



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**

**Erick Yuviny Paíz Hernández**

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERICK YUVINY PAÍZ HERNÁNDEZ**

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Águilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Bayron Giovanni Palacios Colindrez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha febrero de 2011.

*Erick Paíz*

Erick Yuviny Paíz Hernández

Guatemala 10 de febrero de 2010

Ingeniero  
Julio Cesar Campos Paiz  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos  
Presente  
Ingeniero Campos:

Atentamente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de graduación titulado **"Manual de guías de práctica para el laboratorio de procesos de manufactura 1, para estudiantes de ingeniería mecánica"** elaborado por el estudiante Erick Yuviny Paíz Hernández con carne 200516098.

En mi calidad de asesor, considero que el trabajo presentado por el estudiante Erick Paíz es un aporte importante a los laboratorios de la escuela de mecánica.

Con base a lo anterior ruego a usted se sirva dar visto bueno para que este trabajo sea presentado ante las máximas autoridades de la Facultad, a fin de que emitan el dictamen correspondiente y si lo consideran, extiendan el título correspondiente al estudiante mencionado.

Sin otro particular, me suscribo a usted como su seguro y atento servidor,

*Victor Manuel Ruiz Hernandez*  
INGENIERO MECANICO  
COLEGIADO 4620

---

Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández  
Colegiado No. 4620  
Asesor de trabajo de graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Coordinador de Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado, **MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA**, del estudiante Erick Yuviny Paiz Hernández, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma  
Coordinador de Área

Guatemala, febrero de 2011.

behdei.



Guatemala 23 de febrero del 2011

## CONSTANCIA

Por éste medio, Yo **Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez**, Ingeniero Mecánico, colegiado activo No. 5,050; Profesor titular IV en la Escuela de Ingeniería Mecánica y del Departamento de Matemática, hago constar que el estudiante **Erick Yuviny Paiz Hernández**, con carné No. **2005-16098**, me entregó su trabajo de graduación con título: **“Manual de guías de práctica para el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, para estudiantes de Ingeniería Mecánica”** para ser revisado.

Habiendo realizado las correcciones respectivas; **DOY FE** de haber revisado su trabajo de graduación y artículo respetando las normas dadas en el propedéutico de tesis.

A solicitud del interesado y para el uso legal que corresponda, extendiendo la respectiva constancia a los 23 días del mes de febrero del año dos mil once.



*Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez*  
Ingeniero Mecánico  
Col. 5,050

M.A. Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez  
Colegiado No. 5,050  
Profesor Titular IV

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Laboratorios, al Trabajo de Graduación titulado MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA, del estudiante **Erick Yuviny Paíz Hernández**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio C. Campos Paiz'.

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, julio de 2011

JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE GUÍAS DE PRÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Yuviny Paiz Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and several vertical strokes below.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 8 de julio de 2011.



/gdech

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme llegar a culminar esta faceta de mi vida.
<b>Mi madre</b>	Ana Ruth Hernández Estrada, por su apoyo incondicional y haberme guiado a través de este largo camino.
<b>Mi padrastro</b>	Virgilio Cardona, por sus consejos y apoyo.
<b>Mis hermanos</b>	Cindy Paíz y Jonhy Cardona, por acompañarme en la vida.
<b>Mi familia</b>	A todos que siempre me apoyaron moralmente, les agradezco.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Víctor Ruiz a quien agradezco su apoyo incondicional durante la realización de esta tesis.
<b>Mi novia</b>	Mayra Gómez, por su compañía y apoyo en la realización de esta tesis.
<b>Mis amigos</b>	A todas aquellas personas que conocí durante todo este arduo camino, que me brindaron su amistad de corazón.
<b>La Escuela de Ing. Mecánica</b>	Por la formación académica.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. MECÁNICA DE BANCO	
1.1. Sistemas de unidades.....	1
1.2. Calibrador Vernier.....	3
1.2.1. Partes del calibrador Vernier.....	4
1.2.2. Tipos de calibradores Vernier.....	5
1.2.3. Precauciones al medir.....	7
1.2.4. Lectura del calibrador en el Sistema Internacional....	8
1.2.5. Lectura del calibrador en el Sistema Inglés.....	11
1.2.6. Práctica No. 1: lectura del calibrador Vernier.....	15
1.2.6.1. Materiales a utilizar.....	15
1.2.7. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica...	17
1.3. Calibrador Palmer (micrómetro).....	18
1.3.1. Partes del calibrador Palmer (micrómetro).....	19
1.3.2. Tipos de calibradores Palmer (micrómetro).....	20
1.3.3. Lectura del calibrador Palmer (micrómetro) .....	21
1.3.4. Práctica No. 2: lectura del calibrador Palmer .....	23
1.3.4.1. Materiales a utilizar.....	23
1.3.5. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica...	25

1.4.	Prensa de banco.....	26
1.4.1.	Sujeción de la pieza.....	26
1.5.	La sierra.....	27
1.5.1.	Partes de la sierra.....	27
1.5.2.	Paso y ángulos de los dientes .....	28
1.5.3.	Precauciones al aserrar.....	29
1.5.4.	Práctica No. 3: aserrado a mano .....	31
1.5.4.1.	Materiales a utilizar .....	31
1.5.5.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica... 33	
1.6.	La lima .....	34
1.6.1.	Partes de lima .....	34
1.6.2.	Tipos de lima.....	35
1.6.3.	Limado de superficies planas.....	36
1.6.4.	Limado de curvas interiores.....	36
1.6.5.	Limado de curvas exteriores.....	37
1.6.6.	Práctica No. 4: limado .....	38
1.6.6.1.	Materiales a utilizar .....	38
1.6.7.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica... 40	
1.7.	Los machuelos.....	41
1.7.1.	Partes del machuelo .....	42
1.7.2.	Roscar con machuelos .....	42
1.7.3.	Práctica No. 5: roscado con machuelos.....	43
1.7.3.1.	Materiales a utilizar .....	43
1.7.4.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica... 45	
1.8.	La terraja.....	46
1.8.1.	Partes de la terraja.....	47
1.8.2.	Roscar con terraja.....	47
1.8.3.	Práctica No. 6: roscado con terraja.....	48
1.8.3.1.	Materiales a utilizar .....	48

	1.8.4.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica ...	50
1.9.		El esmeril .....	51
	1.9.1.	Partes del esmeril.....	51
	1.9.2.	Tipos .....	52
	1.9.3.	Piedras .....	52
	1.9.4.	Afilado de herramientas de corte.....	53
	1.9.5.	Práctica No. 7: esmerilar .....	54
		1.9.5.1. Materiales a utilizar.....	54
	1.9.6.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica ...	57
2.		EL TALADRO.....	59
	2.1.	Partes principales del taladro .....	60
	2.2.	Tipos de taladros.....	61
	2.3.	Cambio de velocidades del taladro .....	62
	2.4.	La broca .....	62
		2.4.1. Tipos de brocas.....	63
		2.4.2. Velocidad de corte.....	64
		2.4.3. Relación entre el diámetro y RPM.....	65
		2.4.4. Refrigeración de corte .....	66
	2.5.	Trazo de agujeros .....	69
	2.6.	El punzón .....	69
		2.6.1. Punzonar.....	70
	2.7.	Sujeción de la broca.....	70
	2.8.	Prensa de sujeción para taladro.....	71
		2.8.1. Sujeción de la pieza a taladrar .....	72
	2.9.	Medidas de seguridad.....	72
2.10.		Práctica No. 8: taladrar .....	75
		2.10.1. Punzonar Materiales a utilizar .....	75
2.11.		Criterios de evaluación sugeridos para la práctica.....	77

3.	EL CEPILLO	
3.1.	Partes principales del cepillo .....	79
3.2.	Tipos de cepillo.....	82
3.3.	Ajustes del cepillo.....	82
3.4.	Útiles de cepillo.....	83
	3.4.1. Útiles de desbastar .....	84
	3.4.2. Útiles de afinar.....	85
	3.4.3. Útiles de formas especiales .....	85
3.5.	Velocidad de corte .....	86
3.6.	Dispositivos de sujeción de la pieza .....	87
3.7.	Maquinado en el cepillo .....	88
	3.7.1. Escalones .....	88
	3.7.2. Chaflanes.....	88
	3.7.3. Ranuras .....	89
	3.7.4. Redondeamientos.....	89
3.8.	Medidas de seguridad.....	89
3.9.	Práctica No. 9: cepillado .....	92
	3.9.1. Materiales a utilizar .....	92
3.10.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica .....	94
4.	TORNO.....	95
4.1.	Partes principales del torno .....	96
4.2.	Tipos de torno.....	97
4.3.	Mantenimiento básico del torno .....	99
4.4.	Herramientas de Corte.....	100
	4.4.1. Ángulos de corte .....	103
	4.4.2. Sujeción de los útiles .....	104
4.5.	Operaciones de maquinado en el torno .....	105
	4.5.1. Montaje del material en el porta piezas .....	105

4.5.2.	Refrentado .....	106
4.5.3.	Cilindrado .....	106
4.5.4.	Torneado cónico.....	107
4.5.5.	Taladrado .....	109
4.5.6.	Segado o Tronzado.....	110
4.5.7.	Moleteado .....	111
4.5.8.	Roscado .....	111
4.6.	Medidas de seguridad.....	113
4.7.	Práctica No. 10 y No. 11: torneado .....	115
4.7.1.	Materiales a utilizar .....	115
4.8.	Criterios de evaluación sugeridos para la práctica.....	128
5.	PROYECTO FINAL	
5.1.	Descripción del proyecto.....	129
5.2.	Materiales a utilizar .....	129
5.3.	Herramientas y máquinas herramientas a utilizar .....	130
5.4.	Instrucciones y diagramas del proyecto.....	130
5.5.	Ensamblado de las piezas trabajadas.....	130
5.6.	Contenido del informe del proyecto final .....	130
5.6.1.	Introducción y objetivos .....	131
5.6.2.	Marco teórico.....	131
5.6.3.	Materiales utilizados.....	131
5.6.4.	Instrucciones y diagramas.....	131
5.6.5.	Conclusiones.....	131
5.6.6.	Bibliografía .....	132
	CONCLUSIONES .....	133
	RECOMENDACIONES .....	135
	BIBLIOGRAFÍA.....	137
	ANEXO .....	139



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Calibrador Vernier .....	4
2.	Partes del calibrador Vernier.....	4
3.	Calibrador Vernier con indicador de carátula .....	5
4.	Calibrador Vernier electro digital .....	6
5.	Calibrador de profundidad.....	6
6.	Medidor de altura .....	7
7.	Lectura del calibrador Vernier en milímetros 1 .....	8
8.	Lectura del calibrador Vernier en milímetros 2.....	10
9.	Lectura del calibrador Vernier en pulgadas fraccionadas.....	11
10.	Lectura del calibrador Vernier en pulgadas decimales.....	13
11.	Patrones.....	15
12.	Medidas exteriores con calibrador Vernier .....	16
13.	Medidas interiores con calibrador Vernier .....	17
14.	Medición con calibrador Vernier.....	17
15.	Calibrador Palmer .....	18
16.	Partes del calibrador Palmer .....	19
17.	Micrómetro de interiores.....	20
18.	Micrómetro de profundidad .....	20
19.	Lectura del calibrador Palmer .....	21
20.	Monedas .....	23
21.	Medición con calibrador Palmer .....	24
22.	Prensa de banco .....	26
23.	Partes de la sierra o segueta .....	27

24.	Aserrado a mano .....	32
25.	Partes de la lima .....	34
26.	Tipos de limas según su forma .....	35
27.	Limado a mano .....	39
28.	Los machuelos.....	41
29.	Partes del machuelo .....	42
30.	Roscar con machuelos .....	44
31.	La terraja.....	46
32.	Partes de la terraja.....	47
33.	Roscar con terraja.....	49
34.	Partes del esmeril .....	51
35.	Piedras de carburo de silicio verde.....	53
36.	Piedras de óxido de aluminio marrón (grises).....	53
37.	Afilado de brocas .....	55
38.	Afilado de buriles .....	57
39.	Partes del taladro.....	60
40.	La broca.....	63
41.	Broca de hélice estándar para máquina herramienta .....	64
42.	Broca para centrar .....	64
43.	Gráfica para encontrar las rpm .....	66
44.	Refrigerante de corte .....	67
45.	Trazo de agujeros.....	69
46.	El punzón.....	70
47.	Punzonar .....	70
48.	Sujeción de la broca .....	71
49.	Prensa de sujeción para taladro .....	71
50.	Peligro desprendimiento de viruta .....	74
51.	Taladrado.....	76
52.	Partes principales del cepillo .....	79

53.	Descripción de los mandos de un cepillo de codo horizontal .....	81
54.	Útiles del cepillo .....	84
55.	Útiles de desbastar .....	84
56.	Útiles de afinar .....	85
57.	Útiles de forma especiales .....	85
58.	Prensa de sujeción para cepillo .....	87
59.	Maquinado en el cepillo.....	88
60.	Cepillado .....	93
61.	Partes principales del torno.....	96
62.	Lubricante .....	100
63.	Partes del buril .....	100
64.	Buriles para desbaste .....	101
65.	Buriles para acabado .....	101
66.	Buriles para torneado interior.....	102
67.	Buriles de diversas formas.....	102
68.	Ángulos de corte .....	103
69.	Sujeción de útiles.....	104
70.	Mandril universal de tres mordazas .....	105
71.	Refrentado .....	106
72.	Cilindrado.....	107
73.	Torneado cónico .....	107
74.	Ángulo de ataque.....	108
75.	Avance de la cuchilla .....	109
76.	Taladrado.....	110
77.	Segado o tronzado.....	110
78.	Moleteado .....	111
79.	Roscado.....	112
80.	Práctica de cilindrado.....	117
81.	Práctica de refrentado.....	119

82.	Torneado cilíndrico .....	120
83.	Portaherramientas inclinado .....	120
84.	Posición del portaherramientas .....	121
85.	Práctica de torneado cónico .....	122
86.	Práctica de taladrado en el torno .....	124
87.	Práctica de tronzado .....	126
88.	Práctica de moleteado .....	128

## TABLAS

I.	Unidades básicas del Sistema Inglés .....	1
II.	Unidades básicas del Sistema Internacional .....	3
III.	Criterios de evaluación (calibrador Vernier).....	17
IV.	Criterios de evaluación (calibrador Palmer).....	25
V.	Tamaños distintos de paso de dientes.....	28
VI.	Criterios de evaluación (aserrado a mano).....	33
VII.	Criterios de evaluación (Limado) .....	40
VIII.	Criterios de evaluación (roscado con machuelos) .....	45
IX.	Criterios de evaluación (roscado con terraja) .....	50
X.	Criterios de evaluación (esmerilar) .....	57
XI.	Velocidad de corte, avance y refrigeración .....	68
XII.	Criterios de evolución (taladrado) .....	77
XIII.	Velocidades de corte recomendadas.....	86
XIV.	Criterios de evaluación (cepillado).....	94
XV.	Partes del tornillo .....	112
XVI.	Criterios de evaluación (Torneado).....	128

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Apreciación
<b>∅</b>	Diámetro
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>lbf</b>	Libra fuerza
<b>L</b>	Longitud
<b>m</b>	Metro
<b>n</b>	Número de divisiones del nonio
<b><math>n_D</math></b>	Número de dobles carreras
<b>K</b>	Número entero mayor o igual a 1
<b>in</b>	Pulgada
<b>s</b>	Segundo
<b><math>V_c</math></b>	Velocidad de corte

$v_m$

Velocidad media de corte

## GLOSARIO

<b>Cepillo</b>	Máquina herramienta, utilizada para mecanizar escalones, chaflanes, ranuras, redondeamientos y darle acabado a las piezas, por medio de la herramienta de corte que arranca la viruta de la pieza de trabajo.
<b>Esmeril</b>	Máquina utilizada principalmente para afilar a mano herramientas de corte y desbastar materiales.
<b>Herramienta</b>	Objeto que se emplea para la realización de algún trabajo manual y el cual requiere de la aplicación de una fuerza mecánica.
<b>Husillo</b>	Dispositivo en forma de tornillo que se emplea en las máquinas herramienta para sujetar la herramienta o la pieza.
<b>Lima</b>	Herramienta manual de corte, hecha de acero al carbono, utilizada para desgastar o alisar materiales duros.
<b>Lubricación</b>	Aplicación de una sustancia viscosa entre dos partes móviles entres sí, la cual forma una delgada película que evita el desgaste.
<b>Machueleado</b>	Proceso por el cual se hace una rosca interna.

<b>Mecanizado</b>	Proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material.
<b>Micrómetro</b>	Instrumento de gran precisión destinado a medir cantidades lineales o angulares muy pequeñas.
<b>Portaherramientas</b>	Dispositivo dentro de la máquina en el cual se instalan las distintas herramientas a usar en cada proyecto.
<b>Refrentado</b>	Operación realizada en el torno mediante la cual se mecaniza el extremo de la pieza, en el plano perpendicular al eje de giro.
<b>Sierra</b>	Herramienta manual, cuya función principal es cortar materiales metálicos.
<b>Taladro</b>	Máquina herramienta que sirve para mecanizar agujeros de forma cilíndrica en una pieza.
<b>Torno</b>	Máquina herramienta para mecanizar piezas por revolución, arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte.
<b>Vernier</b>	Instrumento de medición utilizado para medir longitudes internas, externas y de profundidad, con precisión.

## RESUMEN

En los procesos de manufactura es de gran importancia contar con instrumentos de medición precisos y confiables, para el mecanizado de piezas. El calibrador Vernier y el calibrador Palmer, son los instrumentos más utilizados para la de lectura de medidas de longitud exteriores, interiores y de profundidad. Los principales tipos, partes y su correcta utilización se describen en las prácticas.

Para el mecanizado de piezas son utilizadas herramientas manuales tales como: la prensa de banco, la sierra (segueta), la lima, los machuelos y las terrajas. En las prácticas se muestran los principales tipos, partes, correcta utilización y medidas de seguridad, para cada una de estas herramientas manuales.

El taladro vertical es una máquina herramienta utilizada principalmente para mecanizar agujeros de distintos diámetros. Las principales partes, tipos, accesorios y herramientas; así como su correcta utilización y medidas de seguridad necesarias para su operación son descritas en la práctica.

El cepillo de codo horizontal es una máquina herramienta ampliamente utilizada en los procesos de manufactura principalmente para mecanizar escalones, chaflanes, ranuras, redondeamientos y darle acabado a las piezas. Las principales partes, tipos, accesorios y herramientas; así como su correcta utilización y medidas de seguridad necesarias para su operación son descritas en la práctica.

El torno paralelo es una máquina herramienta utilizada para el mecanizado de piezas por revolución, que arranca material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Las principales partes, tipos, accesorios y herramientas; así como su correcta utilización y medidas de seguridad necesarias para su operación son descritas en la práctica.

La unificación de todos los conceptos y habilidades obtenidas en las prácticas realizadas, tendrá como fin principal la elaboración del proyecto final.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar una guía para la realización de prácticas de mecánica de banco, taladrado, cepillado y torneado, así como el mantenimiento básico y las medidas de seguridad que deben llevarse a cabo al utilizar los equipos y herramientas del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1 de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **Específicos**

1. Documentar las prácticas que se realizan dentro del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1.
2. Proponer prácticas para su realización en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1.
3. Brindar a los alumnos, a través de las guías, los fundamentos teóricos y prácticos adecuados aplicables al Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, para mejorar su proceso de aprendizaje.
4. Facilitar a los estudiantes que utilizan el laboratorio un documento técnico que les permita desarrollar prácticas y evaluar los resultados obtenidos contra la teoría.

5. Proveer un documento que facilite la realización del mantenimiento básico de los equipos y las herramientas a fin de prolongar su vida útil.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de ingeniería es un documento técnico de apoyo para estudiantes y contiene prácticas desarrolladas en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Esta guía cuenta con los fundamentos teóricos necesarios que soportan el área experimental. Cada práctica tiene su respectiva teoría, sus objetivos, figuras explicativas, listado de materiales empleados, técnica operatoria, aplicaciones en la industria y, finalmente, como desarrollar cada una de las prácticas para reforzar los conocimientos de los alumnos.

Uno de los objetivos del trabajo es que sirva como referencia a los alumnos del curso de Procesos de Manufactura 1 y para aquellas personas que lleven a cabo prácticas en el laboratorio. Finalmente, busca que los estudiantes que hagan uso del laboratorio puedan verificar los resultados obtenidos y evaluar sus conocimientos para enriquecer su aprendizaje.

Dentro de los beneficios que ofrece esta guía destaca el cuidado de los equipos y herramientas para prolongar su vida útil y mantener el nivel de calidad del laboratorio en aquellos cursos relacionados con el área de mecánica. De este modo, el proyecto representa un valor agregado para el recurso tecnológico asociado con el que actualmente cuenta la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



# 1. MECÁNICA DE BANCO

## 1.1. Sistema de unidades

Un sistema de unidades es un conjunto consistente de cantidades estandarizadas de determinadas magnitudes físicas. Definen un conjunto básico de unidades de medida a partir del cual se derivan el resto. Existen varios sistemas de unidades, los más utilizados en la actualidad son: el Sistema Internacional de unidades y el Sistema Inglés de unidades.

### Sistema Inglés

El Sistema Inglés de unidades o sistema imperial, es aún usado ampliamente en los Estados Unidos de América y, cada vez en menor medida, en algunos países con tradición británica. Debido a la intensa relación comercial que tiene nuestro país con los EUA, existen aún en Guatemala muchos productos fabricados con especificaciones en este sistema.

Tabla I. **Unidades básicas del Sistema Inglés**

<b>MAGNITUD FÍSICA BÁSICA</b>	<b>UNIDAD BÁSICA</b>	<b>SÍMBOLO</b>
Longitud	Pulgada	in
Tiempo	Segundo	s
Masa	Slug	slug
Fuerza	Libra fuerza	lbf

Fuente: elaboración propia.

Hoy en día, estas unidades están siendo lentamente reemplazadas por el Sistema Internacional de Unidades, aunque en Estados Unidos la inercia del antiguo sistema y el alto costo de migración ha impedido en gran medida el cambio.

### **Sistema internacional de unidades**

El Sistema Internacional de Unidades, también denominado Sistema Internacional de Medidas, es el nombre que recibe el sistema de unidades que se usa en la mayoría de los países y es la forma actual del sistema métrico decimal.

Una de las principales características, que constituye la gran ventaja del Sistema Internacional, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está definida como la masa del prototipo internacional del kilogramo, o aquel cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

El Sistema Internacional de Unidades consta de siete unidades básicas. Son las unidades utilizadas para expresar las magnitudes físicas definidas como básicas, a partir de las cuales se definen las demás:

Tabla II. **Unidades básicas del Sistema Internacional**

Magnitud física básica	Símbolo dimensional	Unidad básica	Símbolo de la Unidad	Observaciones
Longitud	L	metro	m	Se define fijando el valor de la <a href="#">velocidad de la luz</a> en el vacío
Tiempo	T	segundo	s	Se define fijando el valor de la frecuencia de la transición hiperfina del átomo de <a href="#">cesio</a> .
Masa	M	kilogramo	kg	Es la masa del «cilindro patrón» custodiado en la <a href="#">Oficina Internacional de Pesos y Medidas</a> , en <a href="#">Sèvres</a> (Francia).
Intensidad de corriente eléctrica	I	amperio	A	Se define fijando el valor de constante magnética.
Temperatura	$\Theta$	kelvin	K	Se define fijando el valor de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
Cantidad de sustancia	N	mol	mol	Se define fijando el valor de la masa molar del átomo de carbono-12 a 12 gramos/mol. Véase también <a href="#">número de Avogadro</a>
Intensidad luminosa	J	candela	cd	Véase también conceptos relacionados: <a href="#">lumen</a> , <a href="#">lux</a> e <a href="#">iluminación física</a>

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades).

## 1.2. **Calibrador Vernier**

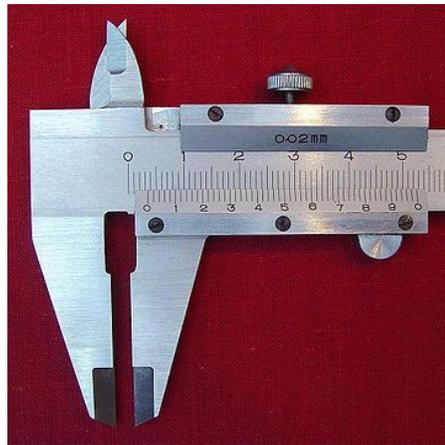
El calibrador Vernier o pie de rey es el instrumento más utilizado para medir longitudes internas, externas y de profundidad, que permite de manera sencilla obtener lecturas cuyo grado de precisión depende del número de divisiones de la escala móvil llamada nonio.

Una escala nonio tiene cuatro características que la definen:

- **n**: el número de divisiones del nonio.
- **A**: la apreciación, medida más pequeña que puede representar.
- **K**: número entero mayor o igual que 1, normalmente, 1 ó 2 para facilitar la lectura.
- **L**: longitud en las mismas unidades de la regla.

$$A = \frac{1}{n} \quad L = k \cdot n - 1$$

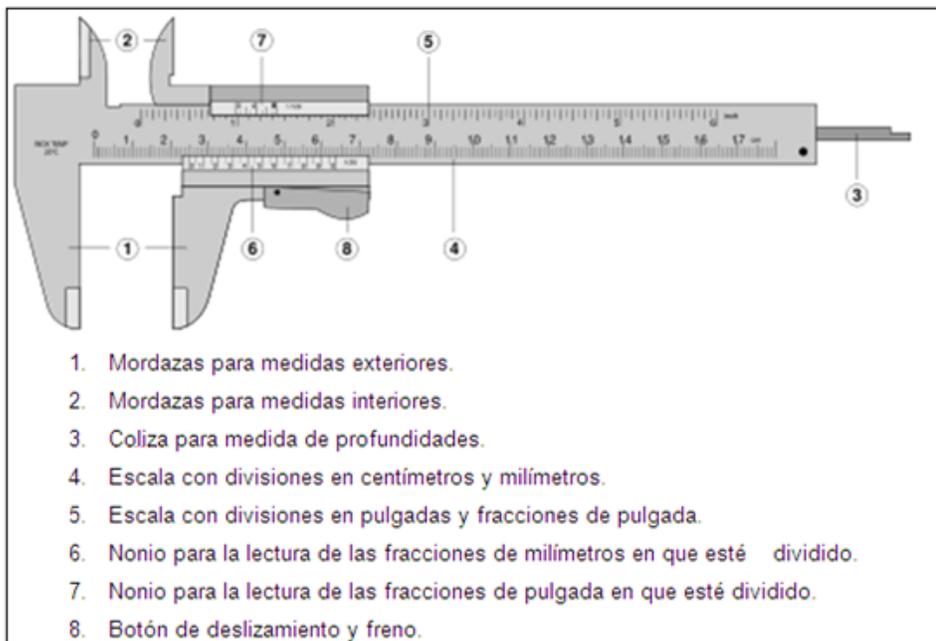
Figura 1. **Calibrador Vernier**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nonio>.

### 1.2.1. Partes del calibrador Vernier

Figura 2. **Partes del calibrador Vernier**



Fuente: <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=55300>.

### **1.2.2. Tipos de Calibradores Vernier**

El calibrador Vernier antes descrito, es de tipo estándar y el más utilizado. Hay sin embargo, una variedad de calibradores Vernier diseñados para propósitos especiales. La mayoría de estos calibradores Vernier difieren en la forma de las mordazas para medidas exteriores, pero no en la lectura la medida. En este documento nos enfocaremos en los calibradores Vernier que difieren en lectura de la medida.

#### **Calibrador con indicador de cuadrante o carátula**

En este calibrador se ha sustituido la escala del Vernier por un indicador de cuadrante o carátula operado por un mecanismo de piñón y cremallera logrando que la resolución sea aún mayor logrando hasta lecturas de 0.01 mm.

Figura 3. **Calibrador Vernier con indicador de carátula**



Fuente:[http://www.mercadolibre.com.mx/jm/img?s=MLM&f=26189698\\_3025.jpg&v=O](http://www.mercadolibre.com.mx/jm/img?s=MLM&f=26189698_3025.jpg&v=O).

#### **Calibrador electro digital**

Estos calibradores utilizan un sistema de detección de desplazamiento de tipo capacitancia, tienen el mismo tamaño, peso y rango de medición que los Vernier estándar, son de fácil lectura y operación, los valores son leídos en una

pantalla de cristal líquido (LCD), con cinco dígitos y cuentan con una resolución de 0.01 mm, que es fácil de leer y libre de errores de lectura.

Figura 4. **Calibrador Vernier electro digital**

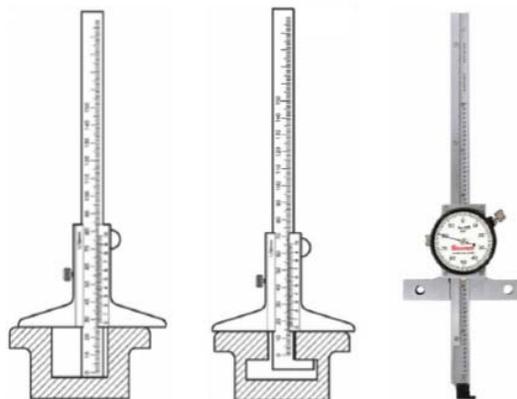


Fuente: <http://www.herramental.com.mx/apps/site/files/verniers.jpg>.

### **Calibrador de profundidad**

Se utiliza para medir profundidades en agujeros, ranuras, cortes, etc. Este tipo de calibrador puede presentar la barra simple o con gancho.

Figura 5. **Calibrador de profundidad**



Fuente: <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=55300>.

## Medidor de altura

Este instrumento basa su funcionamiento en el mismo principio del calibrador, presentando una escala fija en posición vertical en donde está montado el cursor. Es empleado para la medición de piezas, facilitar el proceso de fabricación con el auxilio de accesorios para control dimensional.

Figura 6. **Medidor de altura**



Fuete: <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=55300>.

### 1.2.3. Precauciones al medir

Es de suma importancia tomar las debidas precauciones al utilizar el calibrador Vernier, para lograr una lectura confiable y prolongar la vida útil del mismo. A continuación se enlistan algunas precauciones a tomar en cuenta.

- a. Eliminar cualquier clase de polvo del calibrador antes de usarlo, limpiando las superficies de medición con papel y el cuerpo con una tela que no suelte pelusa;
- b. No aplique excesiva fuerza al calibrador, ya que podría dañar las caras de medición del calibrador;

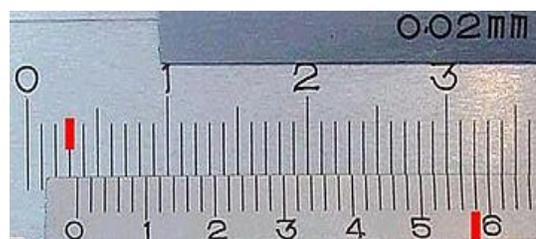
- c. Esté seguro de que cuando el cursor está completamente cerrado, el cero de la escala de la regleta y del nonio estén alineados uno con otro;
- d. No deje caer, ni golpee el calibrador;
- e. No use el calibrador como martillo;
- f. No use las puntas para interiores como compás o rayador;
- g. Revise que el cursor se mueva suavemente. (No debe sentirse flojo o con juego);
- h. Después de usar el calibrador Vernier, limpie la herramienta frotándola con un trapo, y aplique aceite a las superficies deslizantes de medición antes de poner el instrumento en su estuche.

#### 1.2.4. Lectura del calibrador en el Sistema Internacional

La apreciación (A) de los modelos métricos de calibradores Vernier varía de 0.02 mm, 0.05 mm o 0.1 mm. El más utilizado es calibrador Vernier de 0.02 mm de apreciación.

Ejemplo 1:

Figura 7. **Lectura del calibrador Vernier en milímetros 1**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nonio>.

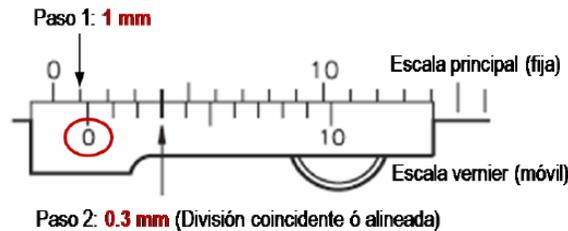
Para obtener la lectura mostrada en la figura 7 siga los siguientes pasos:

- a. Se debe tomar la lectura de la escala fija que coincida con el punto cero del nonio, de no coincidir, se tomará la lectura de la escala fija anterior al cero del nonio.
  - En la fotografía el cero del nonio no coincide con ninguna división de la escala principal, se toma la lectura anterior al cero del nonio, resaltada con negro, que es 3 mm.
  
- b. La parte adicional de la lectura se obtiene al encontrar una coincidencia entre una de las divisiones del nonio con una división de la escala fija.
  - En la fotografía la coincidencia de divisiones entre el nonio y la escala fija, se da en la 29ava división del nonio, resaltada con negro.
  
- c. Multiplicar el número de divisiones encontradas en el paso anterior por la apreciación (A), que puede ser 0.02, 0.05 ó 0.1, dependiendo del calibrador Vernier.
  - En este caso,  $29 \cdot 0.02 \text{ mm} = 0.58 \text{ mm}$
  
- d. Sumar la lectura de la escala fija, con la lectura del nonio.
  - En este caso,  $3 \text{ mm} + 0.58 \text{ mm} = 3.58 \text{ mm}$

La lectura mostrada en la figura 7 es 3.58 mm

Ejemplo 2:

Figura 8. **Lectura del calibrador Vernier en milímetros 2**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nonio>.

Para obtener la lectura mostrada en la figura 8 siga los siguientes pasos:

- a. Se toma la lectura de la escala fija anterior al punto cero del nonio.
  - En la figura resaltada con negro, se lee 1 mm
  
- b. La parte adicional de la lectura, se obtiene al encontrar una coincidencia entre una de las divisiones del nonio, con una división de la escala fija. Sabiendo que cada división del nonio equivale a 0.1 mm y que cada sub división equivale a 0.1 mm.
  - En la figura resaltada con negro, se lee 0.3 mm
  
- c. Sumar la lectura obtenida en la escala fija, con la del nonio.
  - En este caso  $1 \text{ mm} + 0.3 \text{ mm} = 1.3 \text{ mm}$

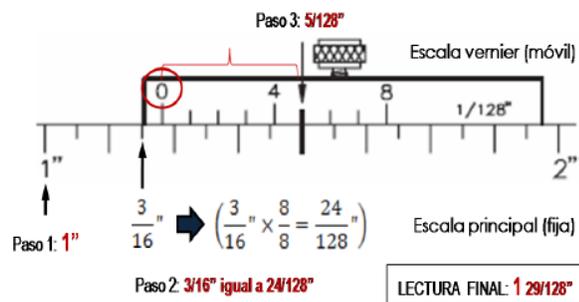
La lectura mostrada en la figura 8, es 1.3 mm

### 1.2.5. Lectura del calibrador en el Sistema Inglés

En el Sistema Inglés, una escala fija del calibrador está graduada en fracciones de pulgada ( $1/16''$ ). Esos valores fraccionarios de pulgada son complementados con el uso de la escala Vernier ( $1/128''$ ). Es decir, cada división en la escala Vernier tiene un valor de:  $1/128''$ .

Ejemplo:

Figura 9. Lectura del calibrador Vernier en pulgadas fraccionadas



Fuente: <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=55300>.

Para obtener la lectura mostrada en la figura 9 siga los siguientes pasos:

- Localizar el número correspondiente a la pulgada entera más cercana a la izquierda del cero del nonio.
  - En este caso, la pulgada entera más cercana al cero del nonio es:  $1''$ .
- Observar cuantas divisiones hay en la escala fija entre la pulgada del paso anterior y el cero del nonio.
  - En este caso, el valor de las divisiones es  $3/16''$

c. Pasar el resultado del paso anterior a fracciones de  $1/128''$ . Multiplicando por 8, tanto el numerador como el denominador.

➤ En este caso,  $3 \cdot 8 / 16 \cdot 8 = 24 / 128''$

d. Encontrar una coincidencia entre una de las divisiones del nonio con una división de la escala fija. Sumar el valor de la división del nonio encontrada, con los pasos anteriores.

➤ En este caso, El valor de la división del nonio que coincide con la escala fija es de:  $5/128''$ .

➤  $1'' + 24/128'' + 5/128'' = 1 \frac{29}{128}''$

La lectura mostrada en la figura 9 es:  $1 \frac{29}{128}''$

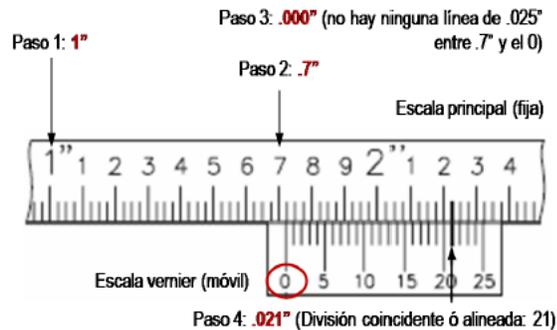
### **Lectura de un calibrador en pulgadas decimales**

En un calibrador que está graduado en el Sistema Inglés, cada pulgada de la escala fija se divide en 40 partes iguales, por lo que cada división corresponde a:  $1/40''$  o  $0.025''$ .

El Vernier tiene 25 divisiones, por lo tanto, tiene una resolución (apreciación) de  $0.001''$ .

Ejemplo:

Figura 10. **Lectura del calibrador Vernier en pulgadas decimales**



Fuente: <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=55300>.

Para obtener la lectura mostrada en la figura 10, siga los siguientes pasos:

a. En la escala fija del calibrador la lectura se toma, antes del cero del nonio, que corresponderá al número de pulgadas enteras que se tengan.

➤ El número entero de pulgada antes del cero del nonio es 1".

b. Se suma el valor del número de la división que se encuentra entre la pulgada del paso anterior y antes del cero del nonio en la misma escala fija y que corresponderá a las décimas de pulgada.

➤ En este caso, el valor del número de la división que se encuentra entre 1" y antes del cero del nonio es 0.7".

$$1" + 0.7" = 1.7"$$

c. Sumar el valor correspondiente a una de las tres divisiones de 0.025", de la escala fija, que se encuentre entre la décima obtenida en el paso anterior y antes del cero del nonio.

- En este caso, no se encuentra ninguna división entre 0.7" y antes del cero del nonio.

$$1.7'' + 0.00'' = 1.7''.$$

- d. Encontrar una coincidencia entre una de las divisiones del nonio con una división de la escala fija. Sumar el valor de la división del nonio encontrada, con los pasos anteriores.

- En este caso, el valor de la división del nonio que coincide con la escala fija es 0.021".  $1.7'' + 0.021'' = 1.721''$

La lectura mostrada en la figura 10 es: 1.721".

### 1.2.6. Práctica No. 1: lectura del calibrador Vernier

La lectura del calibrador Vernier es una operación que permite determinar la longitud de una pieza, utilizando el calibrador Vernier o pie de rey.

La práctica, lectura del calibrador Vernier, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para la lectura del calibrador Vernier.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta la lectura del calibrador Vernier.

Herramienta y equipo:

Calibrador Vernier.

#### 1.2.6.1. Materiales a utilizar

Para la realización de la práctica se utilizarán patrones de diferentes dimensiones.

Figura 11. Patrones



Fuente: <http://www.frecuencia.cem.com.mx/productos01.htm>.

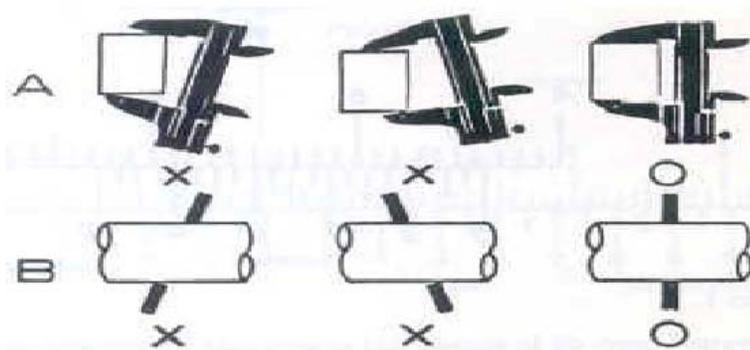
Instrucciones:

Realice la lectura de las diferentes dimensiones; altura, diámetro interno y externo, de los patrones en el Sistema Inglés y en el Sistema Internacional.

Ejecución:

- a. Sujete el calibrador Vernier con su mano derecha;
  - b. Sujete el patrón genérico con su mano izquierda;
  - c. Coloque el patrón entre las mordazas;
  - d. Mueva el nonio hasta que ambas mordazas estén en contacto con la superficie del patrón genérico;
- Para medidas exteriores se debe colocar el patrón como se indica en la figura 12.

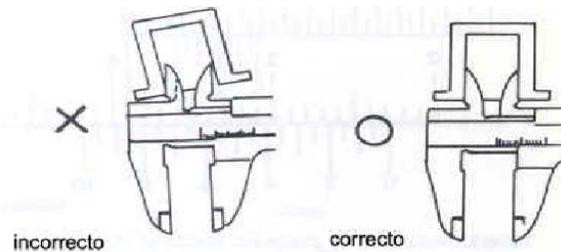
Figura 12. **Medidas exteriores con calibrador Vernier**



Fuente: [http://grupos.emagister.com/documento/el\\_calibrador\\_o\\_pie\\_de\\_rey/1036-55300](http://grupos.emagister.com/documento/el_calibrador_o_pie_de_rey/1036-55300).

- Para medidas interiores se deben de colocar el patrón como se muestra en la figura 13.

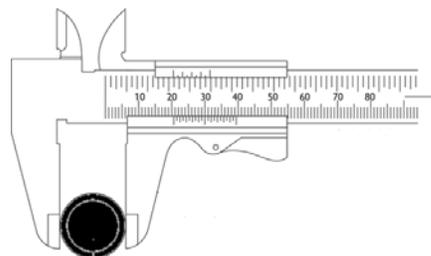
Figura 13. **Medidas interiores con calibrador Vernier**



Fuente: [http://grupos.emagister.com/documento/el\\_calibrador\\_o\\_pie\\_de\\_rey/1036-55300](http://grupos.emagister.com/documento/el_calibrador_o_pie_de_rey/1036-55300).

- e. Tome la lectura en el Sistema Inglés y el Sistema Internacional.

Figura 14. **Medición con calibrador Vernier**



Fuente: <http://www.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnología>.

### 1.2.7. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla III. **Criterios de evaluación (calibrador Vernier)**

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DE LA LECTURA	40%	
CONCORDANCIA DE LA LECTURA CON EL PATRÓN	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

### 1.3. Calibrador Palmer (micrómetro)

El calibrador Palmer o micrómetro es un instrumento de medición ampliamente usado en ingeniería mecánica, para realizar medidas de longitudes externas, internas y de profundidad con una precisión de hasta 0.001 mm. Para ello el micrómetro cuenta con dos puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno la escala principal y la escala del nonio.

El principio de funcionamiento del micrómetro se basa en que, si un tornillo montado en una tuerca fija se hace girar, realizando un giro más o menos amplio da lugar a un pequeño avance, y las distintas escalas, una regla, un tambor y un nonio, permiten un alto grado de apreciación.

Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 mm.

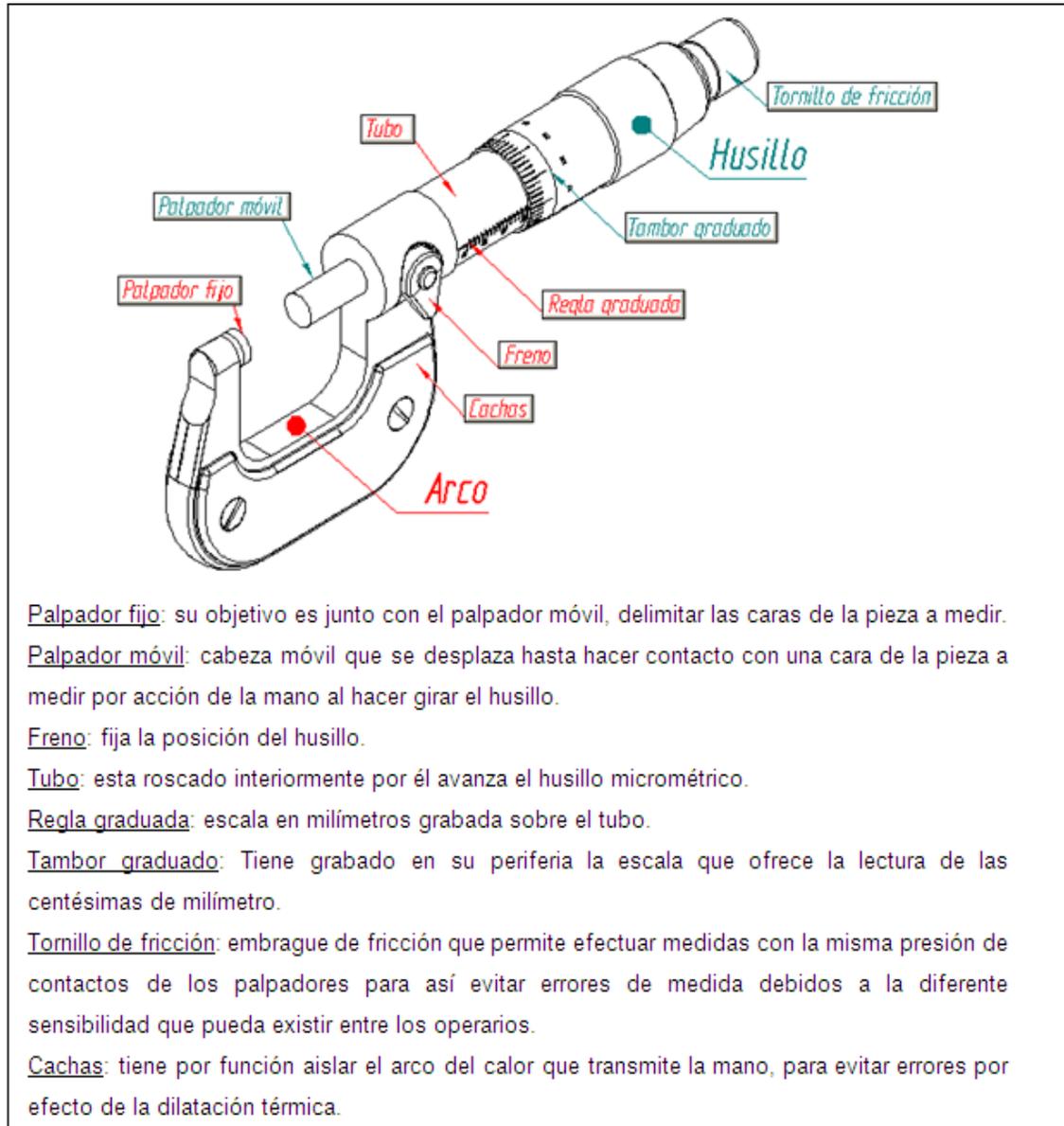
Figura 15. Calibrador Palmer



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Messschraube\\_01\\_KMJ.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Messschraube_01_KMJ.jpg).

### 1.3.1. Partes del calibrador Palmer (micrómetro)

Figura 16. Partes del calibrador Palmer



Fuente: <http://grupos.emagister.com/documento/micrometro/d381713>.

### 1.3.2. Tipos de calibradores Palmer (micrómetro)

#### Micrómetro de interiores

El micrómetro para interiores sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50 mm. Está formado por una cabeza micrométrica sobre la que pueden ser montados uno o más ejes combinables de prolongamiento.

Figura 17. **Micrómetro de interiores**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/metrologia-normalizacion/Image26355.jpg>.

#### Micrómetro de profundidad

El micrómetro de profundidad sirve para comprobar la medida de la profundidad de agujeros, ranuras, entre otros. Para aumentar la capacidad de lectura, el micrómetro de profundidad dispone de unos ejes de medidas variables que son intercambiables.

Figura 18. **Micrómetro de profundidad**



Fuente: [http://www.metronicnet.com/Upload/Imagenes\\_catalogo/h650\\_h650\\_h650\\_h.jpg](http://www.metronicnet.com/Upload/Imagenes_catalogo/h650_h650_h650_h.jpg).

### 1.3.3. Lectura del calibrador Palmer (micrómetro)

Ejemplo:

Figura 19. Lectura del calibrador Palmer



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:5783metric-micrometer.jpg>.

Para obtener la lectura mostrada en la figura 19 siga los siguientes pasos:

- a. En la escala fija del calibrador se toma el valor de los milímetros enteros que se tengan antes del tambor.
  - El valor de los milímetros enteros en la escala fija es de 5 mm
  
- b. En el caso de encontrarse una sub división entre el valor encontrado en el paso anterior y el tambor, sumar 0.5mm al valor anterior.
  - En este caso,  $5 \text{ mm} + 0.5 \text{ mm} = 5.5 \text{ mm}$
  
- c. En la escala del tambor, sumar el valor de la división que coincida con la línea de referencia o antes de la misma (parte inferior).

- En este caso, el valor en la escala del tambor es de 0.28 mm

$$5.5 \text{ mm} + 0.28 \text{ mm} = 5.78 \text{ mm}$$

- d. Encontrar una coincidencia entre una de las divisiones del nonio con una división de la escala del tambor. Sumar el valor de la división del nonio encontrada, con el valor del paso anterior.

- En este caso, la coincidencia se da en 0.003 mm

$$5.78 \text{ mm} + 0.003 \text{ mm} = 5.783 \text{ mm.}$$

La lectura mostrada en la figura 19 es: 5.783 mm.

### **1.3.4. Práctica No. 2: lectura del calibrador Palmer (micrómetro)**

La lectura del calibrador Palmer, es una operación que permite determinar la longitud de una pieza, utilizando el calibrador Palmer.

La práctica, lectura del calibrador Palmer, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para la lectura del calibrador Palmer.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta la lectura del calibrador Palmer.

Herramienta y equipo:

Calibrador Palmer (micrómetro).

#### **1.3.4.1. Materiales a utilizar**

Para la realización de la práctica se utilizarán monedas de diferentes denominaciones.

Figura 20. **Monedas**



Fuente: [http://www.mercadolibre.com.ar/jm/img?s=MLA&f=22179083\\_2408.jpg&v=P](http://www.mercadolibre.com.ar/jm/img?s=MLA&f=22179083_2408.jpg&v=P).

Instrucciones:

Realice la lectura de los diferentes diámetros y espesores, de cada moneda.

Ejecución:

- a. Sujete el calibrador Palmer, con su mano derecha;
- b. Sujete el patrón genérico con su mano izquierda;
- c. Coloque el patrón entre el palpador fijo y el palpador móvil;
- d. Gire el tambor graduado hasta que el palpador fijo y el móvil, estén en contacto con la superficie del patrón genérico;
- e. Fije el calibrador Palmer con el freno;
- f. Tome la lectura.

Figura 21. **Medición con calibrador Palmer**



Fuente: <http://www.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnologia/>.

### 1.3.5. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla IV. Criterios de evaluación (calibrador Palmer)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DE LA LECTURA	40%	
CONCORDANCIA DE LA LECTURA CON EL PATRÓN	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

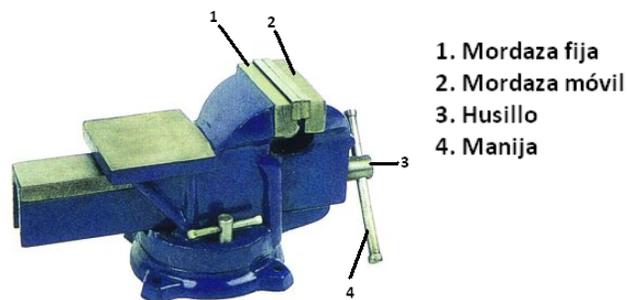
Fuente: elaboración propia.

## 1.4. Prensa de banco

La prensa de banco es un dispositivo de sujeción de piezas, equipada con dos mandíbulas, una fija y otra móvil, para agarrar y sostener una pieza de trabajo en su lugar.

Por medio de un husillo y una manija, puede desplazarse la mordaza móvil. La pieza se sujeta entre estas dos mordazas.

Figura 22. Prensa de banco



Fuente: [http://www.brufer.com/brufer/Fotos\\_Productos/9/204003-1.jpg](http://www.brufer.com/brufer/Fotos_Productos/9/204003-1.jpg).

### 1.4.1. Sujeción de la pieza

Ejecución:

- a. Abra las mordazas de la prensa lo suficiente, para que pueda colocarse dentro de ellas la pieza a mecanizar, esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido anti horario;
- b. Introduzca la pieza entre las mordazas de la prensa;
- c. Sujete la pieza cerrando firmemente las mordazas, esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido horario.

## 1.5. La sierra

La sierra o segueta es una herramienta de corte, que por medio de los dientes, en forma de cincel, situados en fila uno detrás del otro, arrancan viruta del material, al aserrarlo, produciendo así el corte deseado.

La mayoría de las hojas de segueta se fabrican de acero de alta velocidad, y con longitudes de 8, 10, y 12 pulgadas. La longitud de la hoja es la distancia entre los centros de los agujeros que lleva en sus extremos.

### 1.5.1. Partes de la sierra

Figura 23. Partes de la sierra o segueta



Fuente: <http://www.donosti.com.mx/custom/arcoSegueta.jpg>.

### 1.5.2. Paso y ángulos de los dientes

Los ángulos y el paso, de los dientes de la hoja de segueta, dependen de la finalidad para la que se vaya a emplear la segueta; tales como el tipo de material a cortar, la calidad de corte requerida, el tipo de corte deseado, etc. Además, influyen en la fuerza requerida para realizar el corte y en el rendimiento del mismo. El paso y los ángulos de los dientes son establecidos por el fabricante.

El paso de los dientes, de la hoja de segueta, es la distancia que separa a un diente del otro.

Los ángulos de los dientes son: ángulo libre, ángulo de filo, ángulo de ataque y ángulo de corte.

Tabla V. **Tamaños distintos de paso de dientes**

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>No. DE DIENTES EN 25MM DE LONGITUD</b>	<b>APLICACIÓN</b>
Gruesa	Hasta 18	Materiales blandos
Mediana	Hasta 24	Aceros normales de construcción Fundición gris dulce Metales no ferrosos de dureza media
Fina	Hasta 32	Materiales duros Materiales muy duros

Fuente: INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. p. 62.

### **1.5.3. Precauciones al aserrar**

Al utilizar la sierra o segueta, es de suma importancia tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- a. Asegurarse que la hoja de sierra está bien sujeta, para evitar que se rompa o suelte al estar aserrando y pueda ocasionarle alguna herida de consideración;
- b. No sujetar la sierra con las manos sucias o grasosas, la sierra podría resbalarse de las manos, pudiéndole ocasionar alguna herida;
- c. No colocar la mano delante de la hoja de sierra, los dientes de la hoja de sierra son muy filosos y podrían cortar la piel con facilidad;
- d. No sujetar con la mano el material a cortar, siempre sujetar el material con la prensa de banco;
- e. Revisar que la pieza a aserrar está bien sujeta, a la prensa de banco;
- f. Al aserrar, no realizar movimientos bruscos a los costados, la hoja de sierra podría romperse, pudiendo ocasionar alguna herida de consideración;
- g. Al aproximarse a la finalización del corte, disminuir la presión ejercida sobre la sierra, para evitar heridas con la prensa de banco o las rebabas de la pieza cortada;

- h. Evitar tener contacto con la hoja de segueta después de terminar el corte, para evitar una quemadura debido al calor provocado por la fricción entre la hoja de segueta y la pieza.

#### **1.5.4. Práctica No. 3: aserrado a mano**

El aserrado a mano es una operación que permite cortar un material, utilizando como herramienta de trabajo la sierra o segueta. El aserrado a mano se emplea ampliamente en los trabajos de mecánica, normalmente, el aserrado a mano preceda a otras operaciones de mecanizado del material.

La práctica, aserrado a mano, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para aserrar a mano.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el aserrado a mano.

Herramienta y equipo:

Sierra o segueta, Prensa de banco, escuadra y rayador.

##### **1.5.4.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de aserrado a mano, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

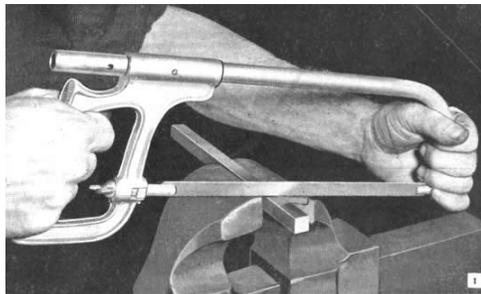
**Instrucciones:**

Realice los cortes de los materiales, acorde a dimensiones especificadas.

**Ejecución:**

- a. Trace el material a aserrar;
- b. Sujete el material en la prensa de banco, con la parte del material a cortar del lado derecho de la prensa de banco y cerca de las mordazas de la misma;
- c. Haga una guía sobre el trazo. La guía es una pequeña ranura hecha con la sierra, previo al aserrado;
- d. Asierre, esto se logra con un movimiento alternativo, hacia adelante y atrás, de la sierra o segueta. Utilice la hoja de sierra en toda su longitud.

**Figura 24. Aserrado a mano**



Fuente: <http://www.mimecanicapopular.com/imgnotas9/nota568-b.jpg>.

### 1.5.5. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla VI. Criterios de evaluación (aserrado a mano)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL ASERRADO	40%	
CALIDAD DEL CORTE	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

## 1.6. La lima

Es una herramienta manual de corte, hecha de acero al carbono templado con ranuras llamadas dientes y con una empuñadura llamada mango. Utilizada para desgastar o alisar materiales duros. Por medio de su cuerpo dentado, arranca viruta del material, al limarlo, consiguiendo así el acabado deseado.

Las limas se fabrican de longitudes muy diferentes que varían de 4 a 18 pulgadas. Además, las limas se fabrican de formas muy diferentes y se utilizan para muchos fines específicos.

### 1.6.1. Partes de lima

Figura 25. Partes de la lima



Fuente: <http://www.disvecazulia.com/DISVECA/images/FOTOS%20DISVECA/limaplana.jpg>.

En ocasiones la lima puede contar con un mango de madera que se coloca en la espiga.

### 1.6.2. Tipos de lima

Las limas pueden clasificarse según la forma transversal de la punta.

Figura 26. Tipos de limas según su forma



Fuente: <http://cadcamcae.files.wordpress.com/2007/06/imgp4099.jpg>.

Según su tamaño, las limas se fabrican de longitudes muy diferentes que varían de 4 a 18 pulgadas.

Según su picado o rugosidad, se tienen simples, dobles y especiales. El picado distingue el grado de corte de la lima, el grado de corte clasifica a la lima como:

- a. Basto: para desbastar una cantidad considerable de material.
- b. Entrefinas: para desbastar el material aproximándolo a la medida deseada.
- c. Finas: para desbastar el material a la medida deseada.
- d. Extra finas: para dejar la superficie con un buen acabado.

### **1.6.3. Limado de superficies planas**

Limar una superficie plana, es realizar una operación, con la finalidad de obtener un plano con grado de precisión determinado. Esta operación se lleva a cabo con una lima plana. El limado puede realizarse de manera transversal u oblicua.

### **1.6.4. Limado de curvas interiores**

El limado en redondo de superficies interiores requiere el uso de limas redondas o de media cuña, cuya circunferencia debe ser algo menor que la de la superficie a limar en la pieza. El limado en redondo se realiza en línea recta, perpendicular a la pieza, girando la lima sobre su eje longitudinal.

### **1.6.5. Limado de curvas exteriores**

Limar una superficie curva externa, requiere del uso de limas planas, a través de movimientos combinados, para obtener el resultado deseado. Esta superficie se logra alternando movimientos basculantes y perpendiculares.

### **1.6.6. Práctica No. 4: limado**

El limado a mano es una operación, que permite desbastar o alisar materiales duros, usando como herramienta de trabajo la lima.

La práctica, limado, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para limar a mano.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el limado a mano.

Herramienta y equipo:

Lima carleta, lima plana paralela, lima de media cuña, lima redonda, prensa de banco, escuadra y calibrador Vernier.

#### **1.6.6.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de aserrado a mano, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

**Instrucciones:**

Limar las piezas hasta que las dimensiones sean iguales a las especificadas y tengan un buen acabado.

**Ejecución:**

- a. Sujetar la pieza en la prensa de banco con la parte a limar sobresaliendo entre las mandíbulas;
- b. Sujetar la lima con su mano derecha en el mango y su mano izquierda apoyada en el extremo de la misma;
- c. Limar la pieza con movimientos alternativos hacia adelante y atrás;
- d. Comprobar las dimensiones de la pieza con el calibrador Vernier.

**Figura 27. Limado a mano**



Fuente: <http://ajuste.files.wordpress.com/2009/11/limado.jpg>.

### 1.6.7. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla VII. Criterios de evaluación (limado)

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>NOTA</b>
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL LIMADO	40%	
ACABADO DE LA PIEZA	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

## 1.7. Los machuelos

Los machuelos son herramientas de corte utilizadas para realizar roscas internas, en agujeros previamente elaborados, contruidos de acero especial, con rosca similar a la de un tornillo.

Los machuelos están normalizados, el fabricante deberá de indicar las siguientes características: sistema de rosca, aplicación, paso, diámetro de la espiga, diámetro externo y sentido de la rosca.

Los machuelos de mano tienen espigas cortas con extremos cuadrados y se hacen en juegos de tres para cada tamaño. Los tres machuelos son el cónico, tapón y de fondo.

- a. El machuelo cónico es el que inicia y guía la rosca. Tiene una entrada muy larga en forma cónica y ningún diente acabado.
- b. El machuelo tapón desbasta la rosca. Tiene una entrada media con dos hilos completos
- c. El machuelo de fondo acaba y calibra la rosca. Entrada corta.

Figura 28. **Los machuelos**

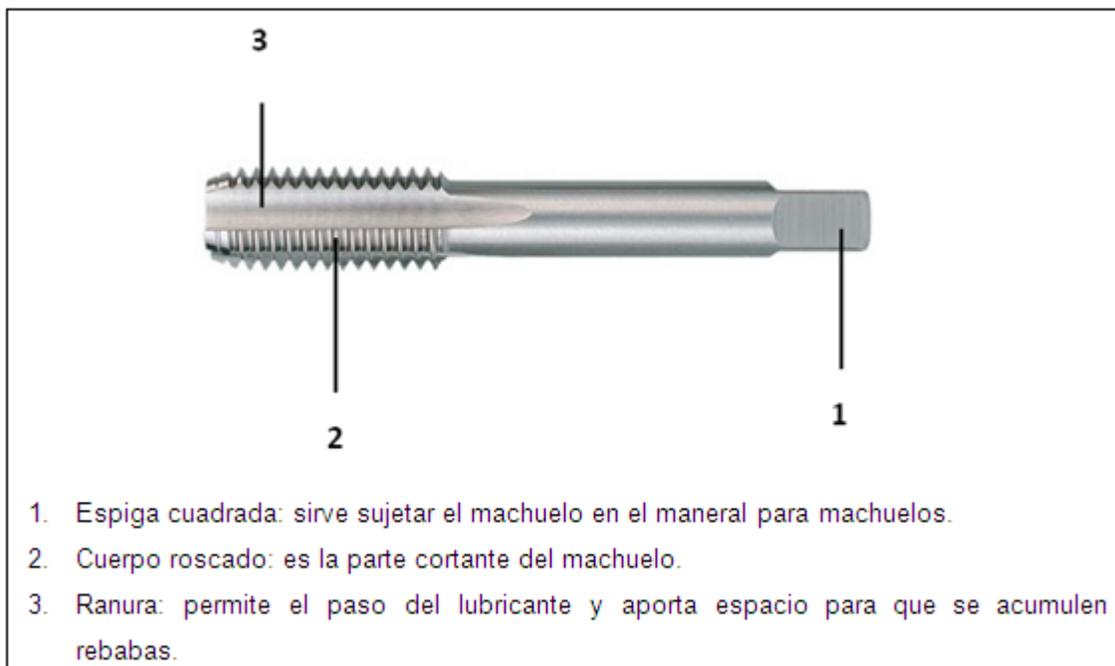


Fuente: <http://images.virtualvillage.com/007807-081/001.jpg>.

### 1.7.1. Partes del machuelo

Los machuelos tienen una espiga y un cuerpo redondo con varias fileteadoras colocadas radialmente.

Figura 29. Partes del machuelo



Fuente: [http://4.bp.blogspot.com/\\_3Ld0ZNNa2Lc/S5xn6fbwhII/AAAAAAAAAB7w/wrEZYC3mMLQ/s400/Machos+Para+Roscas.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_3Ld0ZNNa2Lc/S5xn6fbwhII/AAAAAAAAAB7w/wrEZYC3mMLQ/s400/Machos+Para+Roscas.jpg).

### 1.7.2. Roscar con machuelos

El roscado con machuelos consiste en hacer ranuras helicoidales en un agujero cilíndrico. Se hace introduciendo el machuelo en el agujero progresivamente, por medio de movimientos circulares alternativos transmitidos por un maneral para machuelos.

El eje del agujero debe estar alineado con el eje del machuelo.

### **1.7.3. Práctica No. 5: roscado con machuelos**

El roscado a mano con machuelos es una operación que permite realizar roscas internas, utilizando un juego de machuelos normalizados.

La práctica, roscado a mano con machuelos, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para roscar a mano con machuelos.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el roscado a mano con machuelos.

Herramienta y equipo:

Juego de machuelos normalizados, maneral para machuelos, prensa de banco y escuadra.

#### **1.7.3.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de roscado con machuelos, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

Instrucciones:

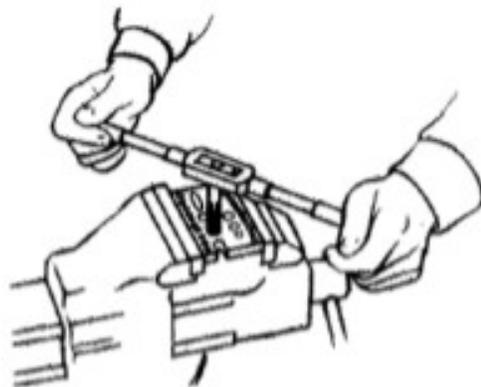
Realizar las roscas internas con las características especificadas.

Ejecución:

- a. Sujetar la pieza en la prensa de banco;
- b. Colocar el machuelo cónico en el maneral;
- c. Introducir el machuelo en el agujero girándolo en sentido horario;
- d. Verificar, con la escuadra, si el machuelo está perpendicular a la pieza;
- e. Aplicar lubricante;
- f. Girar el maneral en sentido horario,  $\frac{1}{2}$  vuelta ( $180^\circ$ );
- g. Girar el maneral en sentido anti horario,  $\frac{1}{4}$  de vuelta ( $90^\circ$ );
- h. Repetir el paso 6 y 7 hasta terminar la rosca.

Realizar la misma operación con los demás machuelos (tapón y de fondo).

Figura 30. **Roscar con machuelos**



Fuente: [http://dibujoindustrial.es/\\_Archivos/07\\_NOR13/Figuras003.jpg](http://dibujoindustrial.es/_Archivos/07_NOR13/Figuras003.jpg).

#### 1.7.4. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla VIII. Criterios de evaluación (roscado con machuelos)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL ROSCADO	40%	
COINCIDENCIA DE LA ROSCA CON EL TORNILLO	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

## 1.8. La terraja

La terraja es una herramienta de corte utilizada para realizar roscas externas, en piezas cilíndricas, algunas terrajas se construyen de acero al carbón, pero la mayoría son de acero de alta velocidad.

Las terrajas se identifican por marcas que llevan en la cara en cuanto al tamaño de rosca, el número de hilos por pulgada y la forma de la rosca.

Los tornillos y pernos que se van a roscar requieren que tengan una entrada cónica en la punta para facilitar el trabajo inicial de la terraja.

Existe una terraja para cada tipo de tornillo normalizado de acuerdo con los sistemas de roscas vigentes.

Las terrajas se montan en un útil llamado portaterrajas o brazo bandeador.

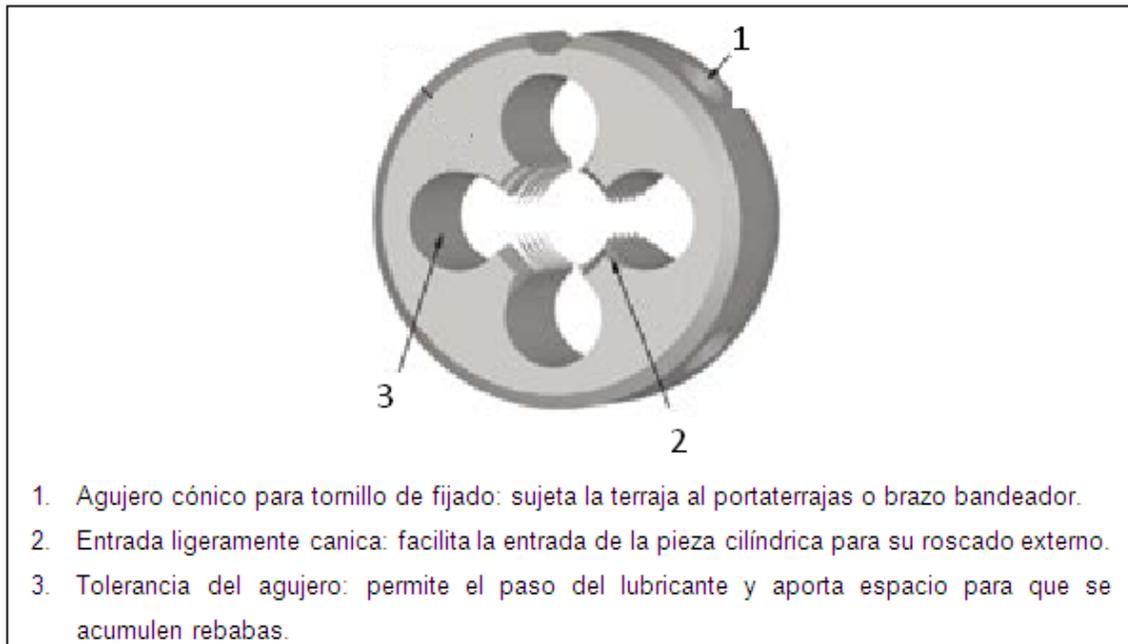
Figura 31. La terraja



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Schneideisen.jpg>.

### 1.8.1. Partes de la terraja

Figura 32. Partes de la terraja



Fuente: [http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s003592.nsf/Alldocs/Product\\*2DMachiningSolutions\\*2DPDF\\*2ATH\\*2DPDFes/\\$file/7RoscadoconTerrajas.pdf](http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s003592.nsf/Alldocs/Product*2DMachiningSolutions*2DPDF*2ATH*2DPDFes/$file/7RoscadoconTerrajas.pdf).

### 1.8.2. Roscar con terraja

El roscado con terraja consiste en realizar roscas en la superficie de una pieza cilíndrica. Esto se logra introduciendo la pieza cilíndrica en la terraja, por medio de movimientos circulares alternativos transmitidos por el portaterrajas o brazo bandeador.

El eje de la pieza cilíndrica debe quedar completamente alineado con el eje central de la terraja.

### **1.8.3. Práctica No. 6: roscado con terraja**

El roscado a mano con terraja es una operación que permite realizar roscas externas, utilizando como herramienta de trabajo la terraja.

La práctica, roscado a mano con terraja, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para roscar a mano con terraja.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el roscado a mano con terraja.

Herramienta y equipo:

Terraja normalizada, portaterrajas o brazo bandeador, prensa de banco, escuadra y lubricante.

#### **1.8.3.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de roscado con terraja, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

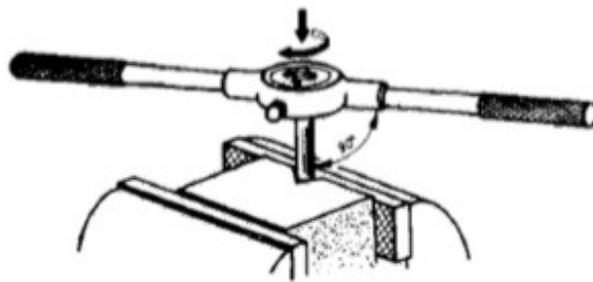
**Instrucciones:**

Realizar las roscas externas con las características especificadas.

**Ejecución:**

- a. Sujetar la pieza cilíndrica en la prensa de banco;
- b. Comprobar con la escuadra, si la pieza cilíndrica está perpendicular a las quijadas de la prensa de banco;
- c. Colocar la terraja en la pieza, con la parte cónica mayor sobre la pieza;
- d. Aplicar lubricante;
- e. Girar el portaterrajas en sentido horario,  $\frac{1}{2}$  vuelta ( $180^\circ$ );
- f. Girar el maneral en sentido anti horario,  $\frac{1}{4}$  de vuelta ( $90^\circ$ );
- g. Repetir el paso 5 y 6 hasta terminar la rosca.

**Figura 33. Roscar con terraja**



Fuente: [http://dibujoindustrial.es/\\_Archivos/07\\_NOR13/Figuras003.jpg](http://dibujoindustrial.es/_Archivos/07_NOR13/Figuras003.jpg).

#### 1.8.4. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla IX. Criterios de evaluación (roscado con terraja)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL ROSCADO	40%	
COINCIDENCIA DE LA ROSCA CON TUERCA	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

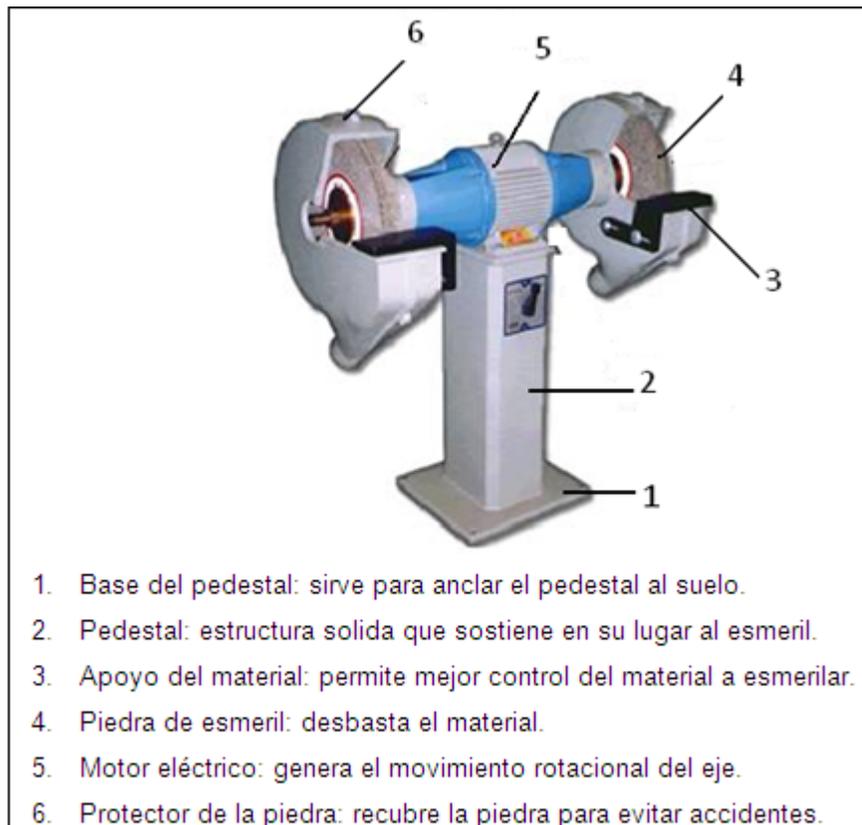
## 1.9. El esmeril

El esmeril es una máquina utilizada en el taller mecánico, principalmente, para afilar a mano herramientas de corte y desbastar materiales, por medio de piedras abrasivas que giran a alta velocidad.

Las piedras del esmeril están fijadas en los extremos del eje un motor eléctrico, que las hace girar.

### 1.9.1. Partes del esmeril

Figura 34. Partes del esmeril



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos70/definicion-utilizacion-herramientas/image003.jpg>.

## **1.9.2. Tipos**

### **Esmeril de pedestal**

El esmeril de pedestal es utilizado en desbastes comunes y afilado de herramientas. La potencia de su motor eléctrico va de 1HP hasta 4HP.

### **Esmeril de banco**

El esmeril de banco se fija a un banco de trabajo, tiene las mismas aplicaciones que el de pedestal. La potencia su motor eléctrico va de 1/4HP hasta 1/2HP.

## **1.9.3. Piedras**

Las piedras son herramientas con múltiples filos, que se montan en el eje del motor eléctrico, compuesta por innumerables granos de material abrasivo (esmeril, cuarzo o corindón), de formas irregulares, unidos por medio de un aglutinante.

La elección de las piedras depende de la dureza de la pieza, la cantidad de material a arrancar y del acabado deseado. La granulación de la piedra es una característica importante al elegir el tipo de piedra. El grano grueso se utiliza cuando se desea desbastar considerable la pieza; la granulación fina se utiliza en trabajos de rectificado fino y de forma. La dureza de la piedra es otra característica importante al elegir el tipo de piedra. Los materiales duros se trabajan con piedras blandas y los materiales blandos con piedras duras.

Las piedras de carburo de silicio verde, son utilizadas para el afilado de buriles, desgaste de materiales de carburo de tungsteno y rectificado de una gran variedad de materiales.

Figura 35. **Piedras de carburo de silicio verde**



Fuente: <http://www.austromex.com.mx/img/productos/carburoeasy.png>.

Las piedras de óxido de aluminio marrón (grises), son utilizadas para el afilado de brocas, desgaste y rectificado de materiales de acero.

Figura 36. **Piedras de óxido de aluminio marrón (grises)**



Fuente: <http://www.christensen.cl/uploads//biblioteca/pdfs/35c81a83c088052.pdf>.

#### **1.9.4. Afilado de herramientas de corte**

En la actualidad el esmeril es la máquina más utilizada para afilar herramientas de corte. El afilado de herramientas de corte, es una operación manual, que consiste en preparar los filos de las brocas y buriles, con el fin de facilitar la penetración y las condiciones de corte.

### **1.9.5. Práctica No. 7: esmerilar**

El esmerilado es una operación de desbaste, que principalmente se lleva a cabo, para el afilado de herramientas de corte, utilizando como máquina de trabajo el esmeril.

La práctica, esmerilar, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para esmerilar.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el esmerilado.

Maquinaria y equipo:

Esmeril de pedestal, instrumento para medir ángulos y anteojos de protección,

#### **1.9.5.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de esmerilado, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

## Afilado de brocas

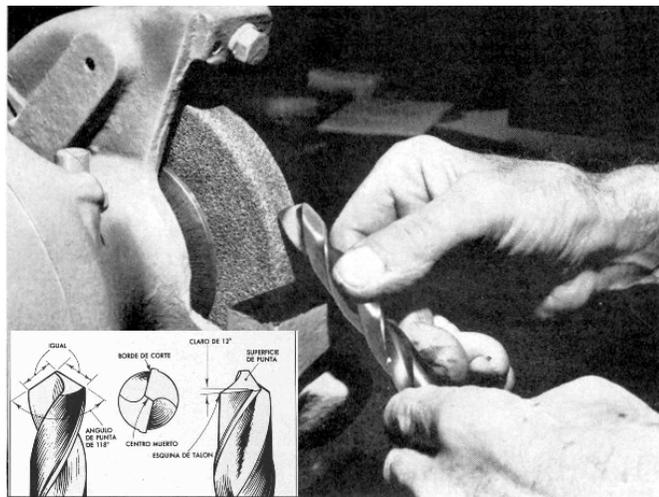
Instrucciones:

Afilado de brocas con el esmeril.

Ejecución:

- a. Ponerse los anteojos de protección;
- b. Presionar el botón de encendido del esmeril;
- c. Sujetar firmemente la broca, con ambas manos;
- d. Aproximar la broca al esmeril cuidadosamente;
- e. Esmerilar las caras de la punta de la broca, hasta que ambas tengan la misma longitud y un ángulo de punta  $118^\circ$ ;
- f. Esmerilar ambas caras de la punta de la broca hasta que se inclinen hacia abajo unos  $12^\circ$ .

Figura 37. Afilado de brocas



Fuente: <http://www.mimecanicapopular.com/verhaga.php?n=157>.

## **Afilado de buriles**

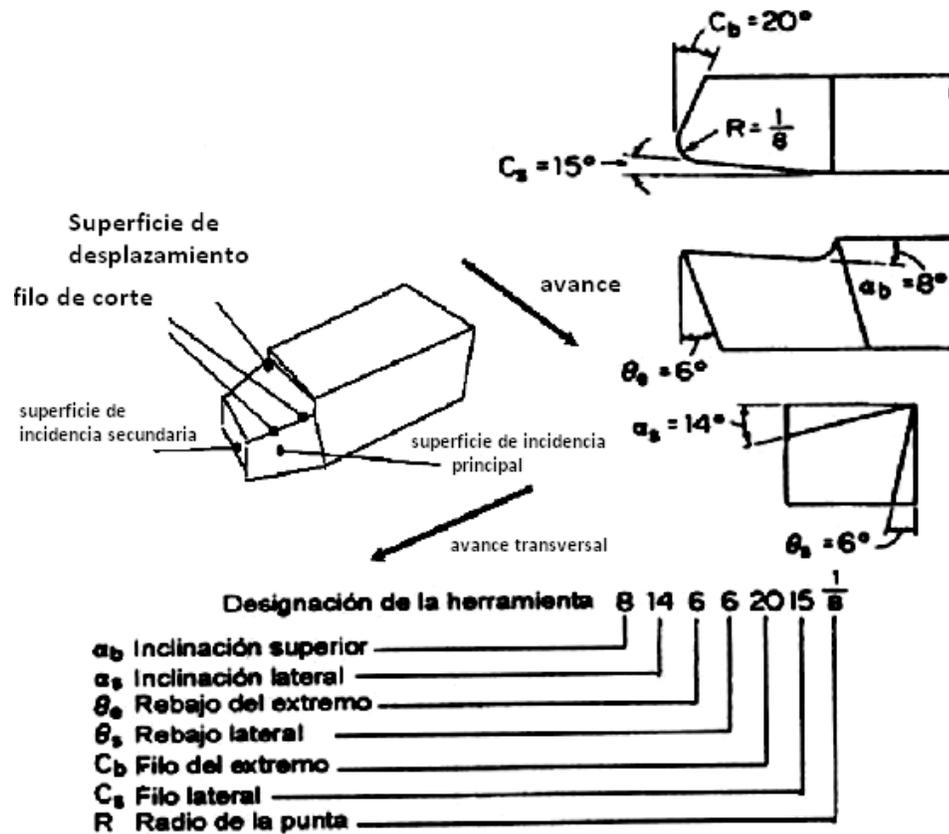
Instrucciones:

Afilan los buriles con el esmeril.

Ejecución:

- a. Ponerse anteojos de protección;
- b. Presionar el botón de encendido del esmeril;
- c. Sujetar firmemente el buril con ambas manos;
- d. Aproximar el buril al esmeril cuidadosamente;
- e. Esmerilar la superficie frontal hasta obtener el ángulo de inclinación lateral, ángulo de rebajo del extremo o ángulo de incidencia secundario, que origina la superficie de incidencia secundaria (ver figura 38);
- f. Esmerilar la superficie lateral, hasta obtener el ángulo de rebajo lateral o incidencia principal, que origina la superficie de incidencia principal (ver figura 38);
- g. Esmerilar la arista lateral superior hasta obtener el ángulo de inclinación lateral, origine la superficie de desprendimiento (ver figura 38);
- h. Refrigerar el buril constantemente durante la operación de afilado, sumergiéndolo en un recipiente con agua, para evitar que el material queme por el calentamiento generado por la abrasión.

Figura 38. Afilado de buriles



Fuente: <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/mecanica/PF/Guia%20Practica%201%20I-2007.pdf>.

### 1.9.6. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla X. Criterios de evaluación (esmerilar)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL AFILADO	40%	
FILO DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.



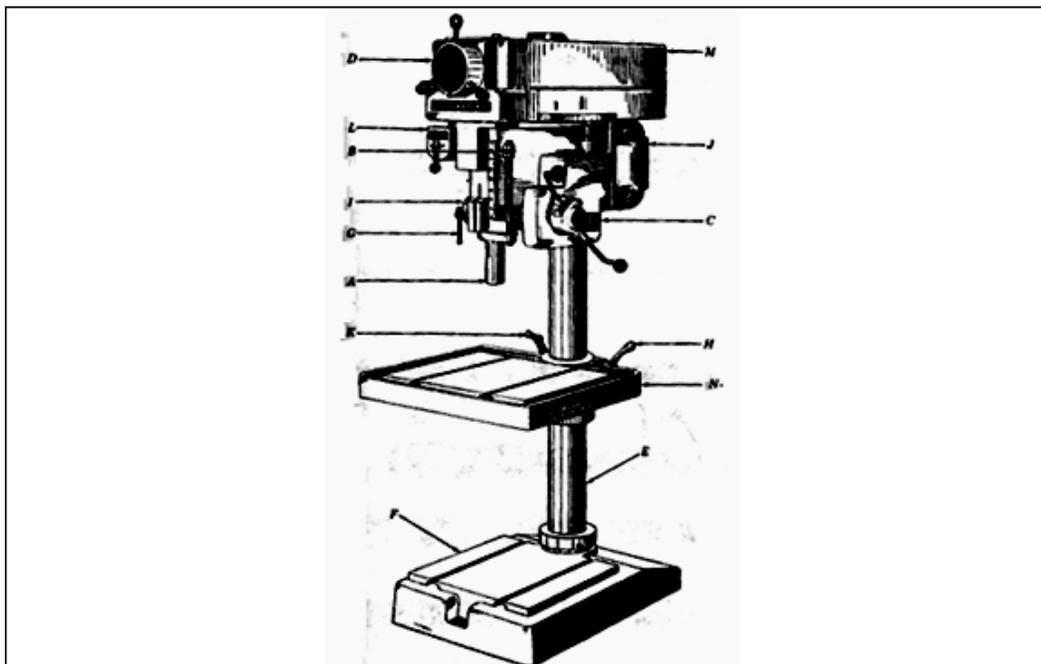
## 2. EL TALADRO

El taladro es una máquina herramienta que sirve para mecanizar agujeros de forma cilíndrica en una pieza, utilizando como herramienta de trabajo la broca. El taladro tiene dos movimientos, el de rotación de la broca, denominado movimiento de corte, que es generado por el motor eléctrico y el de traslación de la broca, denominado movimiento de avance, que se realiza de forma manual.

El movimiento de corte se mide en metros por minuto (m/min) y el movimiento de avance se mide en milímetros por revolución (mm/rev).

## 2.1. Partes principales del taladro

Figura 39. Partes del taladro



- A. Porta brocas: dispositivo que se utiliza para la sujeción de herramientas de trabajo.
- B. Tope de profundidad: delimita el desplazamiento máximo del movimiento de avance.
- C. Manivela de avance: desplaza la broca hacia el material, movimiento de avance.
- D. Control de velocidad variable: sirve para seleccionar de velocidad deseada.
- E. Columna: soporte para la mayoría de componentes del taladro.
- F. Base: sostiene el peso del taladro
- G. Manivela de seguro del husillo: Asegura el husillo para que no se desplace.
- H. Manivela de la mesa: Permite maniobrar la mesa alrededor el eje de la columna del taladro.
- I. Resorte de retorno del husillo: Retoma el husillo a su posición de reposo, cuando se suelta el maneral de avance.
- J. Motor: Genera la potencia necesaria para hacer girar la broca a altas revoluciones.
- K. Manivela de elevación de la mesa: permite maniobrar la mesa, hacia arriba y abajo.
- L. Interruptor: Enciende y apaga el taladro.
- M. Protector: protege los componentes eléctricos y mecánicos sensibles al ambiente.
- N. Mesa: Superficie de trabajo, donde se coloca la pieza a taladrar o una prensa de sujeción para taladro.

Fuente: KIBBE, Richard R. *Manual de Máquinas Herramientas*. 1ra ed. México: LIMUSA, Vol. 1, 1985. p. 379.

## **2.2. Tipos de taladros**

Los tres tipos básicos de taladros de columna que son utilizados para los trabajos generales de taladrado son: el taladro sensible, el taladro vertical y el taladro de brazo radial.

### **El taladro sensible**

El taladro sensible, como su nombre lo indica permite al operario sentir la acción cortante de la broca al ir taladrando. Estos taladros se utilizan solamente para aplicaciones de servicio ligero, por lo general utilizan brocas de  $\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro como máximo.

### **El taladro vertical**

El taladro vertical es muy parecido al talador sensible, con la diferencia que el taladro vertical está construido para realizar trabajos pesados. Estos taladros son capaces de realizar agujeros de hasta 2 pulgadas de diámetro y pueden ser operados manualmente o en avance automático.

### **El taladro de brazo radial**

El taladro de brazo radial es utilizado para trabajar piezas grandes que son demasiado pesadas para que el operador las mueva de una posición a otra para taladrar los agujeros. La broca puede colocarse en la posición que se requiera, moviendo el brazo y la cabeza del taladro.

### **2.3. Cambio de velocidades del taladro**

Para cambiar la velocidad del taladro sensible (rpm) solamente hay que mover el controlador de velocidad variable a la velocidad deseada. Es muy importante tomar en cuenta las especificaciones del fabricante al seleccionar la velocidad del taladro sensible (rpm), para obtener un mecanizado óptimo.

### **2.4. La broca**

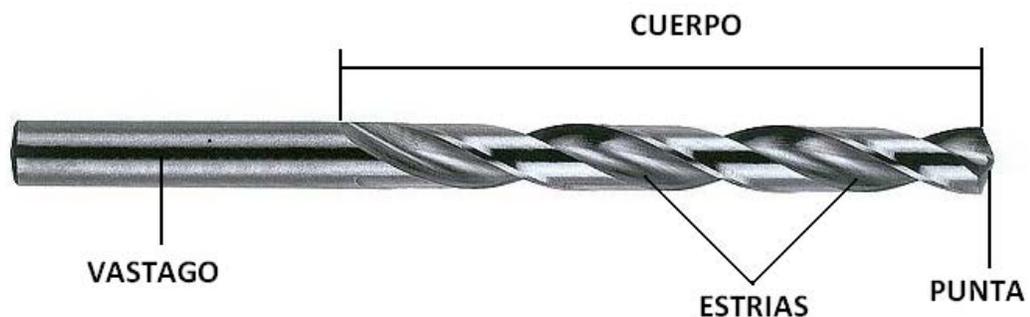
La broca es una herramienta de corte de tipo giratorio, construida de acero rápido (HSS), que consta de uno a más filos de corte y estrías para la separación de las rebabas y el paso del refrigerante.

La calidad del acero rápido varía según la calidad de la aleación y el método de fabricación. Las principales calidades de acero rápido que se fabrican actualmente son:

- a. HSS laminada. Es la más económica de las brocas de metal, poca duración.
- b. HSS rectificada. Es una broca de mayor precisión para metales semiduros. Tiene una gran duración.
- c. HSS Titanio rectificado. Están recubiertas de una aleación de titanio que permite taladrar todo tipo de metales con la máxima precisión, incluyendo materiales difíciles como el acero inoxidable.

- d. HSS Cobalto rectificado. Son las brocas de máxima calidad, y están recomendadas para taladrar metales de todo tipo incluyendo los muy duros y los aceros inoxidable.

Figura 40. **La broca.**



Fuente: <http://carlosheras.com/archivos/productos/img90.jpg>.

#### **2.4.1. Tipos de brocas**

Existe una gran variedad de brocas específicas para el tipo de trabajo que se desea llevar a cabo. En esta guía nos enfocaremos en las brocas más utilizadas para el mecanizado de piezas metálicas.

Las brocas ordinarias o de torsión son las brocas más utilizadas en la actualidad para el mecanizado de agujeros en piezas de trabajo metálicas, ferrosas y no ferrosas.

#### **Broca de hélice estándar para máquina herramienta**

Las brocas de hélice estándar para máquina herramienta tienen dos estrías y vástago recto. Estas brocas son utilizadas para taladrar en acero, en hierro fundido y en materiales no ferrosos.

Figura 41. **Broca de hélice estándar para máquina herramienta**

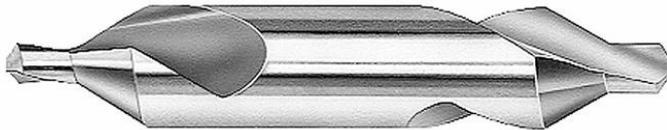


Fuente: <http://www.mapmaquinaria.com/images/BROCA%20PARA%20BROQUERO3.jpg>.

### **Broca para centrar**

Las brocas para centrar se utilizan para iniciar agujeros en las piezas de trabajo.

Figura 42. **Broca para centrar**



Fuente: [http://www.clubsunroller.com/foro/files/posted\\_images/48/diapositiva1\\_1255723476\\_792065.jpg](http://www.clubsunroller.com/foro/files/posted_images/48/diapositiva1_1255723476_792065.jpg).

### **Broca izquierda**

Son utilizadas cuando el husillo gira en sentido inverso al de la rotación normal del taladro. Son muy parecidas a las brocas de hélice estándar.

#### **2.4.2. Velocidad de corte**

La velocidad de corte ( $V_c$ ) es la distancia que recorre el filo de corte de la herramienta al pasar en dirección del movimiento principal (Movimiento de Corte) respecto a la superficie que se trabaja. La velocidad de corte depende del diámetro de la broca y del material a mecanizar.

La velocidad de corte está dada por la siguiente fórmula:

$$V_c = \frac{\pi * \emptyset * n}{1000} \quad n = \frac{1000 * V_c}{\pi * \emptyset}$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad de corte

$\emptyset$  = Diámetro de la broca en metros

$n$  = Número de revoluciones por minuto (rpm)

### 2.4.3. Relación entre el diámetro y la velocidad de corte

Normalmente, la velocidad de corte de una broca para distintos materiales es especificada por el fabricante. Conociendo la velocidad de corte de la broca y el diámetro de la misma, es posible conocer por medio de un grafico de forma muy sencilla el número de revoluciones por minuto del taladro, que permita realizar el maquinado de la pieza de manera óptima.

El número de revoluciones por minuto se puede cambiar, con el controlador variable de velocidades, al valor encontrado en el grafico.

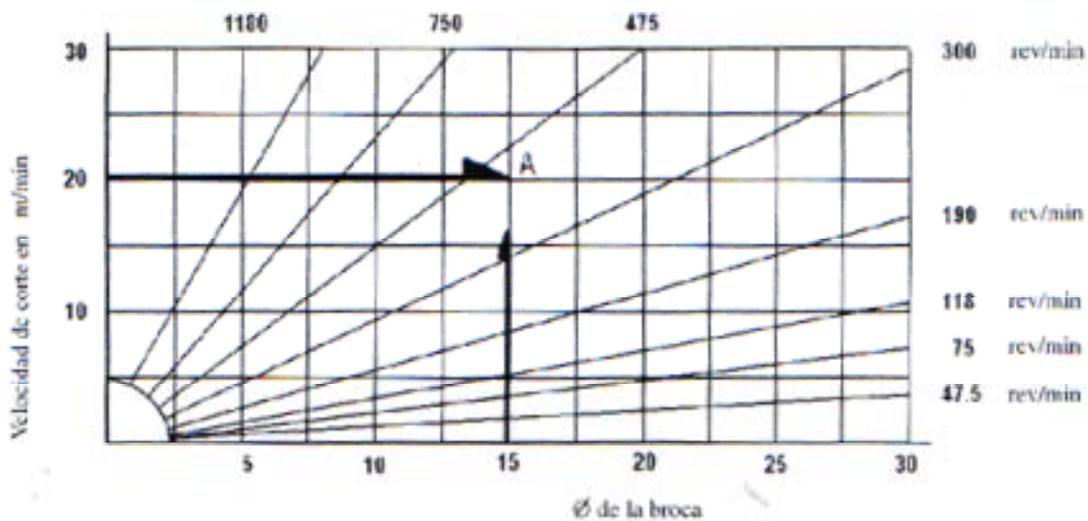
Ejemplo:

Encuentre el número de revoluciones por minuto necesarias para taladrar una pieza con una broca de 15mm de diámetro y una velocidad de corte de 20m/min.

Para encontrar el número de revoluciones por minuto, se localiza en el eje horizontal de la gráfica el diámetro de la broca (15mm). Se localiza en el eje vertical de la gráfica velocidad de corte (20m/min). Se prolongan ambas líneas hasta el punto donde converjan (punto "A").

El punto “A” se entre 475rpm y 300rpm. Normalmente cuando el diámetro de la broca y la velocidad de corte no convergen en una línea de rpm, se elige el número de revoluciones por minuto más bajo. En este caso el punto de convergencia se encuentra entre 475rpm y 300rpm, tomaremos el valor de 300rpm.

Figura 43. **Gráfica para encontrar las rpm**



Fuente: INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. 1ra ed.  
Guatemala: 1998. p. 109.

#### 2.4.4. Refrigerantes de corte

Los refrigerantes de corte se utilizan en la mayoría de las operaciones de mecanizado por arranque de viruta, para mejorar las condiciones durante el proceso de mecanizado. Estos fluidos se aplican sobre la zona de formación de la viruta, para lo que se utilizan aceites, emulsiones y soluciones. La mayoría de ellos se encuentran formulados en base a un aceite de base mineral, vegetal o sintético.

Figura 44. **Refrigerante de corte**



Fuente: [http://www.elrodamiento.com/v\\_portal/inc/imagen.asp?f=Taladrina\\_Delta\\_1445.jpg&w=220&c=12342](http://www.elrodamiento.com/v_portal/inc/imagen.asp?f=Taladrina_Delta_1445.jpg&w=220&c=12342).

### **Objetivos de los refrigerantes de corte**

- a. Ayudar a disipar del calor generado durante la creación de la viruta;
- b. Lubricar los elementos que intervienen, en el corte para evitar la rotura o desafilado de la herramienta;
- c. Reducir la energía necesaria para efectuar el corte;
- d. Proteger la pieza, herramienta y máquina contra oxidación y corrosión;
- e. Arrastrar las partículas del material, virutas, de la zona de corte;
- f. Mejorar el acabado superficial.

### **Tipos de refrigerantes de corte**

Los principales tipos de refrigerantes de corte para mecanizado son: los aceites íntegros, las emulsiones oleosas, las soluciones semi-sintéticas y las soluciones sintéticas.

La tabla XI muestra la velocidad de corte y de avance para diferentes diámetros de brocas y materiales; además el tipo de refrigerante recomendado.

Tabla XI. **Velocidad de corte, avance y refrigeración.**

<b>VELOCIDAD DE CORTE - AVANCE -REFRIGERACIÓN</b>											
	<b>V= VELOCIDAD DE CORTE</b> = velocidad periférica en m/min. Dependiendo del material de la pieza y la broca, del avance y de la profundidad del agujero. <b>S= AVANCE POR REVOLUCIÓN</b> , en mm. (Dependiendo del material de la pieza y la broca, así como su diámetro). Tabla de valores para longitud de duración = 200mm y profundidad de cada agujero										
	MATERIAL	Velocidad de corte para caso de acero de herramientas	Velocidad de corte v en m/min para caso de acero rápido de aleación débil								Medio de refrigeración y lubricación
Diámetro de broca											
			5	10	15	20	25	30	35		
ACERO hasta 40kg/mm <sup>2</sup>	...20	s	0,1	0,18	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	Taladrina (según DIN 6558) o bien aceite de corte y refrigerante (según DIN 6557)	
		v	15	18	22	26	29	32	35		
hasta 60kg/mm <sup>2</sup>	...14	v	13	16	20	23	26	28	29		
hasta 80kg/mm <sup>2</sup>	...10	s	0,07	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25		
		v	12	14	16	18	21	23	24		
hasta 100kg/mm <sup>2</sup>		v	8	10	13	15	17	18	19		
mas 100kg/mm <sup>2</sup>		s	0,015 ..... 0,17 m/rev								
		v	6 ..... 12 m/min								
Fundición Gris hasta 18kg/mm <sup>2</sup>	...14	s	0,15	0,24	0,3	0,32	0,35	0,38	0,4		En seco o con taladrina abundante
		v	24	28	32	34	37	39	40		
hasta 22kg/mm <sup>2</sup>	...10	v	16	18	21	24	26	27	28		
hasta 30kg/mm <sup>2</sup>	...8	s	0,1	0,16	0,2	0,24	0,28	0,3	0,3		
		v	12	14	16	18	20	21	22		
LATÓN hasta 40kg/mm <sup>2</sup>	...40	s	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36		
		v	60 .....70m/min								
hasta 60kg/mm <sup>2</sup>	...25	s	0,07	0,12	0,18	0,24	0,25	0,28	0,32		
		v	40 .....60m/min								
BRONCE hasta 30kg/mm <sup>2</sup>	...15	s	0,01	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36	Taladrina o aceites minerales (según DIN 6541)	
		v	30.....40m/min								
hasta 70kg/mm <sup>2</sup>	...12	s	0,05	0,08	0,12	0,18	0,2	0,22	0,26		
		v	25.....35m/min								
ALUMINIO Técnico	...50	s	0,05	0,12	0,2	0,3	0,35	0,4	0,46		
		v	80.....120m/min								
Aleaciones de Aluminio	...40	s	0,12	0,2	0,3	0,4	0,46	0,5	0,6		
		v	100.....150m/min								
Aleaciones de Magnesio	...80	s	0,15	0,2	0,3	0,38	0,4	0,45	0,5		En seco o con aceites especiales
		v	200.....250m/min								
materiales prensados no en capas	...15	s	0,04	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,17	Aire a presión	
		v	35.....45mm								

Fuente: INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. 1ra ed. Guatemala: 1998. p.

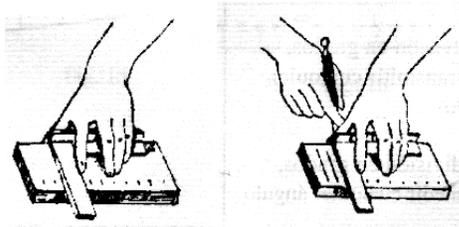
## 2.5. Trazo de agujeros

Es de suma importancia preparar la pieza, realizando de forma precisa el trazo de los agujeros, para su posterior mecanizado en el taladro.

Ejecución:

- a. Marque los puntos donde pasaran las rectas con las medidas especificadas;
- b. Trace las rectas con un rayador y una escuadra, haciéndolas pasar sobre las marcas hechas anteriormente.

Figura 45. Trazo de agujeros



Fuente: INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. 1ra ed. Guatemala: 1998. p. 10.

## 2.6. El punzón

El punzón es una herramienta utilizada para marcar una pieza, previamente trazada, donde se mecanizaran agujeros con el taladro. La operación por medio de la cual, se marcan los puntos de referencia, se llama punzonar.

Figura 46. **El punzón**



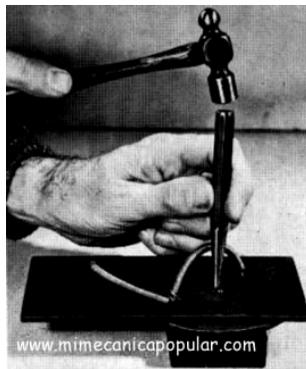
Fuente: <http://es.farnell.com/productimages/farnell/standard/151851607-40.jpg>.

### 2.6.1. **Punzonar**

Ejecución:

- a. Coloque el punzón de forma vertical con su mano izquierda sobre la intersección de las líneas previamente trazadas;
- b. Golpee con el martillo la cabeza del punzón una sola vez.

Figura 47. **Punzonar**



Fuente: [http://www.mimecanicapopular.com/img28/punzon\\_tornillo\\_banco\\_nov65-a.jpg](http://www.mimecanicapopular.com/img28/punzon_tornillo_banco_nov65-a.jpg).

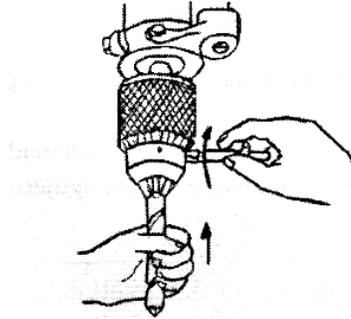
### 2.7. **Sujeción de la broca**

Ejecución:

- a. Abra las mordazas del portabrocas, con la llave del mismo;
- b. Coloque el vástago de la broca dentro de las mordazas del portabrocas;

- c. Cierre las mordazas del portabrocas, con la llave del mismo.

Figura 48. **Sujeción de la broca**



Fuente: INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. 1ra ed. Guatemala: 1998. p. 113.

## 2.8. Prensa de sujeción para taladro

La prensa de sujeción para taladro es un dispositivo de fijación, equipada con dos mordazas, una fija y otra móvil, para sujetar piezas durante las operaciones de mecanizado en el taladro. A demás cuenta con ranuras para fijarse a la mesa del taladro.

Figura 49. **Prensa de sujeción para taladro**



Fuente: <http://www.maquinariamadrid.es/img/HE145.jpg>.

### **2.8.1. Sujeción de la pieza a taladrar**

#### Ejecución:

- a. Fije la prensa de sujeción para taladro, en la mesa del mismo, por medio de tornillos y tuercas;
- b. Abra las mordazas de la prensa lo suficiente para que pueda colocarse dentro de ellas la pieza a mecanizar, esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido anti horario;
- c. Introduzca la pieza entre las mordazas de la prensa, coloque la pieza en una posición conveniente para el mecanizado;
- d. Sujete la pieza cerrando firmemente las mordazas, esto se logra haciendo gira el husillo con la manija en sentido horario.

### **2.9. Medidas de seguridad**

#### **Protección personal**

- a. Para el taladrado se utilizarán gafas o pantallas de protección, sobre todo cuando se trabajen materiales duros, quebradizos o frágiles;
- b. Las virutas producidas en el taladrado, no deben retirarse con la mano;
- c. Para retirar las virutas sueltas debe utilizarse un cepillo o una escobilla;
- d. Para trabajar en el taladro se debe llevar ropa ajustada, con las mangas por encima del codo. Si se llevan mangas largas, éstas deben ir bien ceñidas a las muñecas, mediante elásticos, y no ser holgadas;

- e. Se usará calzado de seguridad que proteja contra los cortes y pinchazos por virutas y contra la caída de piezas pesadas;
- f. En el taladro no se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, ni cadenas al cuello, corbatas, bufandas, o cinturones sueltos;
- g. En los trabajos con taladros es muy peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo un gorro o prenda similar. La barba larga, debe recogerse con una redcilla. En cualquier caso hay que tener cuidado en no acercarse a la cabeza al eje que gira;
- h. El empleo de guantes durante la operación de taladrado puede dar lugar a accidentes. Por lo tanto: no usar guantes mientras el taladro esté en marcha.

#### **Antes de taladrar**

- a. Comprobar que la mesa de trabajo y su brazo están bloqueados;
- b. Comprobar que la prensa de sujeción para taladro, esta firmemente anclada;
- c. Comprobar que la pieza esta firmemente sujeta a la prensa de sujeción;
- d. Comprobar que la broca esta firme y correctamente sujeta al portabrocas.

#### **Durante el taladrado**

- a. Mantener las manos alejadas de la broca en movimiento;
- b. Nunca enfoque su atención con otra actividad mientras taladra;

- c. Todas las operaciones de ajuste y comprobación deben de realizarse con el taladro apagado. Especialmente en las siguientes operaciones:
- Sujetar y soltar las brocas
  - Sujetar y soltar el material
  - Medir
  - Comprobar el acabado
  - Situar el chorro del refrigerante
  - Alejarse o abandonar el puesto de trabajo
- d. Siempre que tenga que abandonar el puesto de trabajo deberá de apagar el talador y desconectarlo de la corriente;
- e. Nunca debe sujetar la pieza a taladrar con la mano, siempre debe de sujetar la pieza con prensa de sujeción para taladro o con algún otro medio mecánico, para evitar que la pieza gire al ser taladrada;
- f. La sujeción de una broca a un portabrocas no debe realizarse dando marcha al taladro mientras se sujeta el portabrocas con la mano para que cierre más de prisa. La broca se sujetará con el taladro parado.

Figura 50. **Peligro desprendimiento de viruta**



Fuente: <http://www.publime.es/232-429-large/peligro-desprendimiento-de-viruta.jpg>.

## **2.10. Práctica No. 8: taladrar**

El taladrado es una operación que permite mecanizar agujeros por medio de la acción de rotación y de avance de una broca sujeta a una máquina herramienta llamada taladro.

La práctica, taladrar, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para taladrar.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el taladrado.

Maquinaria y equipo:

Taladro de columna, prensa de sujeción para taladro, llave para portabrocas, brocas, escuadra, rayador y anteojos de protección.

### **2.10.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de taladrado, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

Instrucciones:

Mecanice los agujeros en la pieza según las especificaciones dadas.

Ejecución:

- a. Trace la pieza con las medidas especificadas;
- b. Marque con el punzón los puntos de intersección de las líneas trazadas;
- c. Sujete la pieza a la prensa de sujeción para taladro;
- d. Fije la broca en el portabrocas;
- e. Encienda el taladro presionando el interruptor;
- f. Seleccione las revoluciones por minuto adecuadas para el trabajo;
- g. Taladre la pieza, acercando la broca con la manivela de avance.

Figura 51. **Taladrado**



Fuente:<http://www.fotografianoviasymatrimonios.com/blog/imagenes/CmosPeltier/Intercambiador03.jpg>.

## 2.11. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla XII. Criterios de evolución (taladrado)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL TALADRADO	40%	
DIÁMETRO ADECUADO DEL AGUJERO	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

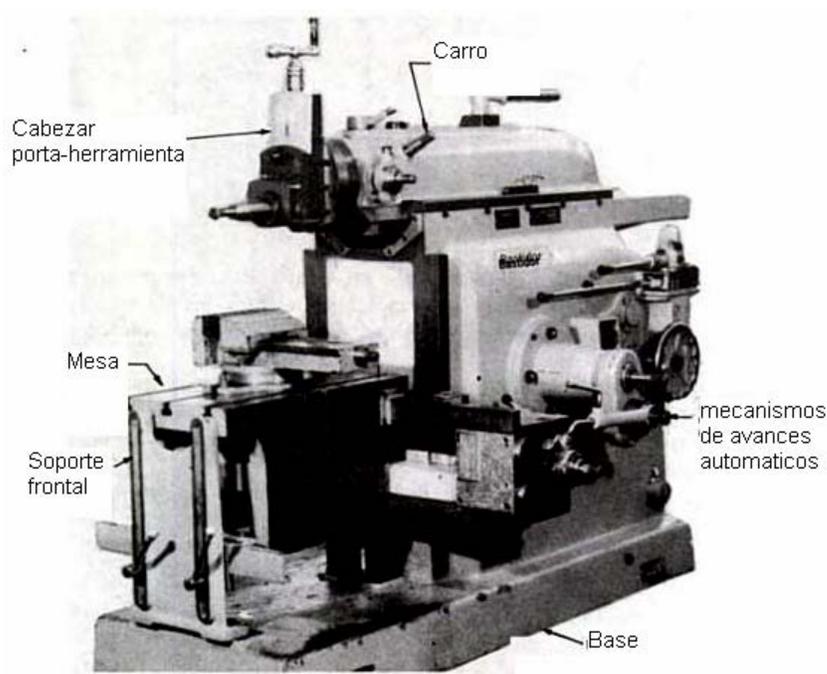


### 3. EL CEPILLO

El cepillo de codo horizontal es una máquina herramienta utilizada para mecanizar escalones, chaflanes, ranuras, redondeamientos y darle acabado a las piezas, por medio de la herramienta de corte que arranca la viruta de la pieza de trabajo. En los cepillos horizontales la herramienta de corte se desplaza con un movimiento alternativo sobre un solo eje mientras que la pieza de trabajo sujeta a la mesa se mueve pasando por la herramienta horizontalmente. La herramienta de corte puede moverse hacia arriba, abajo o angularmente según lo necesitado.

#### 3.1. Partes principales del cepillo

Figura 52. Partes principales del cepillo



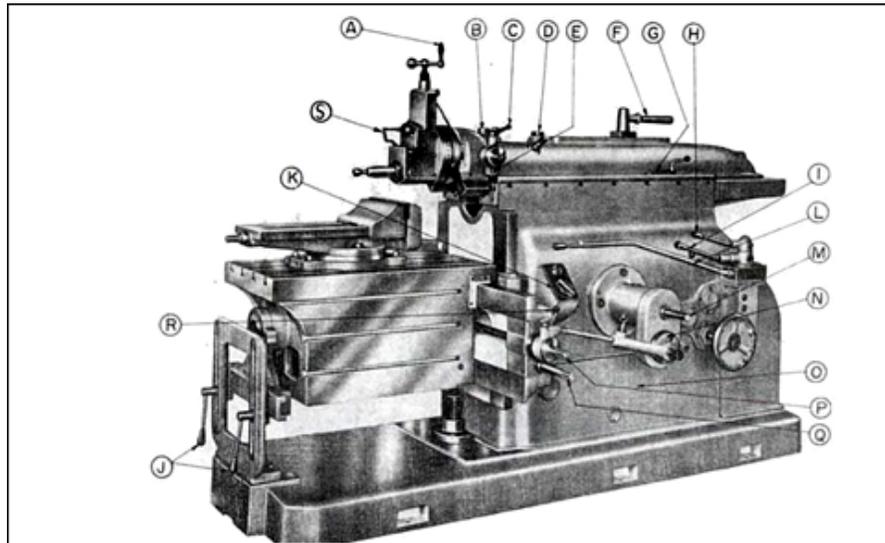
Fuente: CHACÓN. *Tecnología mecánica 1*. 1ra ed. México: LIMUSA, 2004. p. 218.

Las parte principales que conforman un cepillo de codo horizontal son las siguientes:

- Base: soporta la maquinaria y va anclada al piso.
- Bastidor: es la estructura donde se montan todos los mecanismos de transmisión, el carro, la mesa y el motor.
- Mesa: va montada a la parte frontal del cepillo, es soportada por el travesaño que va sujeto a las guías verticales del bastidor y el tornillo que regula la altura. La mesa tiene un movimiento vertical, transversal y giratorio, cuenta con ranuras para el montaje de accesorios de sujeción o directamente de las piezas.
- Carro: conocido también como carnero, va montado a la parte superior del bastidor. En su extremo frontal lleva el cabezal porta herramientas. Esta parte realiza la función principal de la máquina, con su movimiento vaivén proporcionada por un mecanismo de brazo oscilante o hidráulico.
- Mecanismo de transmisión de movimiento automático a la mesa: montado en la parte izquierda de la mesa, que por medio de un excéntrico, trinquete y corona, realiza los movimientos automáticos de alimentación de la mesa.
- Motor: montado en la parte interna del bastidor proporciona todos los movimientos a la máquina.
- Cabezal porta herramienta: montado en la parte frontal del carro, tiene un movimiento de giro y desplazamiento para proporcionar profundidad de corte a la herramienta. El movimiento de giro sirva para realizar cortes inclinados sin necesidad de girar la mesa.

## Descripción de los mandos de un cepillo de codo horizontal

Figura 53. Descripción de los mandos de un cepillo de codo horizontal



- A. Manija de mando del portaherramienta.
- B. Trinquete para el automático de subida y bajada del portaherramienta.
- C. Manivela del embrague de avance vertical automático del portaherramienta.
- D. Eje de desplazamiento del carro o selector de carrera.
- E. Trinquete para el movimiento automático del portaherramienta.
- F. Palanca de bloque del carro.
- G. Tope para avance automático para el carro portaherramienta.
- H. Palanca para cambiar velocidades.
- I. Palanca para cambiar de velocidad.
- J. Palanca de bloqueo de la mesa.
- K. Interruptor de arranque del motor.
- L. Palanca de arranque del neutro y el freno.
- M. Eje de regulación de la carrera del freno.
- N. Volante regulable de avances automáticos de la mesa.
- O. Caja de transmisión.
- P. Eje para avance longitudinal.
- Q. Eje para avance vertical.
- R. Palanca selectora de para movimientos vertical y horizontal de la mesa.
- S. Mecanismo para levantamiento automático de la herramienta.

Fuente: CHACÓN. *Tecnología mecánica 1*. 1ra ed. México: LIMUSA, 2004. p. 222

### **3.2. Tipos de cepillo**

#### **Cepillo de codo vertical**

El cepillo de codo vertical es una máquina herramienta usado principalmente en corte de interiores, planos y operaciones que requieren cortes verticales por la posición en que se debe mantener la pieza de trabajo. La herramienta se mueve a través de la pieza estacionaria.

#### **Cepillo de mesa**

El cepillo de mesa es una máquina herramienta, capaz de mecanizar piezas mucho más grandes que el cepillo de codo. En el cepillo de mesa la pieza sujeta a la mesa se mueve en línea recta contra una herramienta estacionaria de un solo filo.

### **3.3. Ajustes del cepillo**

Antes y durante las operaciones de cepillado es necesario realizar ciertos ajustes. Estos ajustes bien realizados nos ayudarán a incrementar la producción.

#### **Ajustes del carro**

Se deben hacer los ajustes en el carro, antes de maquinar la pieza. Primero se debe ajustar la longitud de la carrera. Esto se hace haciendo girar el árbol de desplazamiento del carro o selector de carrera. La mayor parte de los carros tienen una escala con un indicador para señalar la longitud de la carrera. Ésta se ajusta cuando el carro está en su posición extrema de regreso. Por lo

general se ajusta a una pulgada más de la longitud de la pieza que se va a maquinar.

### **Ajustes de la velocidad**

La velocidad de un cepillo es el número de carreras de corte que hace el carro en un minuto. La selección para el cepillo depende de lo siguiente:

- Tipo del material que se va a cortar
- Tipo de herramienta de corte
- Rigidez de la preparación y de la herramienta de maquinado
- Profundidad de corte
- Uso de fluidos de corte

### **Ajustes de avance**

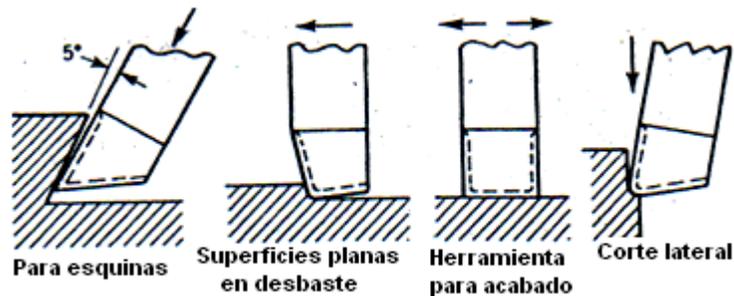
El avance en el cepillo es la distancia que recorre la pieza después de cada carrera de corte. Por lo general, el avance necesario depende de las mismas variables que determinan las velocidades de corte. Los avances del cepillo de codo horizontal se regulan mediante una biela de avance.

### **3.4. Útiles de cepillo**

Los útiles o cuchillas de cepillar se hacen principalmente de acero rápido, pero a veces están constituidos también a base de filos de metal duro.

La forma del filo de los utilices se elige de acuerdo con el trabajo de cepillado que se trate de realizar. Los útiles de cepillar se diferencian de los de torneear solamente en casos excepcionales.

Figura 54. Útiles del cepillo

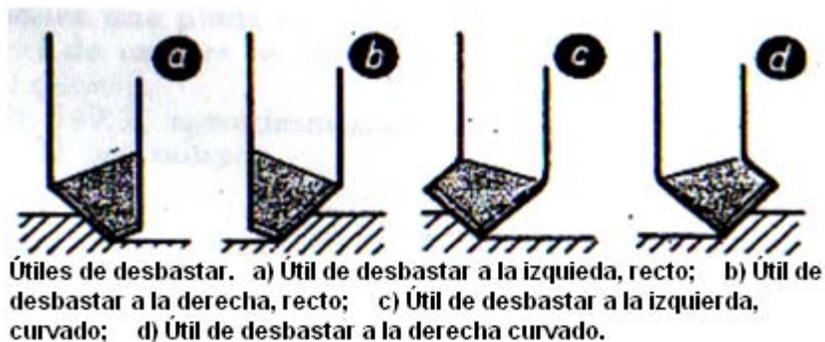


Fuente: KRAR S. F. *Entrenamiento en el Taller Mecánico*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971. p. 127.

### 3.4.1. Útiles de desbastar

Los útiles de desbastar son los que se utilizan para arrancar la mayor cantidad de viruta en el menor tiempo posible.

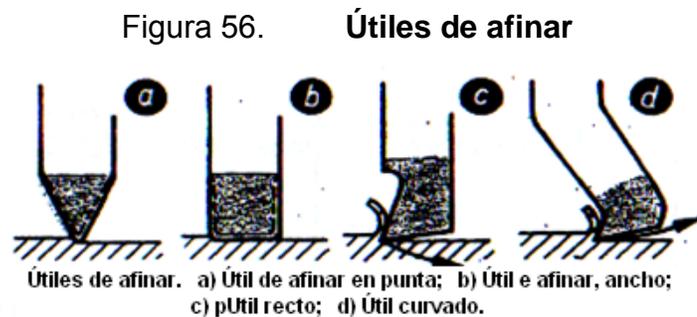
Figura 55. Útiles de desbastar



Fuente: KRAR S. F. *Entrenamiento en el Taller Mecánico*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971. p. 127. p. 127.

### 3.4.2. Útiles de afinar

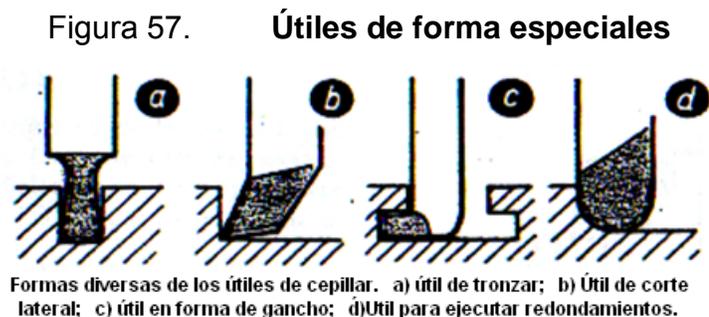
Los útiles de afinar son los que le dan a la superficie de la pieza de trabajo una apariencia limpia y por esta razón los filos son redondeados o planos. Un útil curvado hacia atrás se flexa separándose de la pieza al encontrar en esta un punto duro, no deteriorándose la superficie de la pieza de trabajo como ocurriría al clavarse en ella si el útil no tuviera esa curvatura hacia atrás.



Fuente: KRAR S. F. *Entrenamiento en el Taller Mecánico*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971. p. 127. p. 127.

### 3.4.3. Útiles de formas especiales

Los útiles de formas especiales son utilizados cuando se necesita mecanizar la pieza de trabajo de una forma variada.



Fuente: KRAR S. F. *Entrenamiento en el Taller Mecánico*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971. p. 127. p. 127.

### 3.5. Velocidad de corte

La velocidad de corte de los cepillos de codo horizontales se define como el promedio de la velocidad de la herramienta durante la carrera de corte.

La velocidad de retroceso de los cepillos de codo horizontales se define como el promedio de velocidad de la herramienta en la carrera de retroceso.

El número de dobles carreras a ajustar en el cepillo está dada por:

$$n_D = \frac{1000 \cdot v_m}{2 \cdot L} \quad v_m = \frac{2 \cdot L \cdot n_D}{1000}$$

Donde:

- $v_m$  = velocidad media de corte (m/min)
- $L$  = Recorrido total para una carrera (mm)
- $n_D$  = Número de dobles carreras a ajustar en el cepillo (1/min)

Tabla XIII. **Velocidades de corte recomendadas**

Material	Velocidades de corte recomendadas. (m/min)			
	Acero de alta velocidad		Carburo de hierro	
	Desbaste	Acabado	Desbaste	Acabado
Hierro vaciado	15-18	24-33	36-60	105-120
Semi acero *	12-15	19.5-27	42-48	75-90
Hierro maleable *	24.33	33-39	75-90	90-120
Acero vaciado *	13.5-18	21-27	45-54	60-75
Acero bajo carbono *	24-30	30-36	90-120	90-120
Acero alto carbono *	18-29	30	60	60
Acero inoxidable *	30.36	30-36	72-90	72-90
Latón +	60-90	60-90	180-300	180-300
Bronce *	35-45	45-54	100	300
Aluminio +	120	210	240	300

\* Lubricante de aceite soluble en agua.

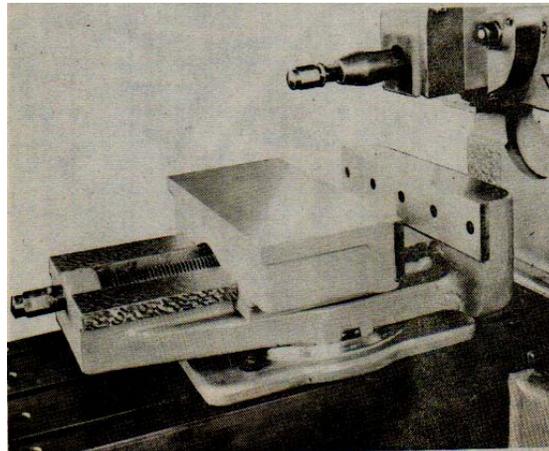
+ Lubricante de petróleo

Fuente: CHACÓN. *Tecnología mecánica 1*. 1ra ed. México: LIMUSA, 2004. p. 222.

### 3.6. Dispositivos de sujeción de la pieza

El método más común de sujeción de las piezas de trabajo en los cepillos es la prensa de sujeción para cepillo, que es un equipo normal en la mayoría de los cepillos. Este tipo de prensa se puede usar en una variedad de formas para sujetar las piezas de trabajo, ya sea escuadra o paralelas al viaje del carro.

Figura 58. Prensa de sujeción para cepillo



Fuente: KIBBE, Richard R. *Manual de Máquinas Herramientas*. 1ra ed. México: LIMUSA, Vol. 2, 1985. p. 316.

Ejecución:

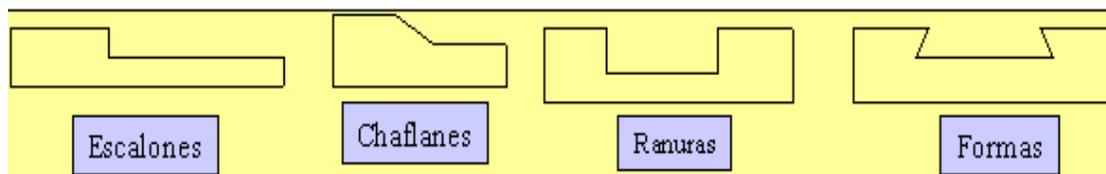
- a. Fije la prensa de sujeción para cepillo, en la mesa del mismo, por medio de tornillos y tuercas;
- b. Abra las mordazas de la prensa lo suficiente, para que puede pueda colocarse dentro de ellas la pieza a mecanizar, esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido anti horario;
- c. Introduzca la pieza entre las mordazas de la prensa, coloque la pieza en una posición conveniente para el mecanizado.

- d. Sujete la pieza, cerrando firmemente las mordazas, esto se logra haciendo gira el husillo con la manija en sentido horario.

### 3.7. Maquinado en el cepillo

El cepillo de codo horizontal es utilizado ampliamente en la industria para el maquinado de piezas de trabajo; tanto como para dar el acabado a las piezas previamente mecanizadas en el torno, como para el desbaste de las mismas. Además, los cepillos de codo horizontales son utilizados para la realización de escalones, chaflanes, ranuras, redondeamientos y otras formas especiales.

Figura 59. Maquinado en el cepillo



Fuente: [http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2\\_VIII.html](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2_VIII.html).

#### 3.7.1. Escalones

El escalonado es una operación de mecanizado que consiste en desbastar la pieza de trabajo con el fin de formar superficies desniveladas que forman ángulos rectos ( $90^\circ$ ) entre sí.

#### 3.7.2. Chaflanes

El achaflanado es una operación de mecanizado que consiste en desbastar la pieza de trabajo con el fin de formar superficies desniveladas que forman ángulos agudos (mayores a  $0^\circ$  y menores de  $90^\circ$ ) entre sí.

### **3.7.3. Ranuras**

El ranurado es una operación de mecanizado que consiste en desbastar la pieza de trabajo con el fin de formar superficies acanaladas largas y estrechas, de ángulos rectos (90°).

### **3.7.4. Redondeamientos**

El redondeamiento es una operación de mecanizado que consiste en devastar la pieza de trabajo con el fin de formar superficies curvas, utilizando un útil para ejecutar Redondeamientos.

## **3.8. Medidas de seguridad**

### **Protección personal**

- a. Para el cepillado se utilizarán gafas o pantallas de protección, sobre todo cuando se trabajen materiales duros, quebradizos o frágiles;
- b. Las virutas producidas en el cepillado, no deben retirarse con la mano;
- c. Para retirar las virutas sueltas debe utilizarse un cepillo o una escobilla;
- d. Para trabajar en el cepillo se debe llevar ropa ajustada, con las mangas por encima del codo. Si se llevan mangas largas, éstas deben ir bien ceñidas a las muñecas, mediante elásticos, y no ser holgadas;
- e. Se usará calzado de seguridad que proteja contra los cortes y pinchazos por virutas y contra la caída de piezas pesadas;

- f. En el cepillo no se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, ni cadenas al cuello, corbatas, bufandas, o cinturones sueltos;
- g. En los trabajos con cepillo es muy peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo un gorro o prenda similar. La barba larga, debe recogerse con una redecilla. En cualquier caso hay que tener cuidado en no acercarse a la cabeza;
- h. El empleo de guantes durante la operación de cepillado puede dar lugar a accidentes. Por lo tanto: no usar guantes mientras el cepillo esté en marcha.

### **Antes de cepillar**

- a. Revisar que la lubricación de la máquina sea normal antes de usarla, si no lubríquela;
- b. Antes de poner a funcionar la máquina verificar que todas las palancas de control estén en posición neutral;
- c. Verificar que todas las partes móviles del cepillo funcionen libremente;
- d. Asegurarse de que la pieza y la herramienta estén bien sujetas;
- e. Asegurarse de que la cuchilla pase por encima de la pieza antes de poner a funcionar la máquina.

### **Durante el cepillado**

- a. Mantenga las manos a distancia segura de las partes en movimiento;

- b. Nunca enfoque su atención con otra actividad mientras cepilla;
- c. Todas las operaciones de ajuste y comprobación deben de realizarse con el cepillo apagado. Especialmente en las siguientes operaciones:
  - Sujetar y soltar los útiles
  - Sujetar y soltar el material
  - Cambiar de posición la mesa de trabajo
  - Limpiar y engrasar
  - Limar la pieza
  - Medir
  - Comprobar el acabado
  - Situar el chorro del refrigerante
- d. No golpee ninguna parte del cepillo con objetos metálicos;
- e. Siempre que tenga que abandonar el puesto de trabajo deberá de apagar el cepillo y desconectarlo de la corriente;
- f. Nunca debe sujetar la pieza a cepillar con la mano, siempre debe de sujetar la pieza con prensa de sujeción para cepillo o con algún otro medio mecánico, para evitar que la pieza sea expulsada al cepillar.

### **3.9. Práctica No. 9: cepillado**

El cepillado es una operación que permite dar el acabado a las piezas previamente mecanizadas o mecanizar escalones, ranuras, chaflanes, etc. Por medio de una máquina herramienta llamada cepillo.

La práctica, cepillado, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para cepillar.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el cepillado.

Maquinaria y equipo:

Cepillo de codo horizontal, prensa de sujeción para cepillo, útiles para cepillo, llaves, calibrador Vernier y anteojos de protección.

#### **3.9.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de cepillado, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

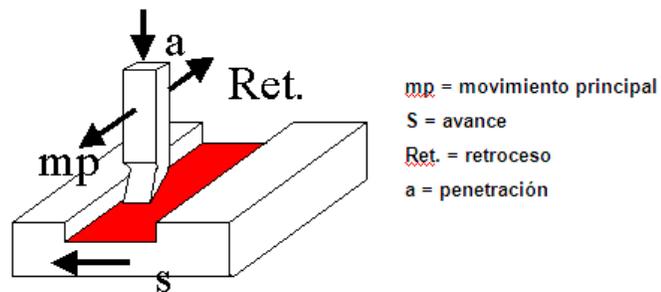
Instrucciones:

Realizar el acabado de las piezas previamente mecanizadas.

Ejecución:

- a. Sujetar la pieza a la prensa de sujeción para el cepillo;
- b. Fijar el útil en el portaherramientas;
- c. Ajustar la longitud de la carrera;
- d. Ajustar el número de dobles carreras del cepillo;
- e. Encender el cepillo;
- f. Cepillar la pieza.

Figura 60. **Cepillado**



Fuente: [http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2\\_VIII.html](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2_VIII.html).

### 3.10. Criterios de evaluación sugeridos para la práctica

Tabla XIV. Criterios de evaluación (cepillado)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL CEPILLADO	40%	
ACABADO DE LA PIEZA	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

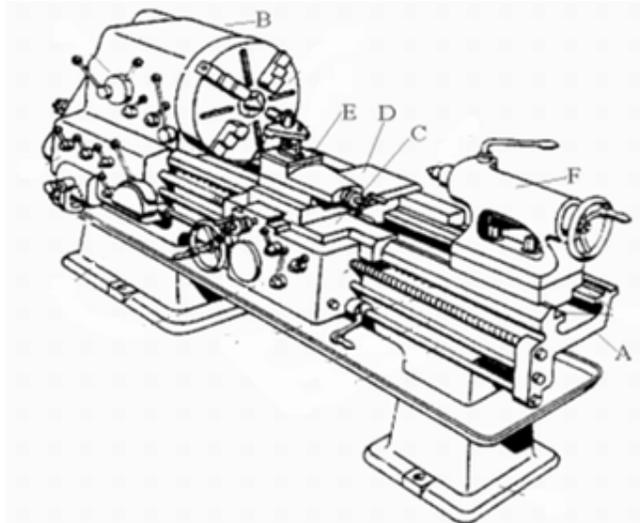
Fuente: elaboración propia.

## **4. EL TORNO**

El torno paralelo es una máquina herramienta utilizada para mecanizar piezas por revolución, arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Esta será apropiada al material a mecanizar, teniendo en cuenta que siempre será más dura y resistente que el material a mecanizar. Los movimientos necesarios para el arranque de viruta son: el movimiento de corte, el movimiento de avance y el movimiento de penetración. La diversidad de formas de las piezas de revolución se obtiene mediante distintos procedimientos de torneado, según las piezas que sean trabajadas exterior o interiormente. Las piezas cilíndricas se obtienen mediante torneado longitudinal o de cilindrado, las superficies planas mediante refrentado o torneado al aire, los conos mediante torneado cónico, las piezas perfiladas mediante torneado de forma, las roscas mediante roscado o tallado de rosca al torno.

#### 4.1. Partes principales del torno

Figura 61. Partes principales del torno



- A. La bancada: Es el bastidor de la máquina. Sobre ella se apoyan los dos cabezales (fijo y móvil), el carro portaherramientas y la luneta fija. Tiene en su parte superior las guías, sobre las cuales se desplaza el carro portaherramientas y el cabezal móvil.
- B. Cabezal fijo: Va montado sobre el extremo izquierdo de la bancada y permanece fijo en la máquina. Comprende el árbol principal ó husillo. Eje que tiene por objeto sostener el plato que soporta el cuerpo a mecanizar e imprime el movimiento de rotación continuo apropiado (movimiento principal).
- C. Carro principal de bancada: Soporta la herramienta de corte y se emplea para moverla a lo largo de la bancada en las operaciones de torneado. El carro consta de tres partes principales: el asiento, la palanca delantal y el cursor transversal. El asiento da soporte al carro transversal, el cual proporciona el movimiento transversal a la herramienta de corte.
- D. Carro de desplazamiento transversal: Este Carro cuenta con un movimiento transversal a eso debe su nombre.
- E. Carro superior portaherramientas: El carro portaherramientas lleva fija la herramienta de corte, de tal manera que si no se lo acciona dicha herramienta no tiene posibilidad alguna de accionamiento. Se apoya sobre la bancada en las guías de ésta por medio de contra guías y su movimiento de traslación será longitudinal y paralelo al eje de la bancada y/o husillo.
- F. Cabezal móvil: Para las operaciones de cilindrado en piezas largas se requiere este accesorio, pues es necesario contar con un apoyo adicional para disminuir la flexión originada por el propio peso de la pieza, como así también la originada por la acción de la herramienta. También es utilizado para las operaciones de agujereado, donde se requiere que la broca se desplace colonialmente con el eje de rotación de la pieza.

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

## **4.2. Tipos de torno**

### **Torno paralelo**

El torno paralelo es una de las máquinas herramientas más importantes que han existido. Lo característico de este tipo de torno es que se pueden realizar todo tipo de tareas propias del torneado, como taladrado, cilindrado, mandrinado, refrentado, roscado, conos, ranurado, escariado, moleteado, etc.; mediante diferentes tipos de herramientas y útiles intercambiables.

### **Torno vertical**

La característica principal de estos tornos es que, al estar proyectados para piezas de grandes dimensiones y mucho peso, el plato se dispone a ras del suelo, accionado por un eje vertical.

### **Torno al aire**

La aplicación de los tornos al aire en el mecanizado de piezas consiste principalmente en trabajar piezas de gran diámetro y poca longitud; como lo indica su misma denominación, las piezas se montan al aire, es decir, no suelen apoyarse en la contrapunta, sólo que en este caso, al igual que en el torno paralelo, el eje de trabajo es horizontal y la pieza queda colgada al aire.

### **Torno copiador**

Los tornos copiadores permiten obtener, económicamente, piezas de bastante tamaño en pequeñas series, reproduciendo una pieza previamente hecha (pieza patrón). También suele emplearse una plantilla. Un palpador muy

sensible va siguiendo el contorno de la pieza patrón al avanzar el carro principal y transmite su movimiento por un mecanismo hidráulico o magnético a un carro que lleva un movimiento independiente del husillo transversal.

### **Torno revolver**

Diseñado para mecanizar piezas en serie porque pueden trabajar varias herramientas en forma simultánea para bajar el tiempo total de mecanizado. No tienen contrapunta y su característica principal es un carro con una torreta giratoria (donde se insertan las distintas herramientas) de forma hexagonal que ataca frontalmente la pieza a mecanizar. Es más rápido y preciso que el torno paralelo y es adecuado especialmente para el trabajo en serie.

### **Torno automático**

Son tornos que debido a su especial funcionamiento permiten realizar todo el ciclo de mecanizado, incluso la aportación de nuevo material para la pieza siguiente sin intervención del operario.

Los tornos automáticos son máquinas destinadas a trabajos en grandes series, y tienen por fin reducir, no solo el tiempo sino también el coste de la mano de obra.

### **Torno de control numérico computarizado (CNC)**

Es un tipo de máquina herramienta de la familia de los tornos que actúa guiado por una computadora que ejecuta programas controlados por medio de datos alfa-numéricos, teniendo en cuenta los ejes cartesianos X,Y,Z. Se

caracteriza por ser una máquina herramienta muy eficaz para mecanizar piezas de revolución. Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque los valores tecnológicos del mecanizado están guiados por el ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un *software* que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno.

### **4.3. Mantenimiento básico del torno**

El torno, al igual que todas las máquinas herramientas, necesita de un mantenimiento básico preventivo, para prolongar su vida útil, para ello es indispensable la lubricación periódica de sus componentes, con la frecuencia y el tipo de aceite que especifica el fabricante del mismo.

Es muy importante que antes de utilizar el torno se revisen sus niveles de aceite y lubricar las partes que recomienda el fabricante lubricar diaria y periódicamente.

Los manuales de especificaciones técnicas de las máquinas herramientas describen el tipo de aceite a utilizar, así como las partes que deben lubricarse y la frecuencia con que debe de hacerse dicha lubricación. Es de suma importancia para la realización del mantenimiento del torno, siempre realizarlo basándose en las especificaciones técnicas del fabricante, para lograr los resultados deseados y prolongar la vida útil de la máquina herramienta.

Figura 62. **Lubricante**

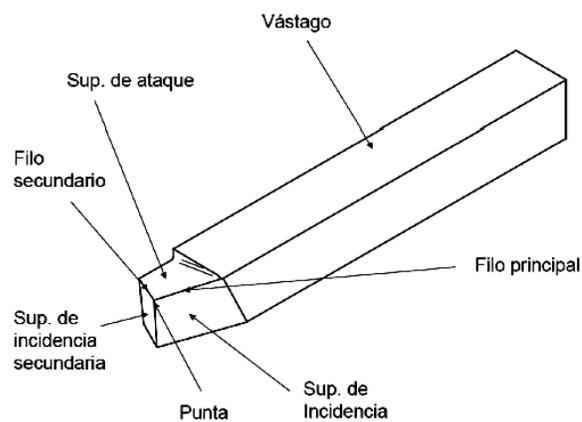


Fuente: <http://www.quimifer.com.ar/catalogo%20lubricacion.htm>.

#### 4.4. **Herramientas de Corte**

Los buriles o herramientas de corte, se hacen principalmente de acero rápido, pero a veces están constituidos también a base de filos de metal duro.

Figura 63. **Partes del buril**

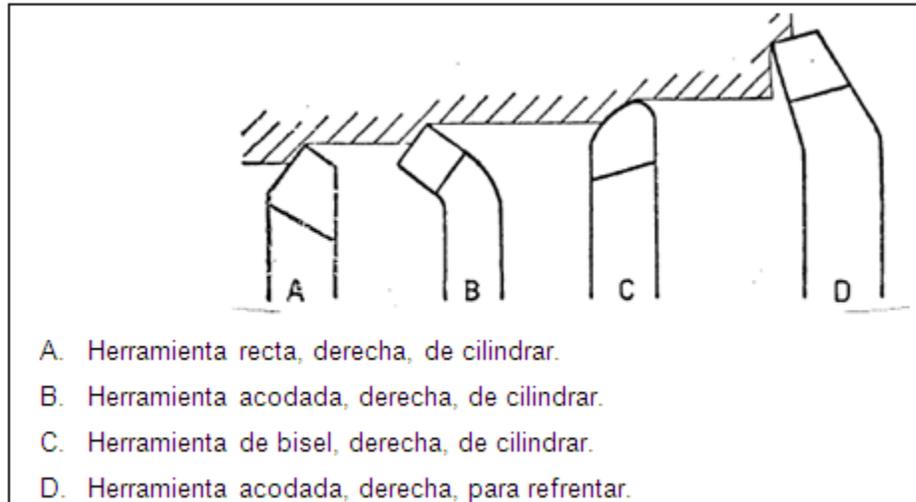


Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

La forma del filo de los buriles se elige de acuerdo con el trabajo de torneado que se trate de realizar.

## Formas de herramientas para el torneado de desbaste

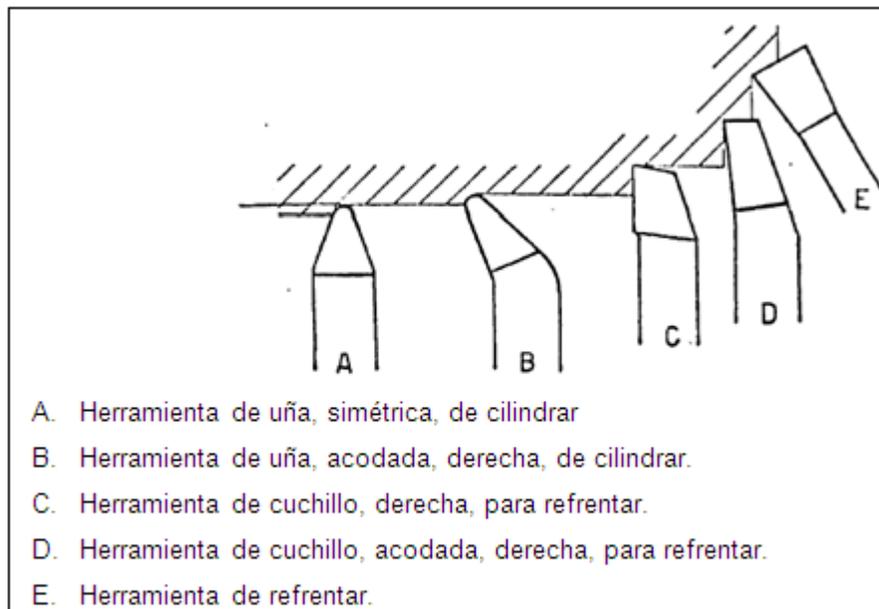
Figura 64. **Buriles para desbaste**



Fuente: <http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>.

## Formas de herramientas para el torneado de acabado

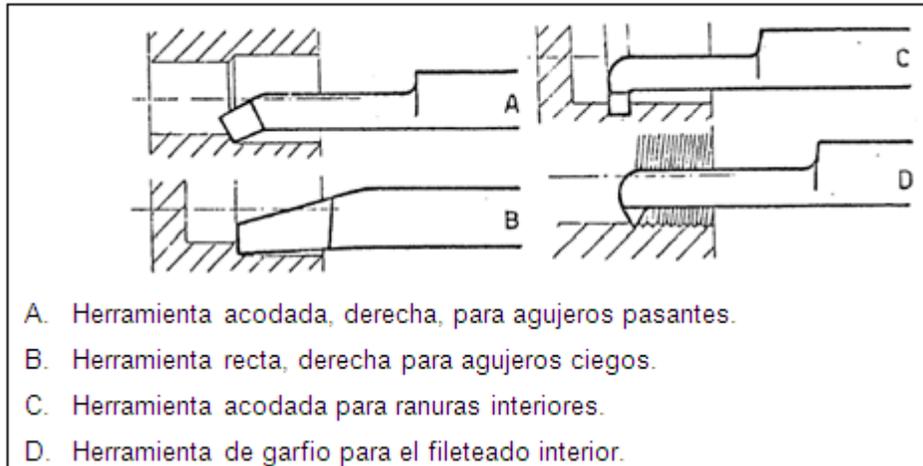
Figura 65. **Buriles para acabado**



Fuente: <http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>.

## Formas de herramientas para el torneado interior

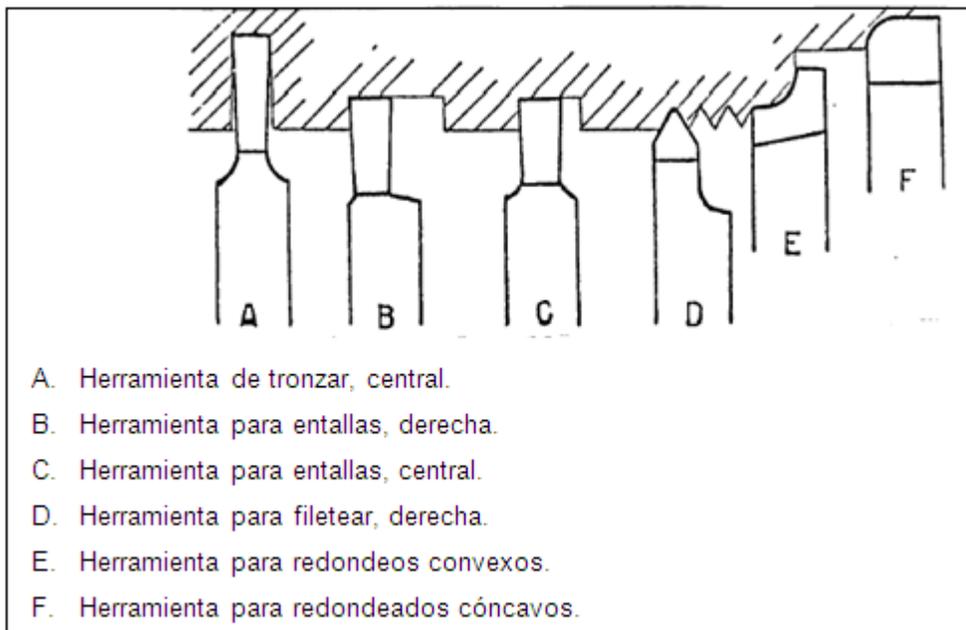
Figura 66. **Buriles para torneado interior**



Fuente: <http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>.

## Diversas formas de herramientas de torno

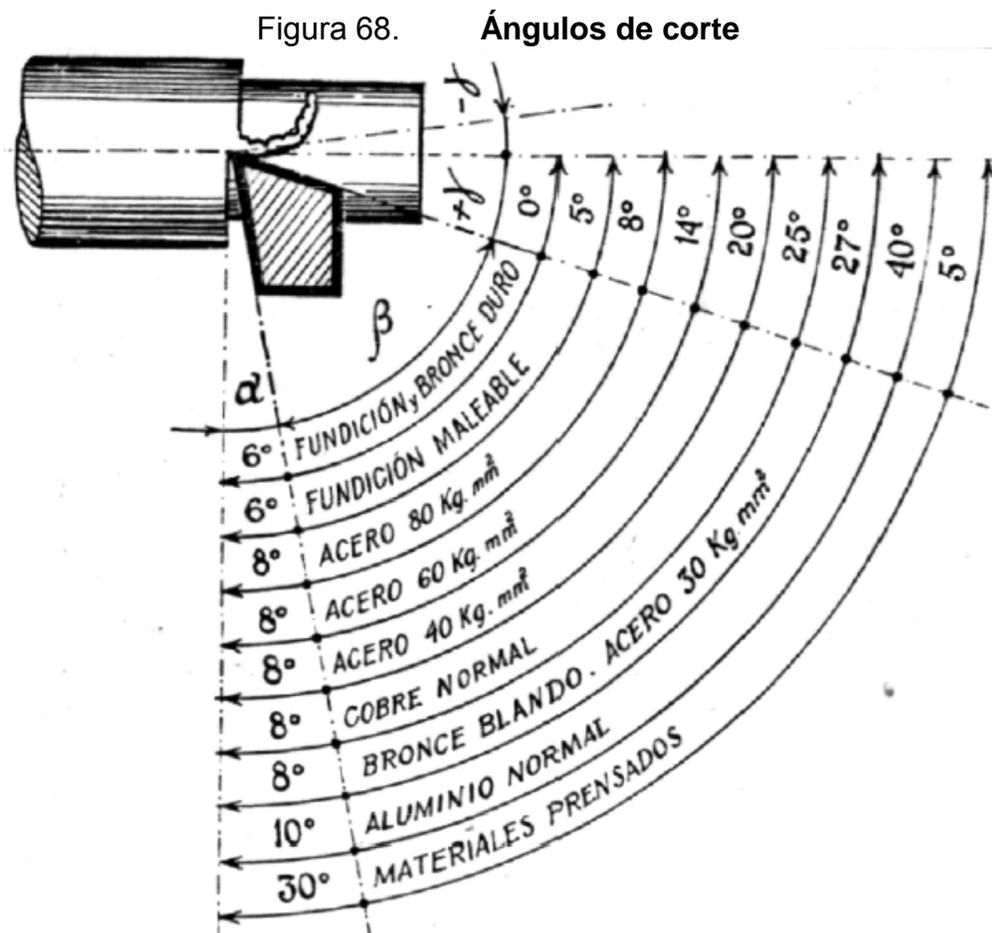
Figura 67. **Buriles de diversas formas**



Fuente: <http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>.

#### 4.4.1. Ángulos de corte

- Ángulo de filo  $\beta$ : Un ángulo más agudo tiene mejor penetración pero es menos resistente con materiales más duros y además evacua menos calor.
- Ángulo de incidencia  $\alpha$ : Disminuye la fricción entre la superficie de incidencia y la de corte.
- Ángulo de ataque  $\gamma$ : Cuanto más grande es, facilita el arranque de viruta. Tener en cuenta que  $\beta + \alpha + \gamma = 90^\circ$  y si se modifica uno, se modifican los demás.



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

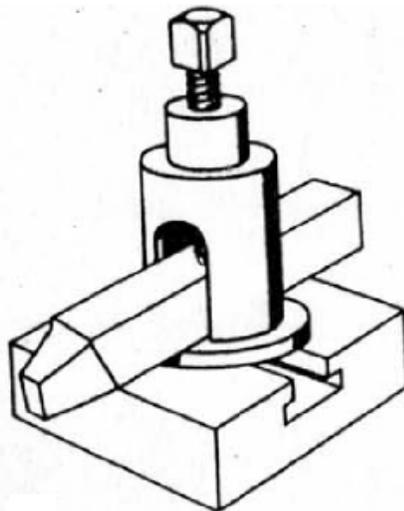
#### 4.4.2. Sujeción de los útiles

La sujeción de los útiles o herramientas de corte en el torno paralelo, se realiza fijando el útil en el carro superior portaherramientas, con ayuda de la llave correspondiente, tomando en cuenta que el filo cortante del útil debe coincidir con el centro de la pieza a tornearse. Para colocar el útil a la altura exacta se procura que el filo cortante corresponda al vértice de una de las dos puntas del torno. Esto a fin de obtener un perfil exacto, particularmente en el torneado cónico, en el roscado y en las herramientas de forma.

Colocar el filo por encima del centro de la pieza, disminuye el ángulo de incidencia y aumenta el ángulo de ataque, la herramienta cortará mejor ciertamente pero hay peligro de rozar sobre la superficie de incidencia.

Colocar el filo por debajo del centro de la pieza. Aumenta el ángulo de incidencia, a la par que disminuye el ángulo de ataque. En consecuencia, la viruta se desprenderá con dificultad y la herramienta de corte correrá peligro de rotura.

Figura 69. **Sujeción de útiles**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### **4.5. Operaciones de maquinado en el torno**

El torno paralelo es utilizado ampliamente en la industria para el maquinado de piezas de trabajo, como para el desbaste de las mismas. Además, el torno paralelo es utilizado para la realización de cilindrado, refrentado, torneado cónico, taladrado, segado, roscado, moleteado y otras formas especiales.

##### **4.5.1. Montaje del material en el porta piezas**

El montaje del material en el porta piezas del torno paralelo, se realiza fijando el material en el mandril universal de tres mordazas, con ayuda de la llave correspondiente.

El mandril universal, es el medio más rápido de montar una pieza en el torno, ya que por sí solo hace que la pieza se centre.

Figura 70. **Mandril universal de tres mordazas**

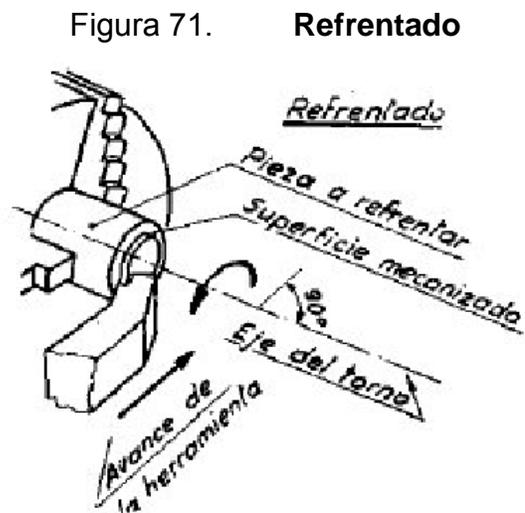


Fuente: [http://www.mercadolibre.com.ve/jm/img?s=MLV&f=24945132\\_3423.jpg&v=E](http://www.mercadolibre.com.ve/jm/img?s=MLV&f=24945132_3423.jpg&v=E).

#### 4.5.2. Refrentado

Es una operación que consiste en hacer una superficie plana perpendicular al eje del torno a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte.

Para poder efectuar esta operación, la herramienta se ha de colocar en un ángulo aproximado de  $60^\circ$  respecto al porta herramientas. De lo contrario, debido a la excesiva superficie de contacto la punta de la herramienta correrá el riesgo de sobrecalentarse.



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

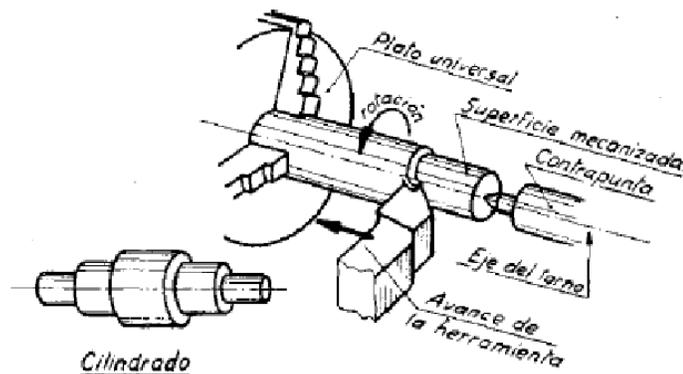
#### 4.5.3. Cilindrado

Es una operación que consiste en dar forma cilíndrica a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte.

Para poder efectuar esta operación, la herramienta y el carro transversal se han de situar de forma que ambos formen un ángulo de  $90^\circ$  (perpendicular),

y éste último se desplaza en paralelo a la pieza en su movimiento de avance. Esto es así por el hecho de que por el ángulo que suele tener la herramienta de corte, uno diferente de  $90^\circ$  provocará una mayor superficie de contacto entre ésta y la pieza, provocando un mayor calentamiento y desgaste.

Figura 72. **Cilindrado**

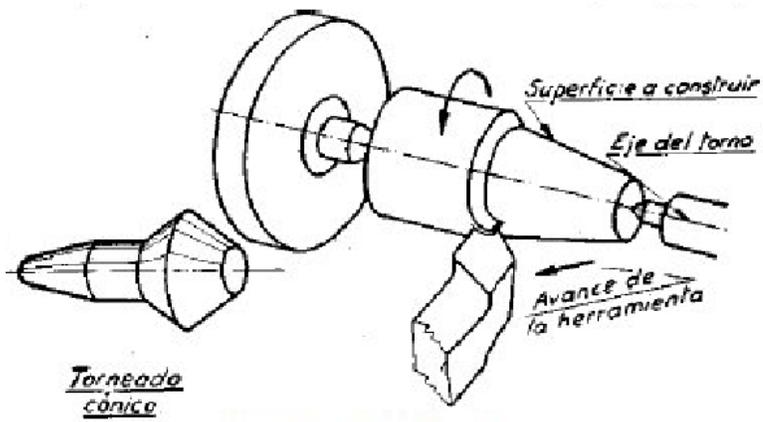


Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### 4.5.4. **Torneado cónico**

Es una operación que consiste en dar forma cónica a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte.

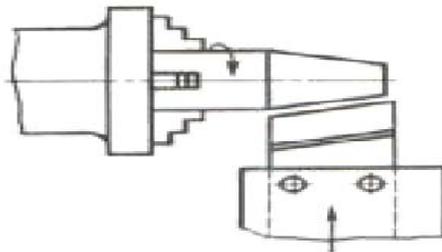
Figura 73. **Torneado cónico**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

Al maquinar árboles, con frecuencia nos encontramos con transiciones de forma cónica entre las superficies a trabajar. Si la longitud del cono no supera los 50 mm, éste se puede tornearse con una cuchilla ancha (fig. 74). El ángulo de ataque del filo de la cuchilla ha de corresponder al de inclinación del cono de la pieza que se desea mecanizar. A la cuchilla se le comunica un avance en dirección transversal o longitudinal.

Figura 74. **Ángulo de ataque**



Fuente: <http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/816.htm>.

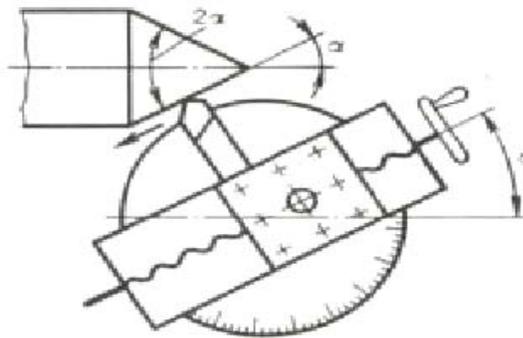
Para disminuir la alteración de la generatriz de la superficie cónica y reducir la desviación del ángulo de inclinación del cono hay que colocar el filo de la cuchilla a la altura del eje de rotación de la pieza que se desea trabajar.

Debe tomarse en consideración que durante el maquinado del cono con una cuchilla, cuyo filo tiene una longitud superior a 15 mm, pueden surgir vibraciones de un nivel tanto más alto, cuanto más grandes sean la longitud de la pieza que se trabaja, menor es su diámetro y el ángulo de inclinación del cono, más cerca esté ubicado el cono hacia la mitad de la pieza, mayor será la salida de la cuchilla y menor la solidez de su fijación. A consecuencia de las vibraciones, en la superficie que se mecaniza surgen huellas y empeora su calidad. Al tornearse piezas rígidas con una cuchilla ancha, pueden no producirse vibraciones, pero en este caso resulta posible el desplazamiento de la cuchilla bajo la acción de la componente radial de la fuerza cortante, lo cual altera el

ajuste de la cuchilla para el ángulo requerido de inclinación. El desplazamiento de la cuchilla depende del régimen de mecanizado y de la dirección del avance.

Las superficies cónicas con inclinaciones grandes pueden mecanizarse girando el carrillo superior del carro con el portaherramientas (fig. 75) a un ángulo  $\alpha$  igual al de inclinación del cono que se elabora. El avance de la cuchilla se opera a mano (mediante la manivela de desplazamiento del carrillo superior), lo cual es un defecto de este procedimiento, puesto que la irregularidad del avance manual conduce al aumento de la rugosidad en la superficie labrada. De acuerdo con el procedimiento indicado se mecanizan las superficies cónicas, cuya longitud es conmensurable con la de la carrera del carrillo superior.

Figura 75. **Avance de la cuchilla**

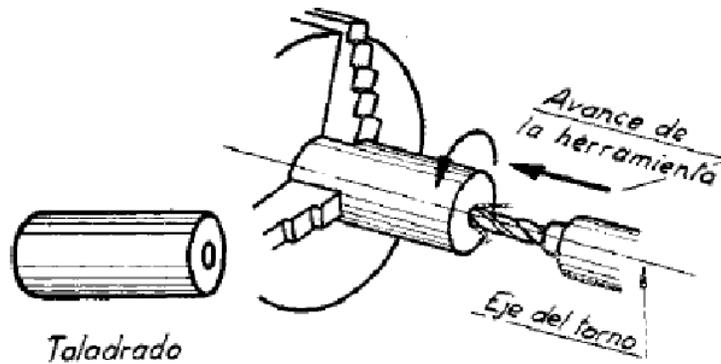


Fuente: <http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/816.htm>.

#### 4.5.5. Taladrado

Es una operación que consiste en realizar agujeros a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte. Para esta tarea se utilizan brocas normales, que se sujetan en el contrapunto en un porta brocas o directamente en el alojamiento del contrapunto si el diámetro es grande. Las condiciones tecnológicas del taladrado son las normales de acuerdo con las características del material y tipo de broca que se utilice.

Figura 76. **Taladrado**

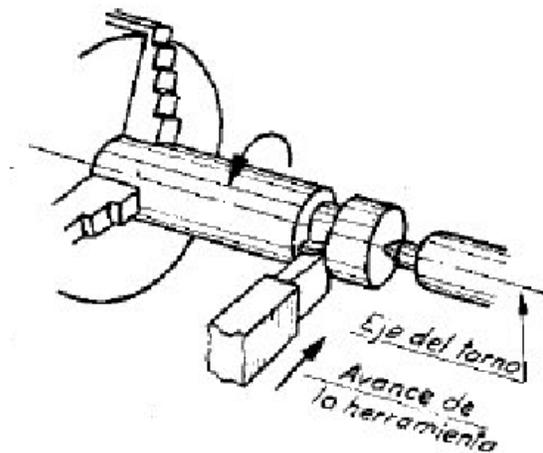


Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### 4.5.6. **Segado o Tronzado**

Es una operación que consiste en crear ranuras, hasta partir en dos un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte. Esta operación suele realizarse cuando se mecanizan piezas de pequeño tamaño desde una barra larga de material, en este caso se coloca una barra de material en el plato del torno mecanizando la parte que sobresale del plato, una vez acabada se corta, separándola, avanzando después la barra para mecanizar otra pieza.

Figura 77. **Segado o tronzado**



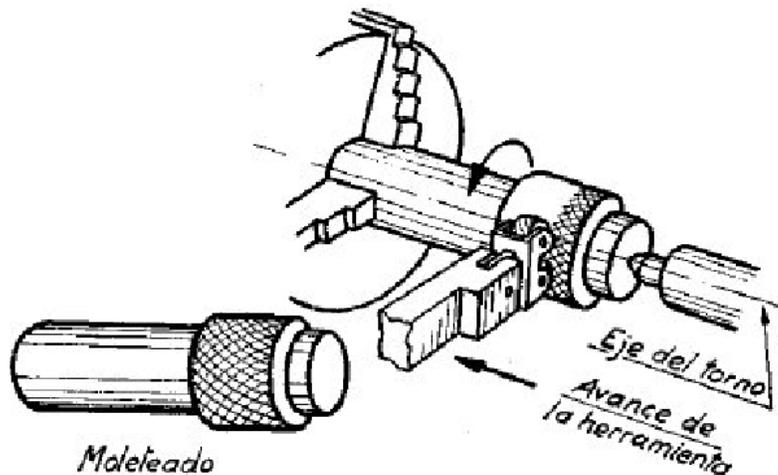
Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### 4.5.7. Moleteado

Es una operación que consiste en modificar la superficie lisa, en una superficie granulada, a un material en rotación, por la acción de una herramienta especial. Puede realizarse por deformación, extrusión o por corte, este último de mayor profundidad y mejor acabado. La norma DIN 82 regula los diferentes tipos de mecanizado que se pueden efectuar.

Es un proceso de conformado en frío del material mediante unas moletas que presionan la pieza mientras da vueltas. Dicha deformación genera un incremento del diámetro inicial de la pieza.

Figura 78. **Moleteado**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### 4.5.8. Roscado

Es una operación que consiste en realizar surcos que tenga siempre la misma distancia entre cada una de las espiras, a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte.

Para efectuar un roscado con herramienta hay que tener en cuenta lo siguiente:

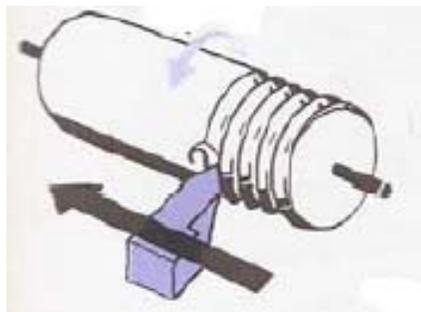
- Las roscas pueden ser exteriores (tornillos) o bien interiores (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.
- Los elementos que figuran en la tabla son los que hay que tener en cuenta a la hora de realizar una rosca en un torno:

Tabla XV. **Partes del tornillo**

	<b>Rosca exterior o macho</b>	<b>Rosca interior o hembra</b>
1	Fondo o base	Cresta o vértice
2	Cresta o vértice	Fondo o base
3	Flanco	Flanco
4	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro
5	Diámetro exterior	Diámetro interior
6	Profundidad de la rosca	
7	Paso	

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tornillo\\_\(rosca\\_definiciones\).png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tornillo_(rosca_definiciones).png).

Figura 79. **Roscado**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/25135414/Torno-Paralelo>.

#### **4.6. Medidas de seguridad**

##### **Protección personal**

- a. Para el torneado se utilizarán gafas o pantallas de protección, sobre todo cuando se trabajen materiales duros, quebradizos o frágiles;
- b. Las virutas producidas en el torneado, no deben retirarse con la mano;
- c. Para retirar las virutas sueltas debe utilizarse un cepillo o una escobilla;
- d. Para trabajar en el torno se debe llevar ropa ajustada, con las mangas por encima del codo. Si se llevan mangas largas, éstas deben ir bien ceñidas a las muñecas, mediante elásticos, y no ser holgadas;
- e. Se usará calzado de seguridad que proteja contra los cortes y pinchazos por virutas y contra la caída de piezas pesadas;
- f. En el torno no se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, ni cadenas al cuello, corbatas, bufandas, o cinturones sueltos;
- g. En los trabajos con torno es muy peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo un gorro o prenda similar. La barba larga, debe recogerse con una redecilla. En cualquier caso hay que tener cuidado en no acercar la cabeza al eje que gira;
- h. El empleo de guantes durante la operación de torneado puede dar lugar a accidentes. Por lo tanto: no usar guantes mientras el torno esté en marcha.

### **Antes de tornear**

- a. Verifique que la lubricación de la máquina sea la correcta antes de empezar a trabajar;
- b. Verifique que las manivelas de sus movimientos automáticos estén desconectados;
- c. Verifique que el montaje de la pieza es correcto y que esta firmemente sujeta antes de hacer funcionar el torno;
- d. Verifique que el útil este firme y correctamente sujeto al portaherramientas antes de hacer funcionar el torno.

### **Durante el torneado**

- a. Mantener las manos alejadas de la pieza en movimiento;
- b. Nunca enfoque su atención con otra actividad mientras tornea;
- c. Todas las operaciones de ajuste y comprobación deben de realizarse con el torno apagado;
- d. No golpe ninguna parte del torno con objetos metálicos.

#### **4.7. Práctica No. 10 y No. 11: torneado**

El torneado es una operación que permite mecanizar piezas, a fin de refrentar, cilindrar, cortar, taladrar, roscar, moletear, etc. Por medio de una máquina herramienta llamada torno.

La práctica, torneado, se realizará en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, ubicado en la Escuela de Ingeniería Mecánica (T-7), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos teóricos previamente adquiridos.
- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para tornear.
- Adquirir habilidades para ejecutar de manera correcta el torneado.

Maquinaria y equipo:

Torno paralelo, útiles para torno, llaves, calibrador Vernier y anteojos de protección.

##### **4.7.1. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la práctica de torneado, son proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

## **Cilindrado**

### Instrucciones:

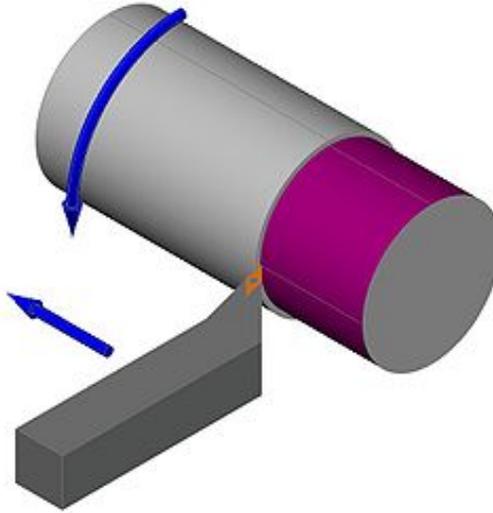
Realizar el cilindrado de las piezas según especificaciones.

### Ejecución:

- a. Sujetar la pieza al mandril universal de tres mordazas;
  - Dejar fuera de las mordazas del mandril una longitud de material mayor que la parte a cilindrar.
  
- b. Fijar el útil en el portaherramientas;
  - Dejar la punta de la herramienta para afuera lo suficiente para que el portaherramientas no tope en nada.
  
- c. Marcar la longitud a cilindrar sobre el material;
  - Poner el torno en marcha y haga la marca de referencia, con la punta de la herramienta.
  
- d. Poner en marcha el torno;
  - Aproximar la herramienta hasta ponerla en contacto con el material.
  - Trasladar la herramienta hacia la derecha, fuera del material.
  
- e. Proceder a torneear la pieza;

- Tornear, completando la pasada hasta la marca que determina el largo del cilindrado.

Figura 80. **Práctica de cilindrado**



Fuente: <http://www.territorioscuola.com/wikipedia/es.wikipedia.php?title=Cilindrado>.

## **Refrentado**

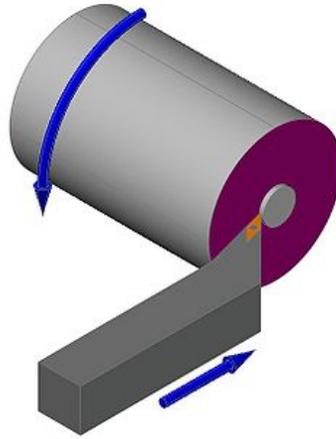
### Instrucciones:

Realizar el refrentado de las piezas según especificaciones.

### Ejecución:

- a. Sujetar la pieza al mandril universal de tres mordazas.
  - Dejar fuera del mandril una longitud menor o igual a 3 diámetros del material.
  
- b. Fijar el útil en el portaherramientas.
  - La distancia de la herramienta deberá ser la menor posible.
  
- c. Aproximar la herramienta a la pieza desplazando el carro principal y fíjelo.
  
- d. Poner en marcha el torno.
  - Desplazar la herramienta hasta el centro del material.
  
- e. Proceder a torneear la pieza.
  - Hacer penetrar la herramienta aproximadamente 0.2 mm y desplace la herramienta lentamente hacia la periferia del material o de ser necesario retirar mucho material en la cara, el refrentado se realiza desde la periferia hacia el centro.

Figura 81. **Práctica de refrentado**



Fuente: <http://www.territorioscuola.com/wikipedia/es.wikipedia.php?title=Refrentado>.

## Torneado cónico

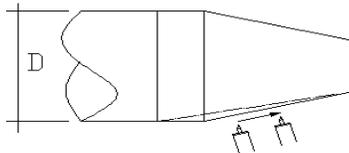
### Instrucciones:

Realizar el torneado cónico de las piezas según especificaciones.

### Ejecución:

- a. Tornear cilíndricamente el material, dejándolo con diámetro mayor al del cono.

Figura 82. **Torneado cilíndrico**

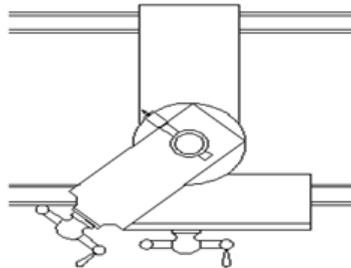


Fuente: Ing. Gustavo Adolfo Reyes Reyes.

- b. Incline el carro porta herramientas.

- Afloje los tornillos de la base
- Gire el carro portaherramientas en el ángulo deseado
- Apriete los tornillos de la base

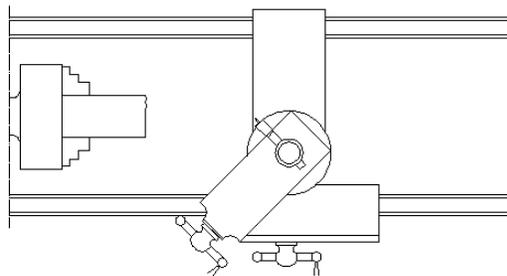
Figura 83. **Portaherramientas inclinado**



Fuente: Ing. Gustavo Adolfo Reyes Reyes.

- c. Corrija la posición de la herramienta.
- La herramienta tiene que estar a la altura del centro y perpendicular a la generatriz del cono.

Figura 84. **Posición del portaherramientas**



Fuente: Ing. Gustavo Adolfo Reyes Reyes.

- d. Coloque el carro principal en posición a torneear el cono.
- Gire la manivela del carro portaherramientas desplazándolo totalmente hacia el frente.
  - Desplace al carro principal hacia la izquierda hasta que la punta de la herramienta sobrepase 5mm., aproximadamente, a la longitud del cono.
- e. Ponga el torno en funcionamiento.
- Inicie el torneado por el extremo del material, con pasada suave, girando la manivela del carro portaherramientas lentamente.

Figura 85. **Práctica de torneado cónico**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=H1InN8DgzX8&feature=related>.

## **Taladrado**

Instrucciones:

Realice el taladrado de las piezas según especificaciones.

Ejecución:

- a. Sujete la pieza al mandril universal de tres mordaza
- b. Fije la broca para centrar en el portabrocas y luego fije el portabrocas al cabezal móvil
- c. Aproxime el cabezal móvil al material a taladrar
- d. Ponga en marcha el torno.
  - Aproxime la broca para centrar hasta ponerla en contacto con el material y realice una pequeña muesca en el centro de la pieza.
- e. Aleje el cabezal móvil
- f. Retire la broca para central del porta brocas
- g. Fije la broca en el cabezal móvil.
  - Coloque la broca en un portabrocas en el caso de que sea de diámetro reducido.
  - Coloque la broca directamente en el cabezal móvil en caso de que sea de gran diámetro.

- h. Aproxime el cabezal móvil al material a taladrar
- i. Ponga en marcha el torno
- j. Aproxime la broca hasta ponerla en contacto con el material
- k. Proceda a perforar la pieza.
  - Taladre, hasta obtener el diámetro y profundidad deseada.

Para obtener diámetros grandes, debe de comenzar realizando perforaciones con brocas de diámetros más pequeños y aumentar el tamaño del diámetro de la broca hasta obtener el diámetro deseado. Esto se hace para evitar que la broca se fracture.

Figura 86. **Práctica de taladrado en el torno**



Fuente: <http://carlostephan.eresmas.net/culata.htm>.

## **Segado o tronzado**

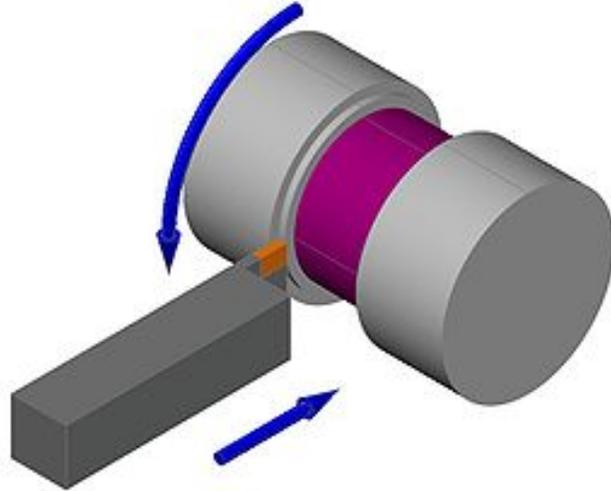
Instrucciones:

Realice el tronzado de las piezas según especificaciones.

Ejecución:

- a. Sujete la pieza al mandril universal de tres mordazas
- b. Fije el útil en el portaherramientas.
  - Deje la punta de la herramienta para afuera lo suficiente para que el portaherramientas no tope en nada.
- c. Marque el segmento a tronzar sobre el material.
  - Ponga el torno en marcha y haga la marca de referencia, con la punta de la herramienta.
- d. Ponga en marcha el torno.
  - Aproxime la herramienta hasta ponerla en contacto con el material.
- e. Proceda a torneear la pieza.
  - Tornee, desplazando la herramienta hacia el centro del material.

Figura 87. **Práctica de tronzado**



Fuente: Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bf/Quer-Rund-Drehen.jpg/260px-Quer-Rund-Drehen.jpg>.

## **Moleteado**

### Instrucciones:

Realice el moleteado de las piezas según especificaciones.

### Ejecución:

- a. Sujete la pieza al mandril universal de tres mordazas.
  - Deje fuera de las mordazas del mandril una longitud de material mayor que la parte a moletear.
  
- b. Fije el útil en el portaherramientas.
  - Deje la punta de la herramienta para afuera lo suficiente para que el portaherramientas no tope en nada.
  
- c. Marque la longitud a moletear sobre el material
  
- d. Ponga en marcha el torno.
  - Aproxime la herramienta hasta ponerla en contacto con el material.
  - Traslade la herramienta hacia la derecha, fuera del material.
  
- e. Proceda a torneear la pieza.
  - Tornee, completando la pasada hasta la marca que determina el largo del moleteado.

Figura 88. **Práctica de moleteado**



Fuente: [http://www.pisotones.com/Puente\\_Nashville/laton.htm](http://www.pisotones.com/Puente_Nashville/laton.htm).

#### 4.8. **Criterios de evaluación sugeridos para la práctica**

Tabla XVI. **Criterios de evaluación (Torneado)**

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>NOTA</b>
PUNTUALIDAD	10%	
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	20%	
EJECUCIÓN DEL TORNEADO	40%	
ACABADO DE LA PIEZA	20%	
LIMPIEZA Y ORDEN	10%	
TOTAL	100%	

Fuente: elaboración propia.

## **5. PROYECTO FINAL**

Realice el ensamblaje de cada una de las piezas previamente mecanizadas, en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a fin de obtener el objetivo deseado. Además, debe presentar un informe escrito con las especificaciones dadas en la sección 5.6 Contenido del informe final.

### **5.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto tiene como función constituirse en medio que mejore la calidad de la formación de los estudiantes que cursan el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1. Teniendo como finalidad principal que los estudiantes obtengan los conocimientos y habilidades necesarias para la correcta utilización de los instrumentos, herramientas y máquinas herramientas con las que cuenta el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala; así como la aplicación de medidas de seguridad.

### **5.2. Materiales a utilizar**

Los materiales que se utilizarán en la elaboración del proyecto final, serán proporcionados por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor.

### **5.3. Herramientas y máquinas herramientas a utilizar**

Para la elaboración de este proyecto se utilizarán: un Vernier, un micrómetro, una prensa de banco, una sierra, limas, machuelos, terrajas, esmeril, un taladro vertical, un cepillo de codo horizontal y torno paralelo.

### **5.4. Instrucciones y diagramas del proyecto**

Las instrucciones y diagramas del proyecto que se utilizarán en la elaboración del proyecto final, son proporcionadas por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, pudiendo variar según lo crea conveniente el instructor. En las instrucciones se describe brevemente el tipo de operación requerida para el mecanizado de la pieza y los diagramas muestran gráficamente el resultado deseado con sus respectivas medidas.

### **5.5. Ensamblado de las piezas trabajadas**

Realice el ensamblado de todas las piezas previamente mecanizadas, siguiendo las instrucciones y diagramas proporcionadas por el instructor del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1.

### **5.6. Contenido del informe del proyecto final**

En el contenido del informe del proyecto final del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, el estudiante debe colocar los datos relativos a la investigación teórica, así como los datos referentes a lo aprendido en la realización de la práctica.

### **5.6.1. Introducción y objetivos**

La introducción pretende ubicarnos en la idea central del proyecto final, la cual nos da un esbozo de lo que pretendemos demostrar en el interior del contenido. Los objetivos son los alcances que se pretenden obtener con la realización del proyecto final.

### **5.6.2. Marco teórico**

El trabajo de investigación del proyecto final debe sustentarse con referencia teórica, la cual se debe encontrar en fuentes de consulta como libros, *Internet* o algunos manuales relacionados con el tema.

### **5.6.3. Materiales utilizados**

Realice una lista de los diferentes tipos de materiales utilizados para la realización del proyecto final.

### **5.6.4. Instrucciones y diagrama**

Adjunte las instrucciones y diagramas que utilizó para la realización del proyecto final del Laboratorio de Procesos de Manufactura 1.

### **5.6.5. Conclusiones**

Luego de finalizar, las conclusiones deben contener la síntesis del proyecto final y deben vincularse a los objetivos.

### **5.6.6. Bibliografía**

Citar las referencias teóricas, consultadas para la realización del proyecto final, las cuales pueden ser libros, *Internet* o manuales.

## CONCLUSIONES

1. La realización del trabajo de graduación permitió establecer un documento en el cual se describen e ilustran las prácticas que se realizan en el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1.
2. Se desarrollaron distintas prácticas con sus respectivas descripciones, ilustraciones y pasos a seguir, para que el estudiante pueda utilizar las herramientas y máquinas herramienta de una manera eficiente.
3. Las definiciones, conceptos, partes, tipos, accesorios y medidas de seguridad descritas en cada una de las prácticas son fundamentos teóricos y prácticos indispensables, desarrollados para mejorar el proceso de aprendizaje del estudiante.
4. Las prácticas cuentan con la descripción de los materiales, procedimientos, instrucciones, pasos a seguir e ilustraciones, para que el estudiante pueda llevar a cabo cada una de las prácticas.
5. Deben lubricarse las partes de las máquinas herramienta tomando en cuenta las especificaciones indicadas en este trabajo de graduación, para prolongar la vida útil de las mismas.



## RECOMENDACIONES

1. Revisar las máquinas herramienta antes y después de trabajar, con el fin que no sufra averías y reciban el mantenimiento adecuado oportunamente.
2. Mantener el área de trabajo limpia y despejada para evitar accidentes.
3. Desarrollar una guía de normas de seguridad que el estudiante siga dentro de las instalaciones donde se realizarán las prácticas, para evitar accidentes.
4. Suministrar equipo de laboratorio en óptimas condiciones para reducir los riesgos de falla y accidentes en la realización de las prácticas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. INTECAP. *Mecánica de Banco para Mecánico Tornero*. 1a ed. Guatemala: INTECAP, 1998. 167 p.
2. KIBBE, Richard R. *Manual de Máquinas Herramientas*. 1a ed. Vol. 1. México: Limusa, 1985. 472 p. ISBN 9681817214
3. KIBBE, Richard R. *Manual de Máquinas Herramientas*. 1a ed. Vol. 2. México: Limusa, 1985. 562 p. ISBN 0-471-04331-1
4. DOYLE, Lawrence E. *Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros*. 3a ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988. 1041 p. ISBN 0-13-555921-9
5. [www.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org). *Torno* [en línea]: de la biblioteca. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Torno>> [consulta: 20 de octubre de 2010].



## ANEXOS

### Cronograma de actividades

LABORATORIO	PRÁCTICA
1	Inducción a los Procesos de Manufactura
2	Lectura del calibrador Vernier
3	Lectura del calibrador Palmer (micrómetro)
4	Aserrado, limado, roscado con machuelos y terrajas.
5	Esmerilado
6	Taladrado
7	Cepillado
8	Torneado (refrentado)
9	Torneado (cilindrado)
10	Torneado (cónico)
11	Ensamblaje del proyecto

## Diámetros de brocas para machuelos

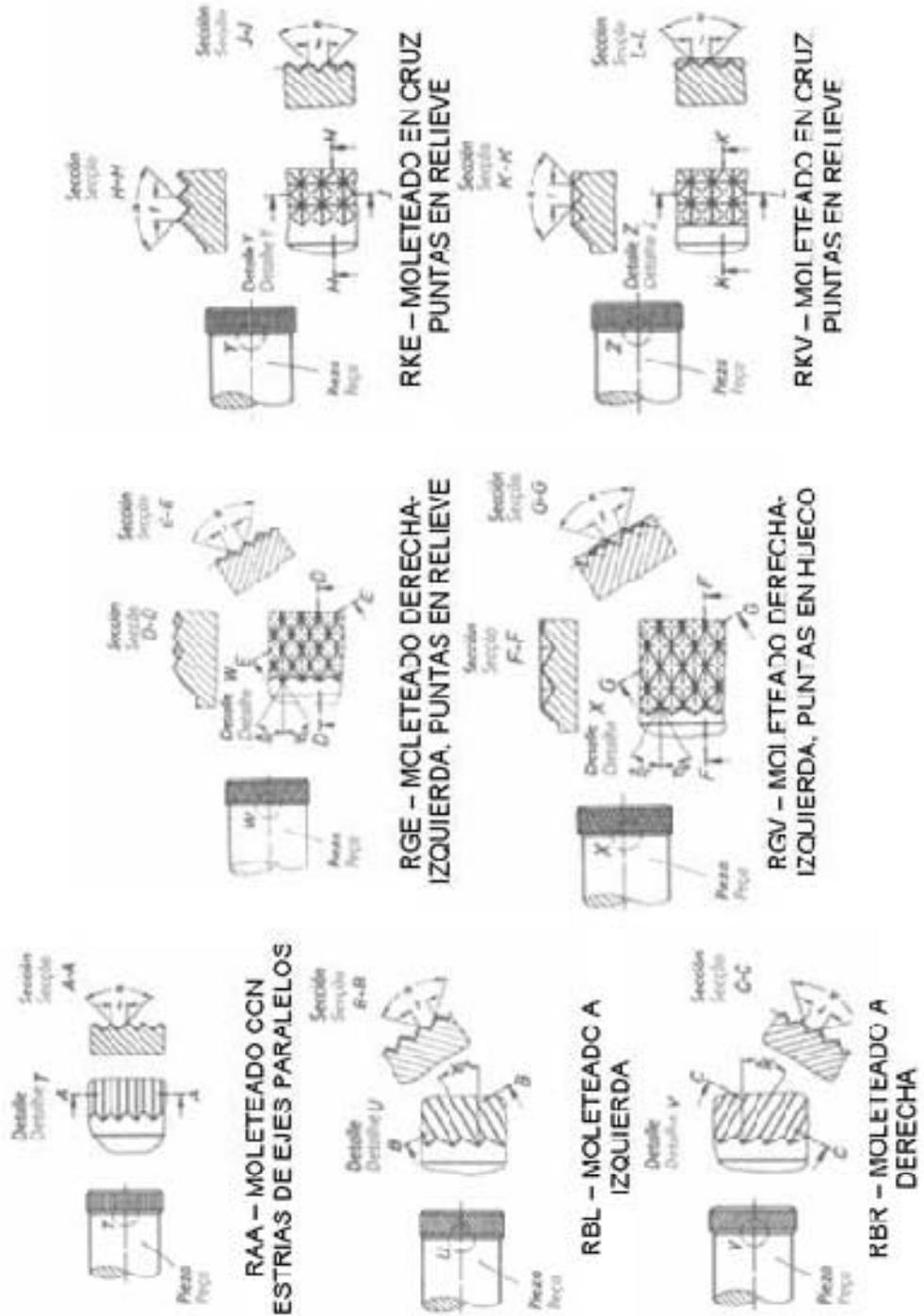


MEDIDA MACHUELO	MEDIDA DE BROCA RECOMENDADA
1/8 - 40	3/32
1/8 - 44	3/32
5/32 - 32	1/8
5/32 - 36	1/8
3/16 - 24	9/64
3/16 - 32	9/64
1/4 - 20	13/64
1/4 - 28	13/64
5/16 - 18	1/4
5/16 - 24	17/64
3/8 - 16	5/16
3/8 - 24	21/64
7/16 - 14	23/64
7/16 - 20	25/64
1/2 - 13	27/64
1/2 - 20	29/64
3 MM	3/32
4 MM	1/8
5 MM	11/64
6 MM	3/16
8 MM	17/64
10 MM	21/64
12 MM	13/32



Fuente: <http://www.yapi.com.mx/includes/CursoTec2010.pdf>.

Norma DIN 82



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos70/acabados-superficiales-normas-simbologia/acabados-superficiales-normas-simbologia2.html>.