocidad de giro y profundizar menos en la pasada para mejorar el acabado.



Terminada la operación de refrentado, pasamos a la operación de cilindrado que consiste en “*Mecanización exterior de la pieza para mecanizarlo en forma cilíndrica*”.

Para poder realizar esta operación, regulamos la profundidad con el carro transversal para el diámetro del cilindro, y la longitud del cilindro se regula con el carro paralelo. En este procedimiento, el acabado superficial y el ajuste que se obtenga puede ser un factor de gran importancia, por eso lo ideal es realizar el avance de forma automática con el carro paralelo con la palanca de avance mecánico y colocando la cuchilla unos 45° respecto a la pieza. En la siguiente Ilustración n°30 observamos el cilindrado de la pieza.

### Ilustración n°30



### Trabajo de Campo

Para realizar el cilindro de piezas de longitudes mayores o ejes, es recomendable sujetar entre puntos la pieza y apoyada en luneta fija o móvil si la pieza es de grandes dimensiones y peso . Es necesario previamente realizar los puntos de centraje en los ejes.

Con el croquis realizado en la pizarra de la pieza n°1, empezamos a mecanizar el croquis n°1 ya explicado anteriormente.

Para la realización de esta pieza del croquis n°1 realizamos un cilindrado de mayor profundidad con escalon, este escalon lo conseguimos colocando la cuchilla en la posición de 0° respecto a la pieza.

### Ilustración n°31



### Trabajo de Campo

Con el torno en manual realizamos varias pasadas de cilindrado hasta conseguir el diámetro deseado.

En el carro de profundidad ponemos a 0 milímetros la escala graduada de mm, vamos mirando en cada pasada de cilindrado cuanto profundizamos para llevar un control del diámetro deseado sin que nos pasemos.

Este mecanizado de desbaste es rápido y sencillo de realizar.

A continuación realizaré el croquis número 2 con varios cilindrados de distinto diámetro como se ve en la Ilustración nº32 siguiente.

### Ilustración nº32



### Trabajo de Campo

Para realizar esta operación básica se utiliza la misma cuchilla utilizada en el anterior croquis, una cuchilla de material muy duro para desbastar.

Con ayuda de un calibre Pie de Rey vamos realizando mediciones para los distintos diámetros.

La primera pasada de cilindrado la realizaremos para el diámetro 2 ya que si realizamos el diámetro 3 que es el de menor diámetro podemos fallar en la segunda medición.

Este trabajo de cilindrado no lleva complicación alguna y siempre observar cómo sale la viruta de la cuchilla para ver si vibra la pieza o la cuchilla tiene algún desperfecto.

### Ilustración n°33



Trabajo de Campo

Aquí podemos observar en la Ilustración n°33 como ha quedado la pieza finalizada en el croquis número 2.

El acabado final no es perfecto como podemos ver en la imagen superior debido al deterioro de la cuchilla, para darle un acabado superficial liso explicaré más adelante el método de pulimento que le damos con esmeril y lija.

En la imagen vemos el depósito de viruta en la parte del carro y railes, con un gancho o brocha quitamos los restos de viruta para dejar la zona de trabajo limpia para no ocasionar el enredo de esta viruta con la pieza y poder dañarla.

Nunca debemos de quitar la viruta con la mano sin guantes ya que podemos cortarnos con esta misma.

### Ilustración n°34



#### Trabajo de Campo

En la Ilustración\_n°34 se muestra la operación de ranurado “*Consiste en abrir ranuras en las piezas*”, se realizan con una herramienta de la misma anchura de la ranura si son ranuras estrechas, pero si son anchas habrá que darle al útil un movimiento de avance.

Para esta operación de ranurado el husillo de trabajo debe girar sin juego, sujetando la pieza con las mordazas firmemente para que no flexiones o se aleje cuando se someta bajo presión de corte.

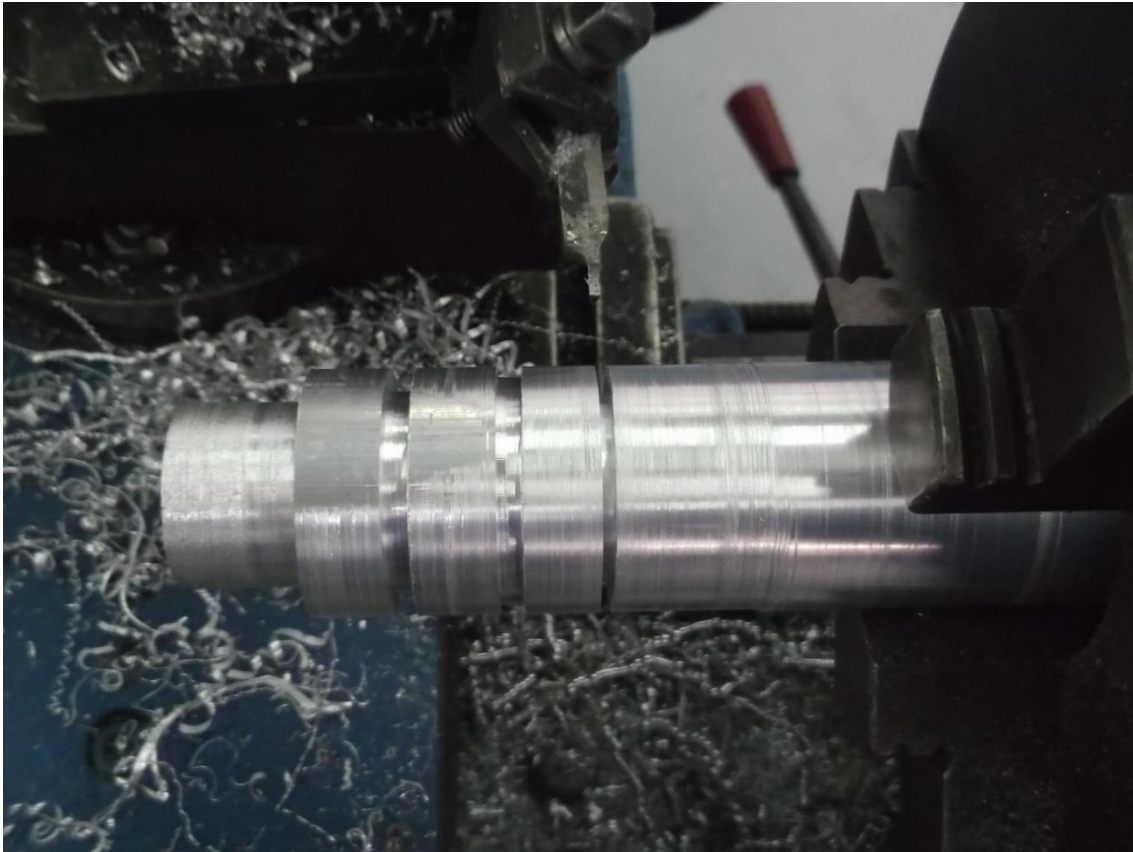
Para realizar el ranurado, cambiamos la cuchilla de desbastar por una con un canto más fino para poder realizar las ranuras. Se debe de colocar la cuchilla perpendicular a la pieza para que ningún canto de dicha cuchilla toque con las paredes de la ranura.

La sujeción del útil sobre el porta-herramientas y el centrado de la cuchilla sobre la pieza son muy importante, exactamente debe queda centrando en la sección recta de la

pieza y con el porta-herramientas giramos para que quede perpendicular la cabeza del útil al eje de la pieza.

La velocidad de corte del torno debe ser normal para evitar vibraciones en la pieza.

### Ilustración n°35



### Trabajo de Campo

Para realizar los distintos ranurados Ilustración n°35 la profundidad lo hacemos manualmente que con el carro horizontal del carrito superior al ser mas preciso en la escala de los milímetros.

En la imagen superior observamos que tenemos tres ranuras de distintas longitudes. Lo que quiero exponer en esta pieza es la posibilidad de realizar ranurados para juntas tóricas u otros elementos como aros, etc.

Debo recalcar que el fin de este trabajo de fin de grado es la finalidad de un torno a bordo de un buque y la posibilidad de utilizarlo en casos particulares cuando se desee con operarios cualificados.

**Ilustración n°36**



**Trabajo de Campo**

Aquí podemos observar en la imagen superior el acabado de la pieza sin ser pulida con esmeril y una lija de agua. Esta operación se realiza colocando la pieza en el cabezal protegida con un cartón para no dañarla y a una velocidad de giro del cabezal media baja, en la Ilustración n°37 podemos observar el acabado final de la pieza.

**Ilustración n°37**



**Trabajo de Campo**

## 5.2 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N° 2

La segunda pieza que hemos diseñado, consiste en un cono seguidamente de un cilindrado con un moleteado. Como ya explique en la pieza número uno, el proceso de corte y medición es exactamente igual como explicare a continuación.

**Ilustración n°38**



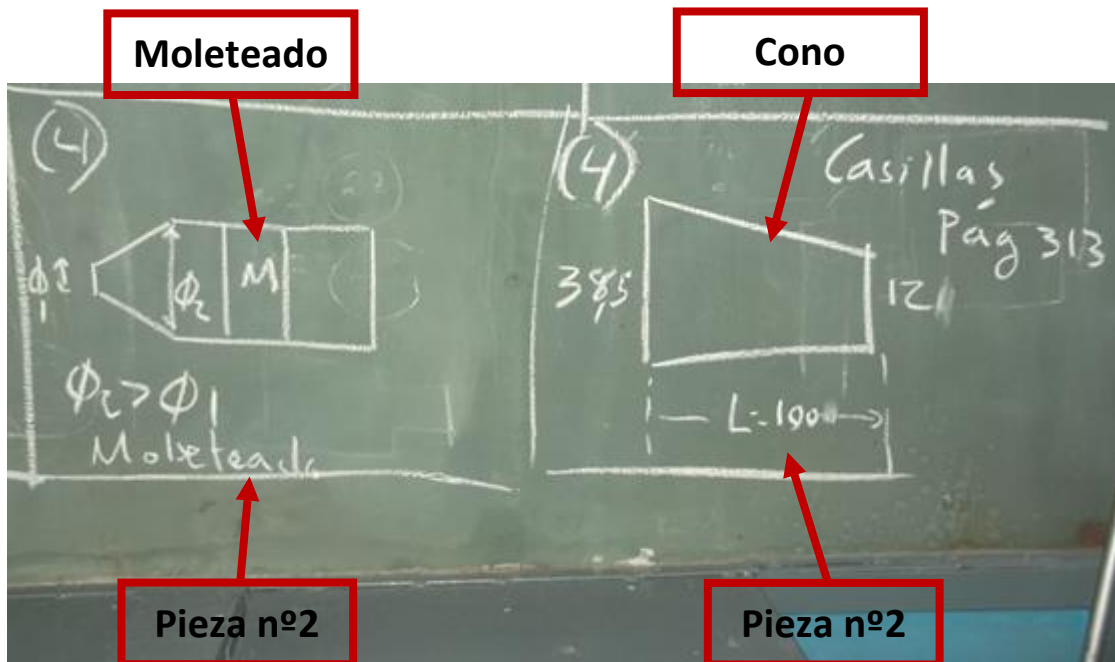
Trabajo de Campo

Para la realización de la pieza n°2 he cogido un tocho en bruto de aluminio, medimos la longitud y marcamos para realizar el corte con la sierra de mano de la pieza número 1.

Con ayuda del tornillo de banco colocamos el tocho de aluminio y apretamos para dejarlo firme sin que se mueva cuando realicemos el corte. Para realizar el corte lo hacemos con movimientos continuos de alenté hacia atrás.



**Ilustración n°39**



**Trabajo de Campo**

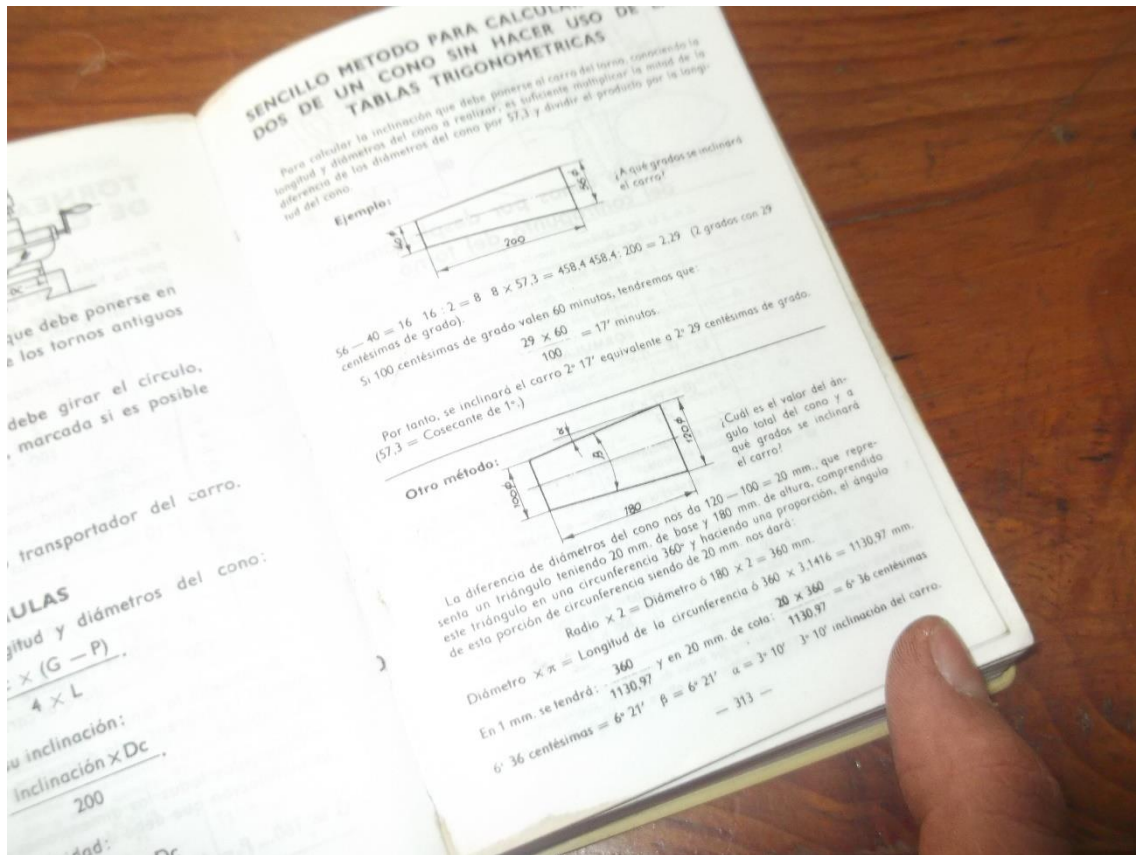
En la Ilustración n°39 mostrada tenemos realizado un croquis de la pieza número 2, podemos observar que se realizará un cono con dos diámetros ( $\phi_2 38,5mm > \phi_1 12mm$ ) y de longitud ( $L = 100 mm$ ).

Para la realización del cono utilizaremos el libro CASILLAS, CALCULOS DE TALLER que explicaremos más adelante.

También podemos observar en el croquis 4 que se realizará un moleteado que explicaremos más adelante.

El libro CASILLAS, CALCULO DE TALLER lo utilizo en este Trabajo de Fin de Grado como apoyo a los cálculos para la realización del cono, podemos realizar piñones, roscas, chavetas, cálculo de poleas, etc.

**Ilustración n°40**



**Trabajo de Campo**

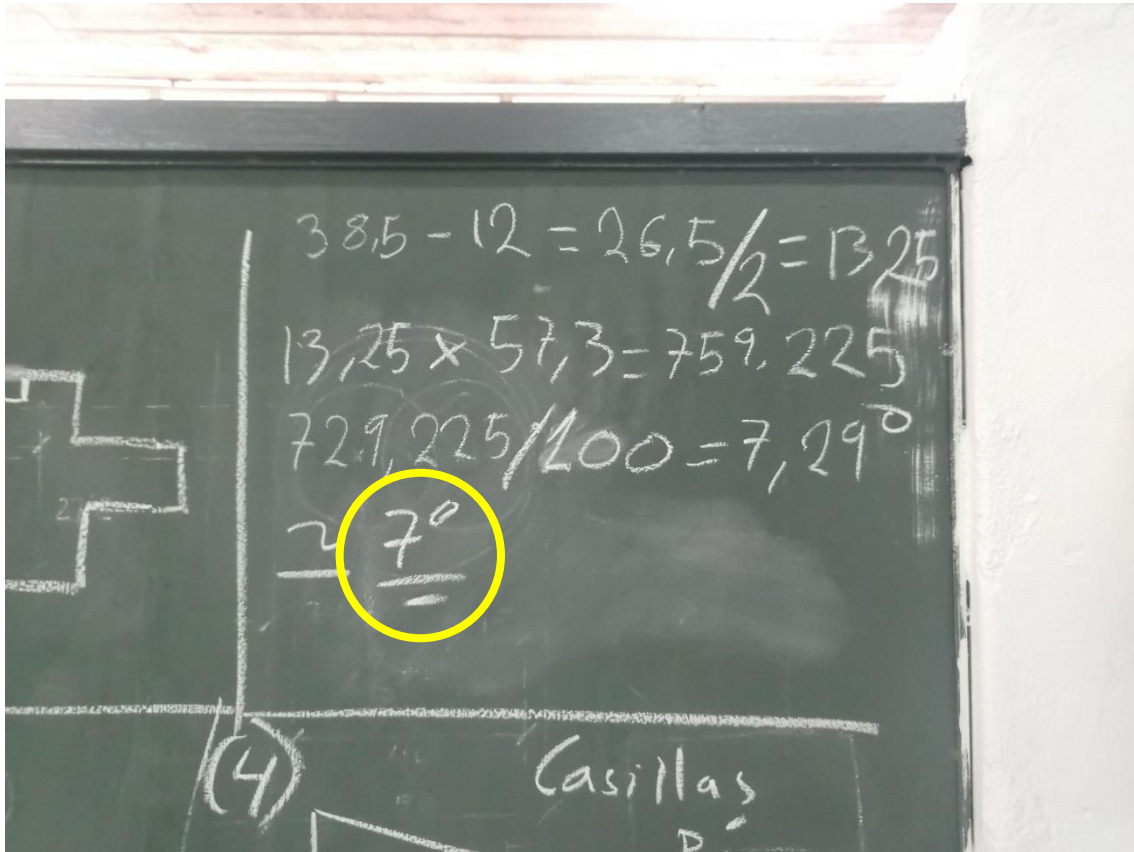
Para la realización del cono nos hemos apoyado en el libro CASILLAS para el método de cálculo de un cono sin hacer uso de tablas trigonométricas.

Para el calcular la inclinación que debe ponerse al carro del torno, tenemos que conocer la longitud del tocho y el diámetro 1 y 2 del cono a realizar. Cuando tengamos las medidas de los diámetros restamos ( $\varnothing 2 - \varnothing 1$ ), con el resultado obtenido lo dividimos entre 2 y multiplicamos el resultado del cono por una constante de 57,3.

Una vez multiplicamos con la constante, el resultado obtenido los dividimos con la medida de la longitud del cono y obtendremos los grados que en nuestro caso fueron 7°.

En el siguiente Ilustración n°41 podemos observar el cálculo realizado para obtener los grados que tendremos que poner el carro y porta-herramientas.

### Ilustración n°41



#### Trabajo de Campo

Como ya explique anteriormente he señalado el resultado de los grados obtenidos para la realización del cono.

Teniendo los datos para la realización del cono, comprobamos las medidas de la pieza en bruto. Seguidamente pasamos a la sucesión de trabajos empezando por la sujeción y nivelación de la pieza en el plato de tres mordazas con ayuda de un reloj comparador analógico. Este procedimiento se realiza en cada trabajo de torno repitiendo la colocación de la pieza. En nuestro caso como ya hemos mencionado se coloca en el plato de tres mordazas.

Utilizaremos la misma cuchilla de metal duro para el mecanizado de superficies. Para realizar esta pieza cónica que podemos encontrarla muy frecuentemente en acoplamiento, es un trabajo en que el diámetro va disminuyendo de un modo uniforme como explicaremos a continuación. Para ello hay que realizar una serie de ajustes en el torno sobre el Charriot.

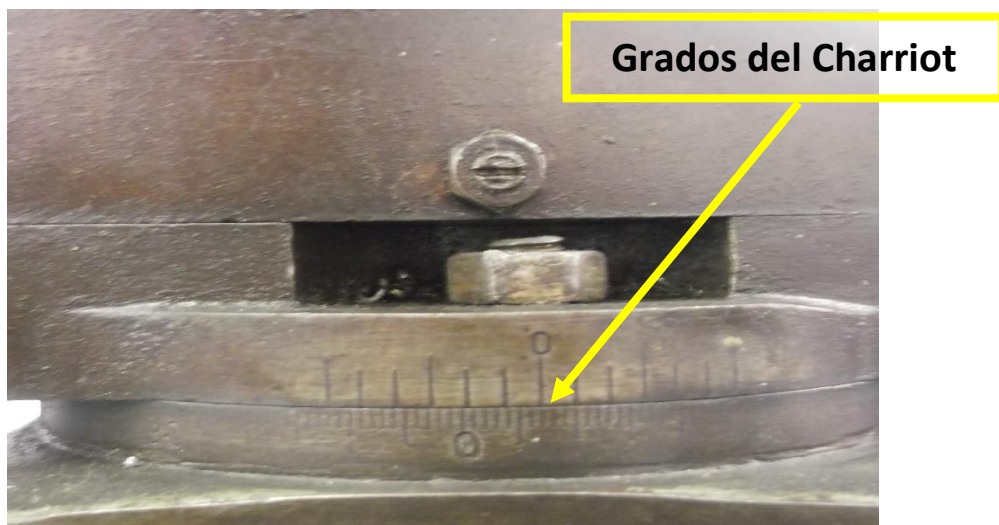
### Ilustración n°42



#### Trabajo de Campo

En la Ilustración n°42 mostrada, es donde aplicaremos los 7° de desplazamiento en el charriot o carro orientable. Con ayuda de una llave fija 17mm aflojamos los dos tornillos del Charriot para poder realizar el desplazamiento de 7° en la escala graduada como mostramos a continuación en la siguiente Ilustración n°43

### Ilustración n°43



#### Trabajo de Campo

El torneado de conos mediante el Charriot o carrito superior es apropiado para este caso al ser un cono corto y pronunciado.

#### Ilustración n°44



#### Trabajo de Campo

Una vez desplazado el Charriot 7° comenzamos con el cono, el procedimiento es cómodo y rápido cuando conocemos el ángulo de inclinación, en este caso hecho por nosotros mediante el libro CASILLAS CALCULOS DE TALLER.

El Carriot o carrito superior como podemos observar en la Ilustración hay que moverlo a mano, es un inconveniente ya que la calidad superficial puede quedar con imperfecciones a caudas de un manejo intermitente.

Hay que tener en cuenta que el recorrido del carrito superior no puede ser más corto que la pieza a mecanizar.

La punta de la cuchilla tiene que quedar exactamente a la altura del centro de la pieza, sino no se obtendría una pendiente con los grados obtenidos.

Un ejemplo si dejaramos la cuchilla dos milímetros fuera del centro de la pieza con las medidas que tenemos en nuestra pieza de 100mm de longitud y de  $\varnothing 12mm$  y  $\varnothing 2 38,5mm$  podemos tener un error de 0,20 mm en el diámetro de la pieza, este error es muy considerable si consideramos que es para un ajuste fino y en las condiciones que estaremos en un buque mercante no puede haber error alguno.

El Charriot o carrito superior tiene que deslizar suave sobre la pieza y sin juego alguno para tener una pieza libre de irregularidades.

#### Ilustración n°45



#### Trabajo de Campo

En la Ilustración superior vamos dando pasadas en manual con el carro de cilindrar hasta llegar a los diámetros establecidos.

Una vez tengamos la pieza terminada, con ayuda de un calibre Pie de Rey verificamos los diámetros para su aprobación y comenzaremos con el taladrado para colocar el punto al ser una pieza larga y someterla al moleteado.

### Ilustración n°46



#### Trabajo de Campo

Para la realización del moleteado que explicare más adelante, hay que realizar un taladrado a la pieza con el porta-broca de punto como podemos observar en la Ilustración n°46.

Para colocar el porta-brocas, el alineamiento del contrapunto con el cabezal es muy importante, ya que en el contrapunto fijas el porta-brocas y cualquier pequeña diferencia en el alineamiento traerá problemas.

El afilado de la broca es de mucha importancia, siempre mirar que la viruta salga rizada y por los dos labios de la broca, si por alguna razón sale por uno de los labios la broca está mal centrada o sin filo.

También es de importancia la velocidad de avance de la broca y la velocidad de giro, manipulando la caja de Norton por medio de poleas en nuestro caso por ser un torno antiguo, obtenemos las velocidades que explicare más adelante para la realización del moleteado. Un fallo muy común que todos cometemos es que queremos ir más rápido de

lo que debemos, y luego es contraproducente para la pieza y el operario ya que tendremos que repetir el proceso.

El taladrado al torno se hace avanzando el contrapunto hacia la pieza, mientras está rota.

En este mecanizado la taladrina es de gran importancia para la refrigeración de la broca y evitar que se rompa.

#### **Ilustración n°47**



#### **Trabajo de Campo**

Podemos observar en la Ilustración n°47 un moleteador de presión con cabeza giratoria.

El moleteado consiste en imprimir en la superficie de la pieza un grabado por medio de una herramienta especial denominada “moleta” mostrada en la Ilustración n°47 provista de una rueda que lleva en su superficie el grabado deseado y que se aplica fuertemente sobre la pieza a molear.



La moleta que se sujeta sobre el porta-herramientas se comprime contra la pieza a moletear para poder llevar a cabo la imprimación deseada con varios patrones que están ubicados en la cabeza de moleta.

Esta moleta estará sometida a grandes esfuerzos, por eso debe de estar bien sujeta en el porta-herramientas, una vez apretada centraremos la moleta sobre la pieza, dejando el porta-herramientas perpendicular a la pieza a mecanizar.

Podemos observar en la Ilustración n°48 la tabla de velocidades obtenida del propio torno de este TFG. Para le moleteado se ha de tener una velocidad reducida, en nuestro caso hemos decidido realizar el mecanizado sin arranque de viruta moletado a 71 revoluciones por minuto en la polea del motor 3 y la polea del cabezal B y accionando la palanca de MANDO CABEZAL hacia la posición que nos indica la Ilustración n°48.

**Ilustración n°48**



Trabajo de Campo

El husillo obtiene la velocidad por tres poleas escalonadas conectadas por una correa, para cambiar de velocidad tenemos que parar el torno y accionar la Z de seguridad

para asegurar de que cuando metamos la mano en la caja de velocidades no encienda el torno y ocurra un accidente.

Todas las máquinas herramientas torno están equipadas de dispositivos de seguridad para proteger al operario y al equipo, equipadas con protección de bloqueo, contra sobreesfuerzos, etc.

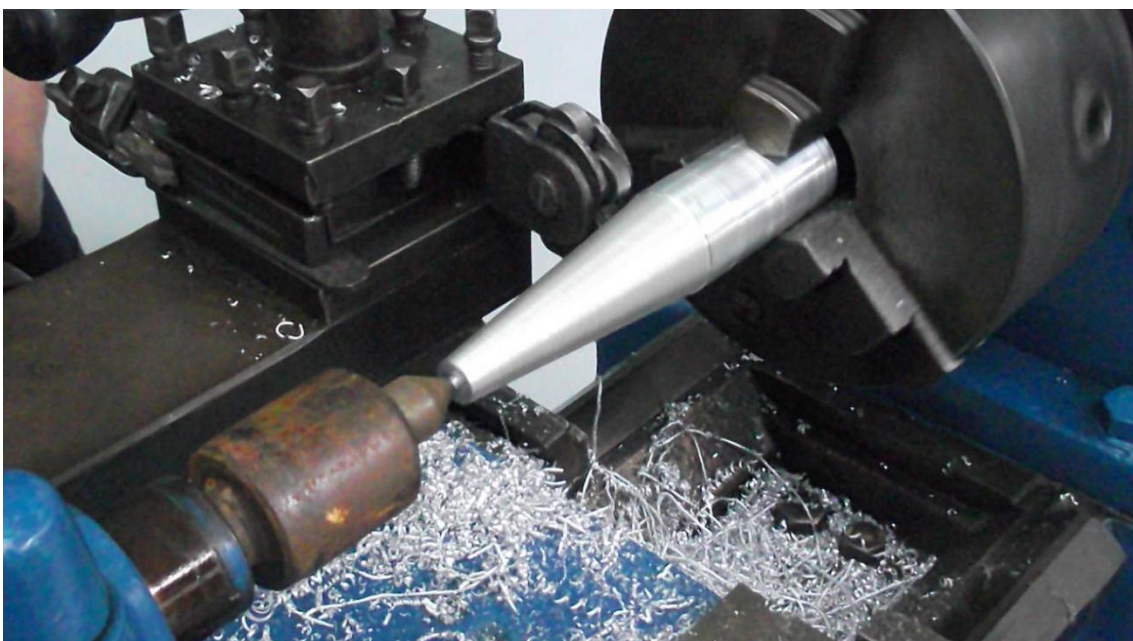
Seleccionar una velocidad para cada tipo de trabajo es complicado ya que requiere de mucha experiencia y de unas tablas que de velocidad de progresión geométrica y una fórmula para su utilización. En nuestro caso utilizamos la velocidad que más convenía según el trabajo de mecanizado ya que no son piezas para uso Industrial sino para exposición de mi defensa de Trabajo de Fin de Grado.

Colocada la moleta perpendicular a la pieza como observamos en la Ilustración, colocaremos el punto sobre el taladrado que hemos realizado anteriormente para soportar los esfuerzos que absorberá la pieza una vez empezemos a realizar esta operación.

Este punto se coloca en el cabezal móvil que consta de un orificio donde ubicamos el punto y el porta-brocas, se utiliza para dar soporte a la pieza y hacer avanzar los puntos y brocas.

A continuación pasaremos a la operación de moleteado como podemos observar en la Ilustración n°49 una vez cambiado las poleas de velocidad.

**Ilustración n°49**



### Trabajo de Campo

Esta operación consistente en realizar unas marcas en la pieza mediante una herramienta llamada “moleta”. Es la única operación que no conlleva arranque de viruta. El desplazamiento de la herramienta es longitudinal y la presión ejercida por ella, es enorme.

### 5.3 DESARROLLO Y EXPLICACIÓN DE LA PIEZA N° 3

La siguiente pieza a desarrollar es la explicación de una rosca exterior que puede servir para infinitas finalidades a bordo de un buque mercante, como por ejemplo uniones desmontables mediante tornillos, espárragos para culatas, etc estas roscas son especiales para uso en caso de emergencia ya que el acabado no es perfecto. Y la realización de una esfera.

### Ilustración nº50

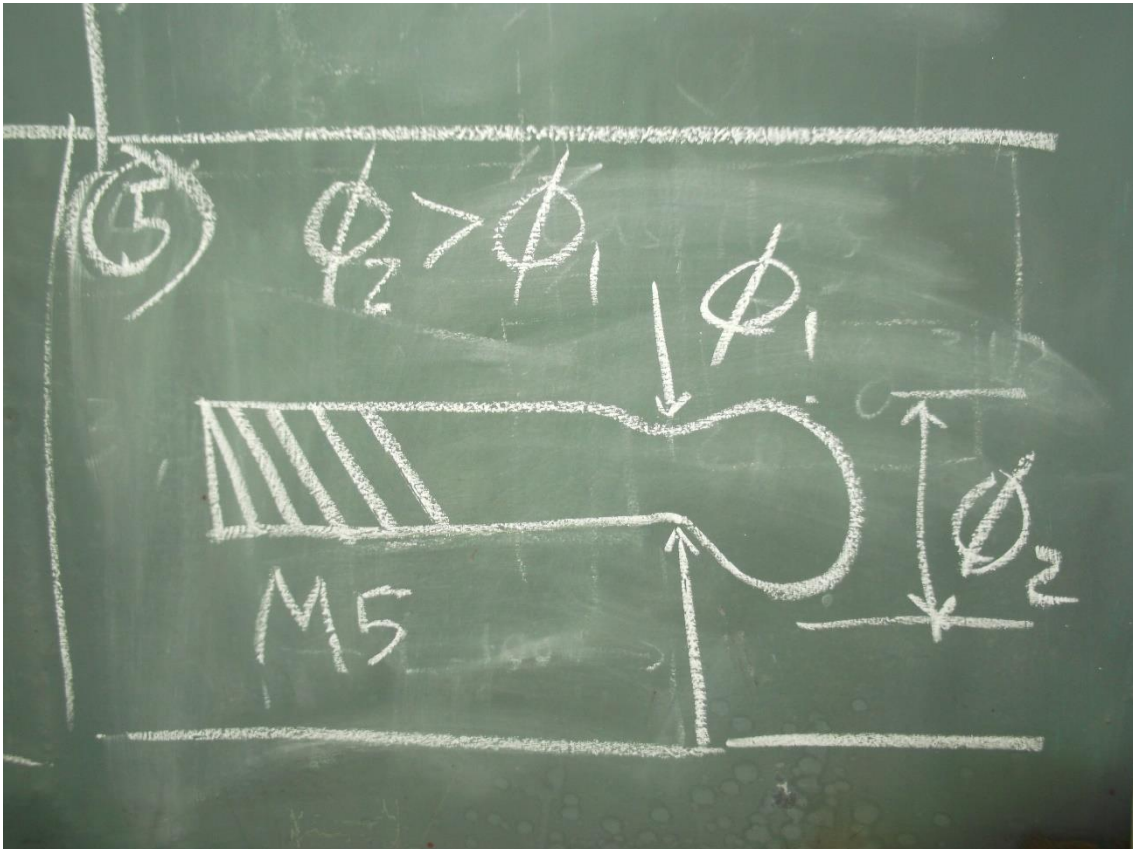


### Trabajo de Campo

Empezamos cortando un tocho de aluminio con la sierra de mano ayudándonos con el tornillo de banco. Una vez medido y cortado comenzamos con la realización del croquis de la pieza como podemos observar en la siguiente Ilustración n°51.

En el croquis 5 podemos observar la pieza número tres, que tiene una rosca métrica de 60° y seguidamente de una esfera mediante torneado de piezas perfiladas.

### Ilustración n°51



### Trabajo de Campo

En este Proyecto de Fin de Grado sobre la realización de piezas en torno a bordo de un buque mercante, las roscas ya sean interiores, exteriores son muy importantes ya que las roscas sirven para muchas finalidades, explicare el procedimiento de fabricación y las pautas a seguir para realizar una rosca exterior.

He decidido realizar una pieza perfilada como es el caso de esta esfera, para explicar que en un torno también se consiguen formas redondeadas dando un buen aspecto a la pieza.

En un buque mercante podemos encontrar herramientas con este aspecto de esfera, y en caso de que tengamos que realizar una esfera en torno para mangos, rodamientos de bolas, etc. explicaré su trabajo de torneado.

### Ilustración n°52



### Trabajo de Campo

Para la realización de esta pieza como bien ya hemos comentado en las piezas anteriores, tenemos que refrentar y cilindrar el tocho de material para su proceso de fabricación.

En esta pieza visualizamos la viruta, deben de ser limpias y romperse en trozos de medidas que no perjudiquen la pieza.

En el mecanizado con poca profundidad como el de la Ilustración n°52 las virutas se suelen producir en espiral como vemos en la imagen superior.

Siempre tendremos que limpiar la zona de trabajo por la acumulación de virutas en la bandeja de la bancada y en los raíles del carro, con una brocha o un gancho

despejamos la bandeja para poder realizar el trabajo con seguridad, ya que un hilo de viruta se puede enredar en la pieza y cortarnos con los cantos de la viruta.

### Ilustración n°53



### Trabajo de Campo

La cuchilla utilizada para la rosca es de material WIDIA un material mucho más resistente que el utilizado para el desbaste anteriormente nombrado de material HSS.

Para la realización de roscas es de importancia ver el filo de la cuchilla con una plantilla de cuchillas de roscar para roscas planas o en pico.

Siempre hay que verificar el ángulo del flanco, obteniendo resultados muy exactos mirándolo a contra luz.

Con esta galga o calibre centramos la cuchilla en el torno, en la Ilustración superior no se observa cómo se centra la cuchilla pero vemos cómo debe de quedar la cuchilla

centrada en la plantilla, para hacer roscas la cuchilla debe de quedar totalmente centrada para realizar las roscas.

**Ilustración nº54**

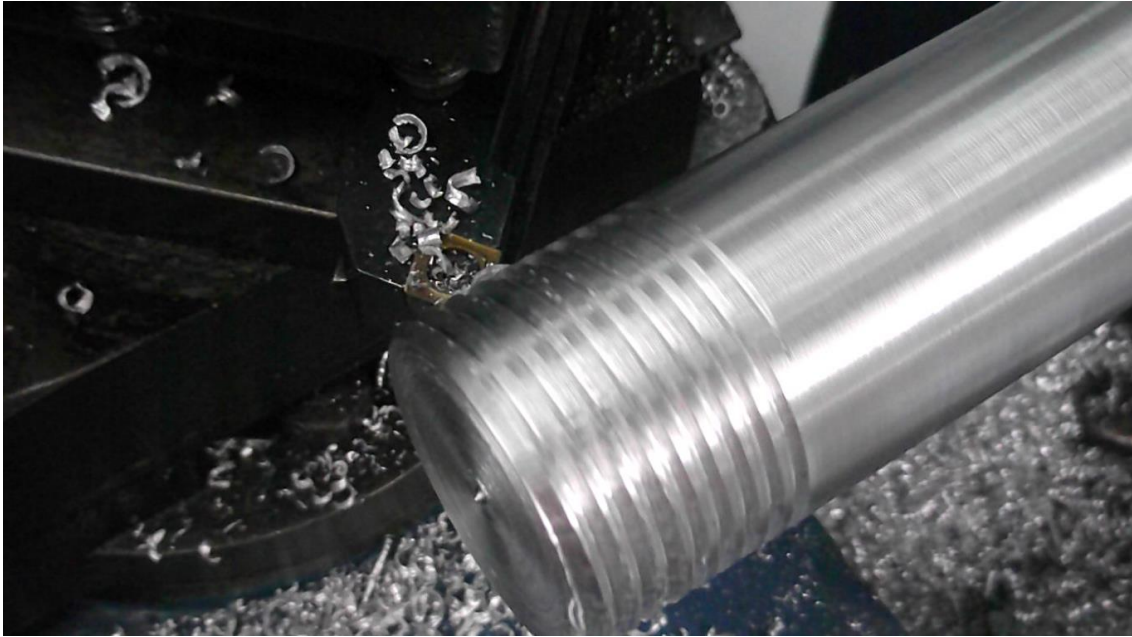


#### Trabajo de Campo

Los distintos trabajos que podemos realizar en el torno paralelo como el de este Trabajo de Fin de Grado, es realizar roscas de diferente paso y tamaño tanto exteriores o interiores. El torno paralelo de este TFG incorpora un mecanismo llamado Caja Norton, que facilita esta tarea y evita montar un tren de engranajes cada vez que se quisiera efectuar una rosca por medio de palancas

La caja Norton es un mecanismo compuesto de varios engranajes que incorpora el cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar. Esta caja puede constar de varios trenes desplazables de engranajes o bien de uno basculante y un cono de engranajes. En nuestro caso las velocidades las cambiamos por medio de correas dentro de la caja Norton. Y por medio de palancas del dispositivo a roscar podemos realizar Withworth y Metricas.

### Ilustración n°55



Trabajo de Campo

Para la realización de la rosca exterior de M-12 primero realizamos un mechado para poder facilitar la entrada de la cuchilla de rosca. Seguidamente colocamos la cuchilla de roscar en la parte delantera de la pieza y que rasque ligeramente para su posterior mecanizado.

Retrocedemos el porta-cuchillas hasta que quede fuera de la pieza y ponemos a cero el anillo de ajuste para realizar un avance con una profundidad de 0,2 milímetros.

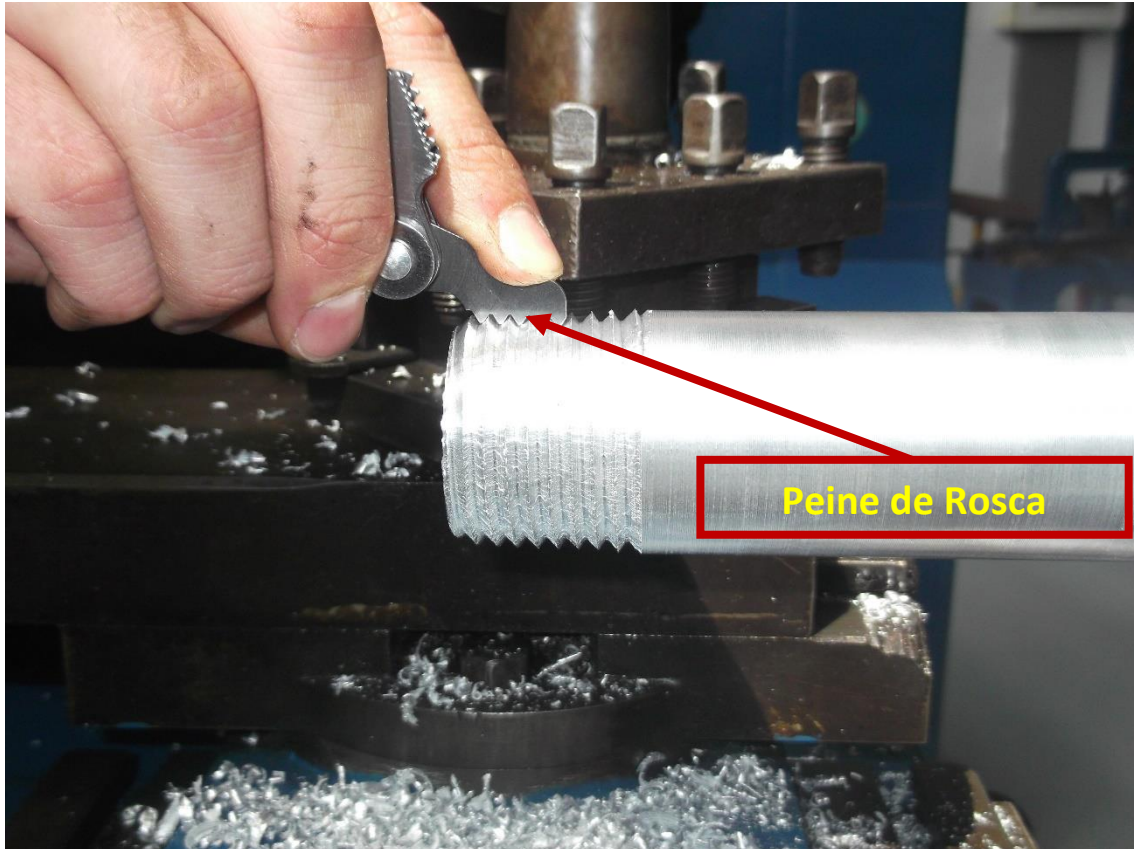
Una vez realizado los pasos anteriormente nombrados, colocamos la palanca del husillo de roscar de avance en automático y dejamos que la cuchilla corra sobre la pieza, al finalizar la rosca separamos inmediatamente con el carro transversal en la manivela de avance transversal para no seguir roscando y dañar la pieza.

Tenemos que tener mucho cuidado en la profundidad que le damos a la cuchilla produciendo vibraciones o traqueteo a causa de la holgura en los mecanismos de avance particularmente en esta máquina que es antigua. Estas vibraciones durante el mecanizado puede producir ondulaciones en la superficie de la rosca, para eso debemos disminuir la profundidad para reducir los esfuerzos de corte y evitar que la cuchilla se deforme o se rompa.



Para la verificación del paso se emplea estas galgas de rosca o peine de rosca como podemos observar en la Ilustración n°56.

### Ilustración n°56



### Trabajo de Campo

Miden la separación entre las crestas y dando el paso de la rosca, con esta galga podemos tener una referencia de la rosca pero no es un instrumento de medida de precisión.

Podemos determinar el tipo de rosca y clasificarla inmediatamente según su paso, gracias a este peine de rosca la pérdida de tiempo en medir el paso de la rosca a fabricar.

Este procedimiento lo vamos repitiendo hasta que veamos que el peine de rosca quede exactamente igual que la cresta de la rosca como se puede observar en la imagen superior.

Terminado el roscado exterior pasaremos a la esfera como veremos en las siguientes Ilustraciones.

**Ilustración n°57**



Trabajo de Campo

Terminada la rosca exterior, quitaremos la pieza de las mordazas para proteger la rosca al dar la vuelta para realizar la esfera. Con un cartón o en nuestro caso protegemos la rosca para que las mordazas no dañen la rosca al ser apretadas.

En esta operación trataremos de realizar un perfilado con movimiento de ambos carros, (*longitudinal y transversal*) con la particularidad de que es un trabajo muy laborioso pero que el resultado final es muy gratificante.

La realización de esferas se puede realizar de varias maneras, uno mediante útiles de forma esférica, mediante útiles con conforma perfilada o en nuestro caso con útiles de corte.

La realización de esferas con útiles de mano es más artesano y laboriosa exigiendo un técnica de artesano profesional, además para obtener una superficie lisa debemos

utilizar limas y los útiles de mano. En nuestro caso como utilizaremos cuchillas de corte para el acabado final utilizaremos esmeril y una lija que explicaremos al final.

### Ilustración n°58



### Trabajo de Campo

El torneado esférico no tiene ninguna dificultad si se realiza en un torno de Control Numérico, programando sus medidas y la función de mecanizado radial correspondiente, lo realizará de forma perfecta.

En este caso lo realizamos en un torno paralelo que presenta cierta dificultad para conseguir una esfera perfecta. Sería recomendable disponer de una plantilla de la esfera e irla mecanizando de forma manual pero no disponemos de ella en el Aula Taller y para conseguir un acabado perfecto o casi perfecto utilizamos una lima para darle el ajuste final con el torno parado y a continuación con esmeril y lija un pulido.

En la Ilustración superior con el torno en manual, utilizamos el carro longitudinal y transversal para realizar unos chaflanes de 45° aproximadamente, recordar que estas medidas no podemos obtenerlas con exactitud por no tener plantillas.

Esta técnica sin plantilla y con el torno en manual es laboriosa pero muy gratificante al ver el resultado final.

La realización de la esfera lleva tiempo y paciencia, tenemos que ir jugando con el porta herramientas para dar ángulos a la cuchilla como observaremos en las Ilustraciones n°58 y 59 para realizar los chaflanes. Con el carro para realizar el refrentado hay que ser prudentes con los milímetros que aplicamos para el mecanizado ya que podemos introducir demasiado la cuchilla y llegar a deformar la esfera, con el carro de cilindrar también hay que estar atentos ya que con este carro tenemos que ir más despacio que con el carro de refrentar.

### Ilustración n°59



### Trabajo de Campo

A la hora de girar la cuchilla en el porta-herramientas hay que tener cuidado si giramos demasiado para no llegar a golpear las mordazas que van ubicadas en el plato girando a 100 rpm.

Para poder verificar la pieza, la seguridad del trabajo es lo primordial. No se debe de verificar NUNCA la calidad de la superficie con la pieza en movimiento, sino con la pieza parada y la maquina con la seguridad puesta. Tampoco es recomendable palparla con la mano descubierta ya que podemos clavarnos astillas de aluminio en la mano.

### Ilustración n°60

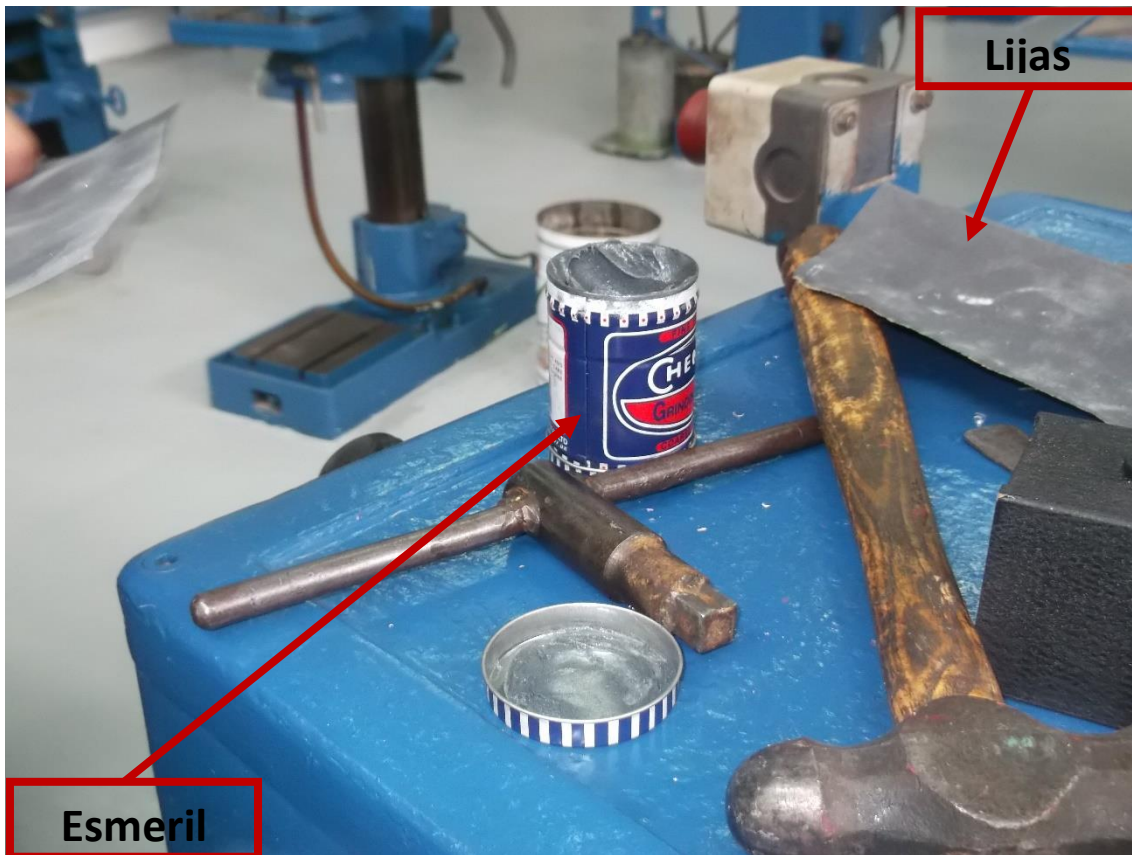


### Trabajo de Campo

En esta Ilustración n°60 podemos observar el acabo de la pieza una vez terminado las pasadas de mecanizado, observamos que la superficie es irregular debido a que el procedimiento es muy laborioso y las condiciones de uso del torno son limitadas.

Para terminar la elaboración de la pieza esmerilamos la pieza con lijas y esmeril como podemos observar en la siguiente Ilustración n°61, para realizar esta operación de esmerilado hay que tener una velocidad baja del plato y con mucho cuidado esmerilamos con una lija para obtener un resultado de superficie final bueno.

**Ilustración nº61**



Trabajo de Campo

#### **5.4 IMPORTANCIA DEL TORNO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE**

Este trabajo de Fin de Grado defiende la importancia que tiene un torno a bordo de un buque.

La importancia de tener a bordo una máquina herramienta torno y oficiales de la marina mercante cualificados para la realización de operaciones básicas en torno es de total importancia, ya que para cualquier desarrollo y diseño de piezas en alta mar se necesita de unas nociones básicas en torno.

El mantenimiento de máquina herramienta torno dentro de un buque podemos decir que es más importante que un torno en tierra, ya que esta máquina herramienta nos puede facilitar y ayudar en la fabricación de elementos que no tengamos en el stock o diseño de útiles que no se encuentran en alta mar.

Un operario a bordo de un buque tiene que tener unos conocimientos mínimos para el manejo del torno en caso de que ocurra una incidencia a bordo del buque y no tengamos repuesto alguno.

Es de gran importancia obtener un conocimiento minucioso sobre los tornos y su descripción tanto interna como externa para utilizarlos adecuadamente y tener un mantenimiento exhaustivo en la máquina herramienta torno.





## VI. CONCLUSIONES.



## VI.CONCLUSIONES

En este apartado hemos concluido el desarrollo de este TFG realizando una descripción de las conclusiones que hemos logrados con la ejecución del mismo.

- ✓ Hemos logrado conocer las características técnicas y funcionamiento de las distintas maquinas herramientas torno que podemos encontrar en la actualidad y a importancia en el sector Industrial y Marítimo.
- ✓ Hemos podido aprender las distintas partes que compone las maquinas herramientas tornos y sus útiles para la fabricación de piezas. La importancia de cada una de ellas.
- ✓ Hemos realizado con una máquina herramienta torno distintas piezas mecanizadas en el Aula Taller de la Escuela Superior de Nautica, realizando mecanizados básicos como refrentado y cilindrado, pasando por un mecanizado más complejo como la fabricación de roscas, conos e incluso una esfera.
- ✓ Hemos aprendido la importancia que tiene un torno a bordo de un buque mercante y de lo esencial que es tener a tripulantes especializados en este sector de torneado para el diseño y fabricación de piezas que nos podrían salvar de averías en alta mar.



## VII. BIBLIOGRAFIA.



- [1] <http://www.hierroyaluminio.com/2007/07/27/torno.html>
- [2] <http://lumberjocks.com/assets/pictures/projects/297875.jpg>
- [3] <http://www.monografias.com/trabajos68/tornos/tornos.shtml#ixzz4i6OY1OoR>
- [4] [http://static.wixstatic.com/media/a7db26\\_e4eaaac22d5c366039953b8416b20675.jpg\\_512](http://static.wixstatic.com/media/a7db26_e4eaaac22d5c366039953b8416b20675.jpg_512)
- [5] <https://sites.google.com/site/mistornos/system/app/pages/sitemap/hierarchy>
- [6] <http://www.monografias.com/trabajos68/tornos/tornos2.shtml#tornodefia>
- [7] Procesos de Manufactura
- [8] [http://www.famasa.com/images/pictures/SU50A-1500\\_carro.JPG](http://www.famasa.com/images/pictures/SU50A-1500_carro.JPG)
- [9] Ejecución de procesos de Mecanizado, Conformado y Montaje.
- [10] [http://photobucket.com/gallery/http://s1316.photobucket.com/user/jalonsoabad/media/IMG\\_3976\\_zps950f4655.jpg.html](http://photobucket.com/gallery/http://s1316.photobucket.com/user/jalonsoabad/media/IMG_3976_zps950f4655.jpg.html)
- [11] [http://4.bp.blogspot.com/\\_qJ-7luw8xB8/SSPEbJHeA6I/AAAAAAAAAMA/FuZxJmS50pc/s320/800px-CenterLiveDead.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_qJ-7luw8xB8/SSPEbJHeA6I/AAAAAAAAAMA/FuZxJmS50pc/s320/800px-CenterLiveDead.jpg)
- [12] <http://3.bp.blogspot.com/-GUdHTR4eig8/T8UkDXW9-II/AAAAAAAAABs/przUHUopzl0/s1600/t6.jpg>
- [13] [http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/6/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/3/03-1289x1\\_6.jpg](http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/6/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/3/03-1289x1_6.jpg)
- [14] [https://http2.mlstatic.com/torno-revolver-D\\_NQ\\_NP\\_678221-MLA20728915076\\_052016-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/torno-revolver-D_NQ_NP_678221-MLA20728915076_052016-F.jpg)
- [15] <http://www.atlasmaq.com.br/Content/maquinaNova/imagens/Torno-Revolver-Atlasmaq-25mm--33-1734.jpg>
- [16] <https://www.logismarket.com.ar/ip/cancelarich-torno-paralelo-torno-paralelo-485207-FGR.jpg>
- [17] [http://www.mostarna.com/wp-content/uploads/Karusel\\_SK25.jpg](http://www.mostarna.com/wp-content/uploads/Karusel_SK25.jpg)
- [18] [http://img.pe.class.posot.com/es\\_pe/2016/05/18/TORNO-20160518183627.jpg](http://img.pe.class.posot.com/es_pe/2016/05/18/TORNO-20160518183627.jpg)
- [19] <http://www.interempresas.net/FotosBD/R0-269239-2-20131121122324.jpg>
- [20] <http://unimachines.com/img/11130/esco-ds-2-4.jpg>
- [21] [http://www.samo.fr/docs/produitsImg/1936\\_Med\\_002.jpg](http://www.samo.fr/docs/produitsImg/1936_Med_002.jpg)
- [22] <http://www.nitropdf.com/>
- [23] <http://kuzudecoletaje.es/wp-content/uploads/2015/08/Maquinaria-Kuzu-Decoletaje1-939x480.jpg>