



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

**MANUAL TEÓRICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA
I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

Claudia Verónica Toc Gómez

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL TEÓRICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA
I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CLAUDIA VERÓNICA TOC GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PERÉZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 TEÓRICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 13 de mayo de 2014.



Claudia Verónica Toc Gómez

Guatemala, 20 de febrero de 2015

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero

Por este medio le envié el informe final del trabajo de graduación titulado, **MANUAL TEÓRICO-PRACTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**, desarrollado por la estudiante **Claudia Verónica Toc Gómez** asesorado debidamente por mi persona.

Por lo que habiendo cumplido con el objetivo y requisitos de ley del referido trabajo, en mi calidad de asesor apoyo su contenido, solicitándole el trámite respectivo

Sin otro particular, me suscribo de usted,


Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Colegiado No. 3071
Asesor



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANUAL TÉORICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR,** presentado por la estudiante universitaria **Claudia Verónica Toc Gómez,** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2015.

/mgp



REF.DIR.EMI.164.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MANUAL TEÓRICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Verónica Toc Gómez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.497-2017

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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL TEÓRICO-PRÁCTICO DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS, PROCESOS DE MANUFACTURA I Y II, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**, presentado por la estudiante universitaria: **Claudia Verónica Toc Gómez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Franco
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme salud y sabiduría para realizar mis logros profesionales.
- Mi madre** Irma Yolanda Gómez, por todo su amor, ejemplo de lucha y guiarme por el camino correcto.
- Mi esposo** José Luis Hernández González quien me ha brindado su amor y apoyo en todo momento.
- Mi hijo** José Pablo Hernández Toc, por ser el regalo más lindo que Dios me dio, y darme fuerzas para poder lograr mi objetivo.
- Mis hermanos** Leslie Estefanie (q. e. p. d.), Marvin Estuardo, Carlos Fernando, Luis Armando Toc Gómez, por estar conmigo y apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.
Mis padres y tío German Bámaca	Por todo el apoyo, cariño, y amor que me han brindado durante todos los años de mi vida.
ITUGS	Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en esta institución.
Mi asesor	Por el apoyo y asesoramiento en la realización de mi trabajo de graduación.
Mis amigas	Silvia Cristal, Vivian Roca y Laura Santisteban gracias por apoyarme y estar conmigo siempre cuando se les necesita.

	1.2.5.4.	Escuelas.....	16
1.3.		Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.....	17
	1.3.1.	Ubicación.....	17
	1.3.2.	Misión.....	17
	1.3.3.	Visión.....	18
	1.3.4.	Organización.....	18
	1.3.5.	Código de valores.....	19
	1.3.6.	Política de calidad.....	19
1.4.		Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS)	19
	1.4.1.	Historia.....	19
		1.4.1.1. Antecedentes.....	20
	1.4.2.	Ubicación.....	21
	1.4.3.	Misión.....	22
	1.4.4.	Visión.....	22
	1.4.5.	Organización.....	22
		1.4.5.1. Carreras.....	23
2.		SITUACION ACTUAL.....	25
2.1.		Laboratorio Procesos de Manufactura I.....	25
	2.1.1.	Objetivos de laboratorio.....	25
	2.1.2.	Análisis del laboratorio.....	26
		2.1.2.1. Importancia del laboratorio en la formación académica.....	26
		2.1.2.2. Material de apoyo impartido en las prácticas.....	26
	2.1.3.	Descripción de la metodología de las prácticas.....	27
2.2.		Laboratorio Procesos de Manufactura II.....	27
	2.2.1.	Objetivos del laboratorio.....	28
	2.2.2.	Análisis del laboratorio.....	28

	2.2.2.1.	Importancia del laboratorio en la formación académica.....	29
	2.2.2.2.	Material de apoyo impartido en las prácticas	29
	2.2.3.	Descripción de la metodología de las prácticas.....	30
3.		PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL	31
3.1.		Manual teórico procesos de manufactura I.....	31
	3.1.1.	Inducción de laboratorio	31
		3.1.1.1. Normas de ingreso a laboratorio.....	31
		3.1.1.2. Conducta dentro del laboratorio.....	32
	3.1.2.	Calibrador Vernier.....	32
		3.1.2.1. Partes del calibrador.....	33
		3.1.2.2. Tipos de calibradores	34
		3.1.2.3. Lectura del calibrador	36
	3.1.3.	El micrómetro y otros instrumentos	38
		3.1.3.1. Partes del micrómetro.....	38
		3.1.3.2. Tipos de micrómetros	39
		3.1.3.3. Lectura del micrómetro	41
		3.1.3.4. Reloj comparador	42
		3.1.3.5. Tipos de reloj comparador	42
		3.1.3.6. Lectura del reloj comparador	43
		3.1.3.7. Prensa de banco.....	44
		3.1.3.7.1. Sujeción de la pieza	45
	3.1.4.	Mecánica de banco.....	46
		3.1.4.1. La sierra de arco (segueta).....	46
		3.1.4.2. Los ángulos de dientes	47
		3.1.4.3. Partes de la sierra.....	48
		3.1.4.4. Conducción de la sierra	48

3.1.4.5.	Precauciones al cortar.....	50
3.1.4.6.	La lima para metal.....	50
3.1.4.6.1.	Características de la lima	51
3.1.4.6.2.	Tipos de limas	52
3.1.4.7.	Roscado manual interior (machuelos).....	52
3.1.4.7.1.	Partes del machuelo	53
3.1.4.7.2.	Roscar con machuelos.....	54
3.1.4.8.	Roscado manual exterior (terraja)	54
3.1.4.8.1.	Partes de la terraja.....	55
3.1.4.8.2.	Roscar con terraja	56
3.1.4.9.	El esmeril o amoladora.....	57
3.1.4.9.1.	Usos.....	58
3.1.4.9.2.	Seguridad.....	58
3.1.4.9.3.	Tipos	59
3.1.4.9.4.	Piedras.....	59
3.1.4.9.5.	Afilado de herramientas	62
3.1.5.	Funcionamiento y manejo del torno	63
3.1.5.1.	Partes principales del torno	64
3.1.5.2.	Tipos de tornos.....	66
3.1.5.3.	Equipo auxiliar	69
3.1.5.4.	Herramientas de corte.....	72
3.1.5.4.1.	Ángulos de corte	75
3.1.5.4.2.	Velocidad de corte	76
3.1.5.4.3.	Velocidad de avance.....	77
3.1.5.4.4.	Tiempo de torneado	78

	3.1.5.4.5.	Profundidad de corte ...	78
	3.1.5.4.6.	Especificaciones técnicas	80
3.1.5.5.		Operaciones de torneado	81
	3.1.5.5.1.	Refrentado.....	81
	3.1.5.5.2.	Cilindrado	82
	3.1.5.5.3.	Torneado cónico.....	83
	3.1.5.5.4.	Taladrado	85
	3.1.5.5.5.	Moleteado.....	86
	3.1.5.5.6.	Roscado	86
	3.1.5.5.7.	Chaflanado	91
3.1.5.6.		Formación de viruta	91
3.1.5.7.		Normas de seguridad en el torneado...	93
3.1.6.		Taladro	94
	3.1.6.1.	Proceso de taladrado.....	95
	3.1.6.2.	Producción de agujeros	95
	3.1.6.3.	Tipos de taladros	97
	3.1.6.4.	Características técnicas de la brocas ..	99
	3.1.6.4.1.	Elementos de una broca	99
	3.1.6.4.2.	Características de las brocas de metal duro..	100
	3.1.6.5.	Control de viruta y fluido refrigerante.	101
	3.1.6.5.1.	Normas de seguridad en el taladrado.....	103
3.1.7.		Rectificadora de superficies planas y cilíndricas...	105
	3.1.7.1.	Partes de una rectificadora	106
	3.1.7.2.	Principio de funcionamiento.....	106
	3.1.7.3.	Tipos de muelas giratorias.....	107

	3.1.7.4.	Medidas de seguridad	108
3.1.8.	Fresadora		109
	3.1.8.1.	Tipos de fresadoras.....	110
	3.1.8.2.	Movimientos de la fresadora	111
	3.1.8.3.	Partes de la fresadora	112
	3.1.8.4.	Clasificación de las fresadoras.....	113
	3.1.8.5.	Normas de seguridad	115
3.1.9.	Torno CNC		115
	3.1.9.1.	Control numérico	116
	3.1.9.2.	Funcionamiento.....	117
	3.1.9.3.	Partes de un torno CNC	119
	3.1.9.3.1.	Motor y cabezal principal.....	119
	3.1.9.3.2.	Bancada y carros desplazables	120
	3.1.9.3.3.	Ajuste y posicionamiento de carros	121
	3.1.9.3.4.	Estructura de un programa de torneado.	121
	3.1.9.3.5.	Formación de viruta	123
3.2.	Manual práctico procesos de manufactura I.....		124
3.2.1.	Calibrador Vernier		124
	3.2.1.1.	Práctica núm. 1: lectura del calibrador Vernier	124
	3.2.1.1.1.	Materiales a utilizar	127
	3.2.1.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos ..	127
3.2.2.	El micrómetro		127

3.2.2.1.	Práctica núm. 2: lectura del micrómetro.....	128
3.2.2.1.1.	Materiales a utilizar.....	128
3.2.2.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos..	129
3.2.3.	La sierra de arco, la lima para metal y el roscado	129
3.2.3.1.	Práctica núm. 3: aserrado a mano, limado, roscado con machuelos y roscado con terraja	130
3.2.3.1.1.	Materiales a utilizar.....	133
3.2.3.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos..	134
3.2.3.1.3.	Especificaciones para la entrega de reporte ..	134
3.2.4.	El esmeril o amoladora	135
3.2.4.1.	Práctica núm. 4: esmerilar	135
3.2.4.1.1.	Materiales a utilizar.....	137
3.2.4.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos..	137
3.2.5.	La taladradora.....	137
3.2.5.1.	Práctica núm. 5: taladrar.....	138
3.2.5.1.1.	Materiales a utilizar.....	138
3.2.5.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos..	139
3.2.6.	La rectificadora	139
3.2.6.1.	Práctica núm. 6: rectificado.....	139
3.2.6.1.1.	Materiales a utilizar.....	141
3.2.6.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos..	141

3.2.7.	El torno	142
3.2.7.1.	Práctica núm. 7 y 8: torneado y fresado	142
3.2.7.1.1.	Materiales a utilizar	145
3.2.7.1.2.	Especificaciones para la entrega de reporte ...	146
3.2.7.1.3.	Criterios de evaluación sugeridos ..	147
3.2.8.	El torno CNC	147
3.2.8.1.	Práctica núm. 9: torneado en CNC...	148
3.2.8.1.1.	Materiales a utilizar	149
3.2.8.1.2.	Criterios de evaluación sugeridos ..	149
3.3.	Proyecto final	150
3.3.1.	Descripción del proyecto útil para ITUGS.....	150
3.3.2.	Materiales a utilizar	151
3.3.3.	Planos de fabricación	151
3.3.4.	Costos	151
3.3.5.	Cronograma	152
3.3.6.	Herramientas y máquinas herramientas a utilizar .	153
3.3.7.	Ensamblado de la piezas trabajadas.....	153
3.3.8.	Contenido del informe del proyecto final	154
3.3.8.1.	Introducción y objetivos	154
3.3.8.2.	Marco teórico.....	154
3.3.8.3.	Instrucciones y diagramas.....	154
3.3.8.4.	Conclusiones.....	154
3.3.8.5.	Bibliografía	155
3.4.	Cuidado de los equipos y herramientas a utilizar	155
3.5.	Manual teórico procesos de manufactura II	156

3.5.1.	Inducción de laboratorio	157
3.5.1.1.	Normas de ingreso a laboratorio.....	157
3.5.1.2.	Conducta dentro del laboratorio.....	157
3.5.1.3.	Equipo de protección para soldar	158
3.5.2.	Soldadura oxiacetilénica	159
3.5.2.1.	Características de los elementos de un equipo oxiacetilénico	161
3.5.2.2.	Tipos de llama para soldar	164
3.5.2.3.	Correcta utilización de cilindros	167
3.5.2.4.	Descripción de las partes de la soldadura.....	169
3.5.2.5.	Normas de seguridad en el manejo del equipo	173
3.5.3.	Corte oxiacetilénico	174
3.5.3.1.	Características de los elementos de un equipo de corte	175
3.5.3.2.	Tipos de llama para corte	176
3.5.3.3.	Normas de seguridad en el manejo de equipos de corte	178
3.5.4.	Soldadura de arco eléctrico	178
3.5.4.1.	Tipos de soldadura	180
3.5.4.1.1.	Soldadura por arco manual con electrodos revestidos..	180
3.5.4.1.2.	Soldadura por electrodo no consumible protegido .	184

	3.5.4.1.3.	Soldadura por electrodo consumible protegido	185
	3.5.4.1.4.	Soldadura por arco sumergido	185
	3.5.4.1.5.	Normas de seguridad en el manejo del equipo	186
3.5.5.		Soldadura TIG (<i>tungsten inert gas</i>)	187
	3.5.5.1.	Características y ventajas del sistema TIG	188
	3.5.5.2.	Descripción del proceso de soldadura.....	189
	3.5.5.3.	Normas de seguridad en el manejo del equipo.....	190
	3.5.5.4.	Electrodos para el sistema TIG	191
3.5.6.		Soldadura MIG/MAG	192
	3.5.6.1.	Descripción del proceso de soldadura.....	192
		3.5.6.1.1. Proceso semiautomático	194
		3.5.6.1.2. Proceso automático	194
		3.5.6.1.3. Proceso robotizado	195
	3.5.6.2.	Productos de aporte	195
		3.5.6.2.1. Hilos de soldadura	195
		3.5.6.2.2. Gases de protección ...	195
		3.5.6.2.3. Constitución equipo de soldadura	196

	3.5.6.3.	Normas de seguridad en el manejo de equipo.....	197
3.6.		Manual práctico procesos de manufactura II	198
	3.6.1.	Práctica núm. 1: soldadura oxiacetilénica.....	198
		3.6.1.1. Materiales a utilizar	200
		3.6.1.2. Especificaciones para la entrega de reporte	200
		3.6.1.3. Criterios de evaluación sugeridos.....	201
	3.6.2.	Práctica núm. 2: corte oxiacetilénico	201
		3.6.2.1. Materiales a utilizar	202
		3.6.2.2. Criterios de evaluación sugeridos.....	203
	3.6.3.	Práctica núm. 3: soldadura de arco eléctrico	203
		3.6.3.1. Materiales a utilizar	205
		3.6.3.2. Especificaciones para la entrega de reporte	205
		3.6.3.3. Criterios de evaluación sugeridos.....	206
	3.6.4.	Práctica núm. 4: soldadura MIG/MAG	206
		3.6.4.1. Materiales a utilizar	208
		3.6.4.2. Criterios de evaluación sugeridos.....	208
	3.6.5.	Práctica núm 5: soldadura TIG	208
		3.6.5.1. Materiales a utilizar	210
		3.6.5.2. Criterios de evaluación sugeridos.....	210
3.7.		Proyecto final.....	210
	3.7.1.	Descripción del proyecto útil para ITUGS.....	211
	3.7.2.	Materiales a utilizar	211
	3.7.3.	Planos de fabricación	211
	3.7.4.	Costos	212
	3.7.5.	Cronogramas	212
	3.7.6.	Herramientas y máquinas herramientas a utilizar.	213

3.7.7.	Ensamblado de las piezas trabajadas	213
3.7.8.	Contenido del informe del proyecto final	213
3.7.8.1.	Introducción y objetivos	213
3.7.8.2.	Marco teórico.....	213
3.7.8.3.	Instrucciones y diagramas.....	214
3.7.8.4.	Conclusiones.....	214
3.7.8.5.	Bibliografía	214
3.7.9.	Cuidado de los equipos y herramientas a utilizar ..	214
4.	PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN	215
4.1.	Autorización del manual.....	215
4.1.1.	Aprobación del decano de la Facultad de Ingeniería	215
4.2.	Publicación del manual	215
4.3.	Distribución del manual a catedráticos en ITUGS.....	215
4.3.1.	Planificación estructurada de prácticas	216
4.3.2.	Planificación estructurada de costos	216
4.4.	Distribución del manual a alumnos.....	216
4.4.1.	Planificación estructurada de prácticas en el semestre.....	216
4.4.2.	Planificación de entrega de proyecto final	217
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	219
5.1.	Resultados	219
5.2.	Capacitaciones para uso del manual	219
5.3.	Metodología para uso del manual de práctica.....	219
5.3.1.	Actividades propuestas dentro de la práctica	219
5.3.2.	Ejercicios propuestos	220
5.4.	Auditoría del manual	221

5.4.1.	Revisión del contenido.....	221
5.4.2.	Procedimiento de mejora.....	221
5.4.3.	Actualización del contenido	222
CONCLUSIONES		225
RECOMENDACIONES.....		227
BIBLIOGRAFÍA.....		229

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la Ciudad Universitaria (Universidad de San Carlos de Guatemala)	3
2.	Organigrama Facultad de Ingeniería.....	15
3.	Organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	18
4.	Ubicación ITUGS	21
5.	Mediciones en calibrador Vernier	33
6.	Calibrador de carátula	35
7.	Calibrador digital	35
8.	Medición con calibrador Vernier	37
9.	Partes del micrómetro	38
10.	Micrómetro combinado.....	39
11.	Micrómetro de puntas.....	40
12.	Micrómetro de discos	40
13.	Lectura del micrómetro.....	41
14.	Reloj comparador.....	42
15.	Reloj comparador electrónico.....	43
16.	Prensa de banco	45
17.	La segueta	47
18.	Los ángulos de los dientes	47
19.	Forma de los dientes de la sierra	48
20.	Dirección del corte de la sierra	49
21.	Posición del cuerpo al aserrar.....	49

22.	La lima	51
23.	Machuelos	52
24.	Partes del machuelo	53
25.	Terrajas.....	55
26.	Partes de la terraja.....	56
27.	Esmeril	57
28.	Piedra para esmeril.....	60
29.	Sistema de marcación de una piedra esmeril	61
30.	El torno	64
31.	Torno copiador automático	67
32.	Torno vertical	68
33.	Torno revolver.....	69
34.	Platos	70
35.	Tipos de luneta	71
36.	Brida montaje de la pieza entre puntos.....	71
37.	Nomenclatura de un cortador de torno	74
38.	Profundidad de corte en un torno.....	79
39.	Refrentado desbaste frontal.....	82
40.	Cilindrado.....	83
41.	Ajustando el carro superior	84
42.	Desplazamiento de contrapunto	85
43.	Moletado	86
44.	Formación de viruta	92
45.	Partes del taladro.....	94
46.	Taladrado.....	95
47.	Movimientos del taladro	96
48.	Taladro radial	98
49.	Broca de metal duro.....	101
50.	Efecto de la viruta en el taladrado.....	102

51.	Rectificadora plana.....	106
52.	Mueles giratorias.....	108
53.	Movimientos de fresado.....	112
54.	Partes de una fresadora.....	113
55.	Movimientos del CNC.....	118
56.	Número de registro.....	123
57.	Piezas a medir.....	125
58.	Vista de la sujeción de la pieza a medir.....	126
59.	Probetas para medición con micrómetro.....	128
60.	Práctica del limado.....	131
61.	Piezas antes y después de rectificar.....	141
62.	Líneas de un mandril de cuatro mordazas.....	143
63.	Vista final de la pieza ya trabajada.....	146
64.	Vista de la pieza en AutoCAD.....	146
65.	Ejemplo de programación de una semana de prácticas.....	153
66.	Delantal para soldadura.....	158
67.	Guantes de cuero.....	159
68.	Soldadura oxiacetilénica.....	160
69.	Sopletes típicos para soldar.....	161
70.	Manómetro del cilindro de oxígeno y acetileno.....	163
71.	Mangueras de oxígeno y acetileno.....	164
72.	Llama al aire.....	165
73.	Llama carburante.....	165
74.	Llama neutra.....	166
75.	Llama oxidante.....	166
76.	Tipos de llama y aplicaciones más comunes.....	167
77.	Cilindros de acetileno y oxígeno.....	168
78.	Posiciones para soldadura.....	171
79.	Tipos de uniones.....	172

80.	Soplete para corte.....	175
81.	Ajustes de llama para corte	177
82.	Cámara de mezcla situada en la punta del soplete de corte	177
83.	Partes del circuito de soldadura por arco eléctrico	179
84.	Fusión del electrodo.....	180
85.	Electrodo revestido	181
86.	Nomenclatura del electrodo	183
87.	Proceso de soldadura de arco sumergido	186
88.	Proceso de soldadura TIG	189
89.	Electrodos de tungsteno	192
90.	Presentación de la soldadura con dióxido de carbono.....	193
91.	Limpieza de los cordones de soldadura.....	204

TABLAS

I.	Facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	6
II.	Escuelas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	7
III.	Infraestructura de los edificios, Facultad de Ingeniería.....	12
IV.	Tipos de afilado.....	62
V.	Efectos de los elementos de aleación en el acero	73
VI.	Ángulos recomendados (en grados) para herramientas de carburo con punta simple.....	75
VII.	Velocidades de corte en torno en pie y metro por minuto, utilizando una herramienta de acero de alta velocidad	76
VIII.	Avances para diversos materiales (con herramienta de corte de acero de alta velocidad).....	77
IX.	Ejemplo de las principales especificaciones técnicas en un torno paralelo Follow CE460X1500	80
X.	Combinaciones de paso y diámetros métricos ISO	90

XI.	Evaluación sugerida.....	127
XII.	Evaluación sugerida.....	129
XIII.	Evaluación sugerida.....	134
XIV.	Evaluación sugerida.....	135
XV.	Evaluación sugerida.....	137
XVI.	Evaluación sugerida.....	139
XVII.	Evaluación sugerida.....	142
XVIII.	Pasos para el cilindrado, refrentado y acabado	144
XIX.	Evaluación sugerida.....	147
XX.	Evaluación sugerida.....	150
XXI.	Ejemplo de elaboración de costo del proyecto.....	152
XXII.	Evaluación sugerida.....	201
XXIII.	Evaluación sugerida.....	203
XXIV.	Evaluación sugerida.....	206
XXV.	Evaluación sugerida.....	208
XXVI.	Evaluación sugerida.....	210

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballos de potencia
CA	Corriente alterna
CC	Corriente directa
Ø	Diámetro
Kg	Kilogramo
PSI	Libras por pulgada cuadrada
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
kW	Potencia de motor
rpm	Revoluciones por minuto
Fn	Velocidad de avance
Vc	Velocidad de corte
SMM	Velocidad de corte constante

GLOSARIO

Arco eléctrico	En electricidad se denomina arco eléctrico o también arco voltaico a la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial. Son colocados en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida, normalmente a baja presión, al aire libre.
AWS	Organismo de referencia mundial en el ámbito de la soldadura.
Cordón de soldadura	Depósito de metal fundido resultado de la progresión longitudinal de un proceso de soldadura en una junta.
Corriente alterna	Es aquel tipo de corriente eléctrica que se caracteriza porque la magnitud y la dirección presentan una variación de tipo cíclico. En tanto, la manera en la cual este tipo de corriente oscilara es en forma senoidal.
Corriente directa	Se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambien de sentido en el tiempo.

Herramienta	Objeto que se emplea para la realización de algún trabajo manual y el cual se requiere de la aplicación de una fuerza mecánica.
Lubricación	Proceso en el que un fluido se introduce entre las superficies en contacto de dos cuerpos con movimiento relativo que rozan unidos por una carga. Este fluido forma una película de separación física entre las superficies de los cuerpos, que reduce la fuerza de deslizamiento y con ello el desgaste mutuo.
Mecanizado	Proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de materiales.
Refrentado	Operación realizada en el torno, mediante la cual se mecaniza el extremo de la pieza, en el plano perpendicular al eje de giro.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, los cuales tienen que llevar los cursos procesos de manufactura uno y dos en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur. Se presentan manuales teórico y práctico que son de vital importancia, ya que proporciona una herramienta de apoyo para la aplicación de los distintos temas proporcionados en el curso.

En el *Manual teórico y práctico de procesos de manufactura I* se presentan cada una de las generalidades del proceso metal mecánico: instrumentos de medición así como de la mecánica de banco. También se describen los procesos en máquinas y herramientas tales como: el taladro, el torno, la fresa y el torno CNC. Describen sus principales partes, tipos, accesorios, herramientas y su utilización.

En el *Manual teórico y práctico de procesos de manufactura II* se describen la soldadura oxiacetilénica en la cual se utiliza una mezcla de gases oxígeno y acetileno, para formar la llama. También se explica el oxicorte, que utiliza una mezcla de gases para realizar el corte, esto por medio de la oxidación del material. La soldadura por arco es formada por la inducción de diferencia de potencial, en la cual se cierra un circuito y se calienta el material.

Otros procesos de soldadura, derivadas de la soldadura por arco, es la soldadura TIG en la cual utiliza un electrodo permanente, utilizando para la protección del arco gases como el argón y helio. Así como la soldadura MIG o

soldadura a gas utiliza un electrodo de metal, que sirve como material de relleno para la soldadura y se consume durante la soldadura.

En el capítulo 4 se propone el procedimiento para la implementación que describe cómo autorizar el uso del manual, cómo ayudará a planificar cada una de las prácticas así como su distribución a los alumnos. En el capítulo 5 se propone darle seguimiento y actualización a los manuales con el fin que los catedráticos mejoren su contenido a cada año.

OBJETIVOS

General

Elaborar manuales teórico-práctico de los cursos Procesos de Manufactura I y II, de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, desarrollados en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

Específicos

1. Proveer un documento el cual sirva de guía para la realización de la práctica y compararlos con la teoría.
2. Aumentar el aprendizaje de los alumnos, por medio de las guías teóricas-prácticas.
3. Desarrollar un buen desenvolvimiento de los alumnos, al momento de realizar las prácticas, para que todos colaboren en conjunto y aprovechen el tiempo.
4. Brindar a los alumnos la forma más fácil y sencilla de aprender paso a paso el desarrollo de la práctica.
5. Elaborar reportes después de cada práctica, para obtener un buen control del contenido, desarrollo y aprendizaje.

6. Elaboración de un proyecto final para evaluar e identificar las habilidades adquiridas durante el desarrollo de la práctica.
7. Colaborar con la Escuela de Mecánica Industrial para mejorar en el aspecto de los laboratorios de área común, los cuales pueden ser útiles al haber un cambio de docentes.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un *Manual para la práctica de Procesos de Manufactura I y II* es de vital importancia para los docentes y alumnos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial y otras carreras de la Facultad de Ingeniería. Esto debido a que son obligatorios y son impartidos en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur. Este documento busca proporcionar un mejor aprendizaje en cada una de las prácticas que se realizan. Por medio de ellas generar aptitudes y actitudes en el alumno para la mejora en el desempeño de su vida profesional.

En el presente manual se darán a conocer de la manera más clara y ordenada posible los fundamentos teóricos y prácticos, sus objetivos, figuras explicativas, listado de materiales, técnica operatoria, de los dos cursos anteriormente mencionados. También se llevará a cabo una programación del desarrollo del laboratorio, con base en la ya utilizada en ITUGS mejorando ciertos aspectos y la forma de realizar la planificación y dirección que los alumnos seguirán en el transcurso del laboratorio.

Para la creación de los reportes se les indica en cuál práctica deberá realizarse y que deberá contener. Esto es para que los alumnos investiguen por cuenta propia ciertos temas. Para la realización de las prácticas el instructor deberá dar una muestra, al inicio del laboratorio y el estudiante debe desarrollarla en el momento, por medio del manual práctico.

Otro aspecto del manual es que se explicará el cuidado de los equipos y herramientas que se tienen a disposición de los alumnos. En él se debe aumentar su vida útil y mantener el nivel de calidad de las instalaciones de ITUGS.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

“Es la universidad más grande de Guatemala la cuarta universidad fundada en América. Algunos de los pensadores más importantes de Guatemala se han formado en este centro de estudio”.¹

1.1.1. Historia

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por Real Cédula de Carlos II, de fecha 31 de enero de 1676. Los estudios universitarios aparecen en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, Licenciado Don Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, en el año de 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología. Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el correo mayor Pedro Crespo Suárez. Hubo ya desde principios del siglo XVI otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados.

Igualmente hubo estudios universitarios desde el siglo XVI, tanto en el Colegio Tridentino como en el Colegio de San Francisco, aunque no otorgaron grados. La Universidad de San Carlos logró categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas. Durante la época colonial, cruzaron sus aulas más de cinco mil estudiantes y además de las doctrinas escolásticas, se enseñaron la filosofía moderna y el pensamiento de los científicos ingleses y franceses del siglo XVIII.

Sus puertas estuvieron abiertas a todos: criollos, españoles, indígenas y entre sus primeros graduados se encuentran nombres de indígenas y personas de extracción popular.

¹ Fuente: USAC. *Reseña histórica*. <https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php>. Consulta: agosto 2014.

Los concursos de cátedras por oposición datan también desde esa época y en muchos de ellos triunfaron guatemaltecos de humilde origen, como el Doctor Tomás Pech, de origen indígena y el Doctor Manuel Trinidad de Avalos y Porres, hombre de modesta cuna, a quien se atribuye la fundación de la investigación científica en la Universidad de San Carlos, por la evidencia que existe en sus trabajos médicos experimentales, como transfusiones e inoculaciones en perros y otros animales. La legislación contempló desde sus fases iniciales, el valor de la discusión académica, el comentario de textos, los cursos monográficos y la lección magistral.

La libertad de criterio está ordenada en sus primeros estatutos, que exigen el conocimiento de doctrinas filosóficas opuestas dialécticamente, para que el esfuerzo de la discusión beneficiara con sus aportes formativos la educación universitaria. El afán de reforma pedagógica y de lograr cambios de criterios científicos es también una característica que data de los primeros años de su existencia. Fray Antonio de Goicoechea fue precursor de estas inquietudes.

En las ciencias jurídicas, cuyo estudio comprendía los derechos civil y canónico, también se registraron modificaciones significativas al incorporar el examen histórico del derecho civil y romano, así como el derecho de gentes, cuya introducción se remonta al siglo XVIII en nuestra universidad. Asimismo, se crearon cátedras de economía política y de letras. La Universidad de San Carlos ha contado también, desde los primeros decenios de su existencia, con representantes que el país recuerda con orgullo. El doctor Felipe Flores sobresalió con originales inventos y teoría, que se anticiparon a muchas de ulterior triunfo en Europa.

El doctor Esparragoza y Gallardo puede considerarse un extraordinario exponente de la cirugía científica, y en el campo del derecho, la figura del doctor José María Álvarez, autor de las renombradas Instituciones de Derecho Real de Castilla y de Indias, publicadas en 1818. Los primeros atisbos de colegiación pueden observarse desde el año de 1810, cuando se fundó en Guatemala el ilustre Colegio de Abogados, cuya finalidad principal era la protección y depuración del gremio. Esta institución desapareció en el último cuarto del siglo XIX, para resurgir en el año de 1947. A semejanza de lo que ocurrió en otros países de América Latina, nuestra universidad luchó por su autonomía, que había perdido a fines del siglo pasado, y la logró con fecha 9 de noviembre del año 1944, decretada por la Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico.

La Constitución de Guatemala emitida en el año de 1945, consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República complementó las disposiciones de la Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de la Universidad, y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los graduados que ejerzan su profesión en Guatemala.

Desde septiembre del año 1945, la Universidad de San Carlos de Guatemala funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral, conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica; y se

ha venido normando por los siguientes principios que, entre otros, son el producto de la Reforma Universitaria en 1944: Libertad de elegir autoridades universitarias y personal docente, o de ser electo para dichos cuerpos sin injerencia alguna del Estado.

Asignación de fondos que se manejan por el Consejo Superior Universitario con entera autonomía. Libertad administrativa y ejecutiva para que la Universidad trabaje de acuerdo con las disposiciones del Consejo Superior Universitario. Dotación de un patrimonio consistente en bienes registrados a nombre de la Universidad. Elección del personal docente por méritos, en examen de oposición. Participación estudiantil en las elecciones de autoridades universitarias. Participación de los profesionales catedráticos y no catedráticos en las elecciones de autoridades.²

1.1.2. Ubicación

Actualmente las instalaciones funcionan en la Ciudad Universitaria que se encuentran en la avenida Petapa zona 12.

Figura 1. **Mapa de la Ciudad Universitaria (Universidad de San Carlos de Guatemala)**



Fuente: USAC. *Reseña histórica*. http://dg_usac.zoomblog.com/archivo/2008/03/06/mapa-de-la-Usac.html. Consulta: 10 de agosto de 2014.

² Fuente: USAC. *Reseña histórica*. <https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php>. Consulta: de agosto de 2014.

1.1.3. Misión

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.³

1.1.4. Visión

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con una cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social y humanista, con una gestión actualizada, dinámica y efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.⁴

1.1.5. Organización

La estructura orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra integrada por unidades de decisión superior. Unidades de apoyo funcional y las unidades ejecutoras del desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión de la Universidad.

³ Fuente: USAC. *Reseña Histórica*. <https://www.usac.edu.gt/misionvision.php>. Consulta: 10 de agosto de 2014.

⁴ *Ibíd.*

1.1.5.1. Facultades y Escuelas

En la actualidad la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 33 unidades académicas:

- 10 facultades
- 8 escuelas
- 15 centros regionales
- 1 Instituto Tecnológico Maya de Educación Superior
- 1 Departamento de Transferencia de Tecnología

A continuación en la tabla I, se listan las facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, también las siglas y el sitio web correspondiente a cada una.

Tabla I. **Facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

núm	Facultad	Siglas	Sitio web
1	Facultad de Agronomía	Agronomía	fausac.edu.gt
2	Facultad de Arquitectura	Arquitectura	farusac.com/
3	Facultad de Ciencias Económicas	Económicas	
4	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	Derecho	derecho.usac.edu.gt
5	Facultad de Ciencias Médicas	Medicina	medicina.usac.edu.gt
6	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	Farmacia	ccqqfar.usac.edu.gt
7	Facultad de Humanidades	Humanidades	fahusac.edu.gt
8	Facultad de Ingeniería	Ingeniería	ingeniería.usac.edu.gt
9	Facultad de Odontología	Odontología	odontologia.usac.edu.
10	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Veterinaria	

Fuente: Wikipedia. *Facultades Usac*.

http://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_San_Carlos_de_Guatemala. Consulta: 10 de agosto de 2014.

Tabla II. **Escuelas de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Escuelas			
núm	Escuela	Siglas	Sitio web
1	Escuela de Ciencia y Tecnología de la Actividad Física y el Deporte	ECTAFIDE	
2	Escuela de Ciencia Política	ECP	
3	Escuela de Ciencias de la Comunicación	ECC	comunicacionusac.org
4	Escuela de Ciencias Lingüísticas	ECL	
5	Escuela de Ciencias Psicológicas	Psicología	
6	Escuela de Enfermería	Enfermería	
7	Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media	EFPEM	efpem.usac.edu.gt
8	Escuela de Historia	Historia	escuelahistoria.usac.edu.
9	Escuela Superior de Arte	ESA	
10	Escuela de Trabajo Social	Trabajo Social	trabajosocial.usac.edu.gt
11	Escuela de Diseño Gráfico	EDG	

Fuente: Wikipedia. *Facultades Usac*.

http://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_San_Carlos_de_Guatemala. Consulta: 10 de agosto de 2014.

1.2. Facultad de Ingeniería

Desde épocas remotas, la ingeniería y ciencias afines han contribuido al proceso de desarrollo llevado a cabo por la humanidad, como lo muestran las grandes obras de los mayas, griegos y egipcios, luego los aportes geniales del arquetipo del Ing. Leonardo Da Vinci y, en nuestros días, la conquista del espacio. A lo largo de su historia, el objetivo de la Facultad de Ingeniería ha sido la formación de profesionales de alto prestigio, que han contribuido, con sus conocimientos, al progreso científico y tecnológico de Guatemala. Con sus 12 carreras en 6 escuelas facultativas de pregrado, una escuela de postgrado a nivel regional centroamericano y un centro de investigaciones C-II, tiene presencia en las distintas actividades económicas y sociales del país. Es por ello, que la formación del futuro profesional, de cara al nuevo siglo, debe ser de sólida preparación académica, que le permita desarrollar tanto a nivel nacional como internacional.⁵

1.2.1. Historia

Los estudios de ingeniería en Guatemala se remontan a 1769 cuando se crearon los cursos de Física y Geometría, paso que marcó el inicio de la enseñanza de las Ciencias Exactas en el Reino de Guatemala. En 1834, siendo Jefe del Estado de Guatemala don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se otorgaron títulos de Agrimensores; siendo los primeros graduados Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y nuestro insigne poeta José Batres Montufar.

Desde 1676, en sus primeras épocas, la Universidad de San Carlos graduaba teólogos, abogados, y más tarde, médicos. Hacia 1769 se crearon cursos de Física y Geometría, paso que marcó el inicio de la enseñanza de las ciencias exactas en el Reino de Guatemala.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad. En ese año, la Asamblea publicó los estatutos de la nueva organización, exigiendo que para obtener el título de Agrimensor, era necesario poseer el título de Bachiller en Filosofía, tener un año de práctica y aprobar el examen correspondiente.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Y, no obstante que la Universidad siguió desarrollándose, se fundó la Escuela Politécnica en 1873 para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares.

Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de Ingeniería en la

⁵ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Antecedentes*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 agosto de 2014

recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la Universidad.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, que fue cuando se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería, que era de ocho.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

Dentro de esas vicisitudes cabe mencionar que en 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduando 11 ingenieros civiles y militares.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de Facultad siguió en el mismo lugar hasta 1912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho.

A partir de 1908 la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la Universidad fue reabierta por Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas.

Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse 3 ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero.

Debido a la preocupación imperante entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; que en resumen, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

El año 1944 sobresale por el reconocimiento de la autonomía universitaria y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario.

Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil; por lo que fue necesario su traslado. En 1947, la Facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil; en este año se cambiaron los

planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron 12 semestres para la carrera.

Una de tales actividades fue la creación en 1968, del curso de Capacitación de Maestros de Obra con un plan de estudios de un año, dividido en dos semestres al final de los cuales se extiende el diploma correspondiente.

Además, dentro de la Facultad de Ingeniería fue creada la carrera de Ingeniero Arquitecto en 1953, pasó que condujo, posteriormente, a la creación de la Facultad de Arquitectura.

Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En el año 1965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario. Poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información. Constituyendo un evento importante a nivel nacional y regional.

En 1966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional (centroamericano) de estudios a nivel de pos grado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería a Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, ese mismo programa se amplió, con la Maestría en Recursos Hidráulicos.

La Escuela de Ingeniería Química, que estaba funcionando en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967, año en que se creó también la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y la combinada de Ingeniería Mecánica Industrial.

Por su parte la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968 teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas a nivel de Licenciatura.

En 1974 se creó la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería.

En 1975 fueron creados los estudios de Pos grado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica.

En 1976 se creó la Escuela de Ciencias para atender la etapa básica común para las diferentes carreras de Ingeniería.

En 1980 se establecieron, dentro de la Escuela de Ciencias, las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada.

En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, que inició sus actividades con un programa de estudios de hidrocarburos y varios cursos sobre exploración y explotación minera, geotecnia, pequeñas centrales hidroeléctricas e investigación geotérmica, con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas.

Por aparte, con el fin de mejorar su administración docente, en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Así mismo, debido al avance tecnológico en la ramas de Ingeniería eléctrica, en 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante (SAE) y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAP), llamada por sus siglas SAE-SAP, que tiene como fin prestar apoyo al estudiante por medio de la ejecución de programas de orientación y tutorías en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

Finalmente, en 1995 se expande la cobertura académica de la Escuela de Postgrado con los nuevos estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial, y en 1996 aún más, con los correspondientes a la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

Durante el período comprendido del año 2001 al 2005 se iniciaron las nuevas maestrías adicionales a la de Ing. Sanitaria; algunas de estas fueron: Ciencias de Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Desarrollo Municipal, Mantenimiento Industrial y otras que quedaron listas para ser iniciadas. También se realizaron convenios con universidades europeas como la de Cádiz, de Almería y la Tecnológica de Madrid y una norteamericana como la de Florida International University para la realización de intercambios estudiantiles. Además, vale recordar que en ese período se tuvo por primera vez en la Universidad de San Carlos una sala de videoconferencias en la Facultad de Ingeniería. Así mismo, el proceso de acreditación de la carrera de Ingeniería Química fue realizado en su mayor parte durante este período, concluyéndose en el 2007 cuando se otorgó la acreditación de la misma; en ese período también se inició el proceso con miras a la acreditación de Ing. Civil.

Por primera vez los estudiantes pudieron asignarse sus cursos a distancia a través de internet en el año 2002.

A partir del primer semestre 2007 se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.⁶

⁶ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Antecedentes*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 agosto de 2014.

1.2.2. Ubicación

La Facultad de Ingeniería funciona dentro de las instalaciones del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en los edificios mostrados en la tabla núm. III.

Tabla III. **Infraestructura de los edificios, Facultad de Ingeniería**

Edificio	Descripción
T-1	Aulas, área de Física, laboratorios, oficinas de ERIS, oficinas de CESEM, oficinas de las Escuelas de Mecánica Industrial y Mecánica Eléctrica.
T-3	Aulas y laboratorios de computación, oficinas de las Escuelas de Civil y Ciencias y Sistemas.
T-4	Biblioteca, control académico y administración.
T-5	Centro de Investigaciones, laboratorios de Hidráulica y Química, oficina de la Escuela de Química.
T-6	Auditorium de la Facultad en honor al Ingeniero Francisco Vela.
T-7	Aulas, Talleres de Mecánica y oficina de la Escuela de Mecánica.
S-10	Aulas y laboratorios, uso solo por la mañana, para estudiantes de primer ingreso.
S-11	Aulas y administración de Escuela de Postgrado de Ingeniería.
S-12	Aulas y laboratorios, uso solo por la mañana para estudiantes de primer ingreso.

Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Misión

Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.⁷

1.2.4. Visión

Somos una Institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.⁸

1.2.5. Organización

Actualmente la Facultad de Ingeniería está conformada por facultades y unidades académicas las cuales brindan apoyo al estudiante, distribuidas de la siguiente forma.

1.2.5.1. Organización académica

La Facultad de Ingeniería está organizada en:

- Escuelas facultativas
- Centros
- Departamentos
- Unidades académico-administrativas

⁷Fuente: Ingeniería. *Misión*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/antedecentes>. Consulta: 15 de agosto de 2014.

⁸ Fuente: Ingeniería. *Visión*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/antedecentes>. Consulta: 15 de agosto de 2014.

También la integran

- El Centro de Investigaciones de Ingeniería
- El Centro de Cálculo e Investigación Educativa
- La Biblioteca Ing. Mauricio Castillo C.
- La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, EPS
- La Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y Servicio de Apoyo al Profesor, SAE-SAP.

Adicionalmente, conforman la Facultad las unidades de apoyo administrativo a la función docente y de investigación, que dependen de la Secretaría, así como las unidades de administración general.

1.2.5.2. Junta Directiva

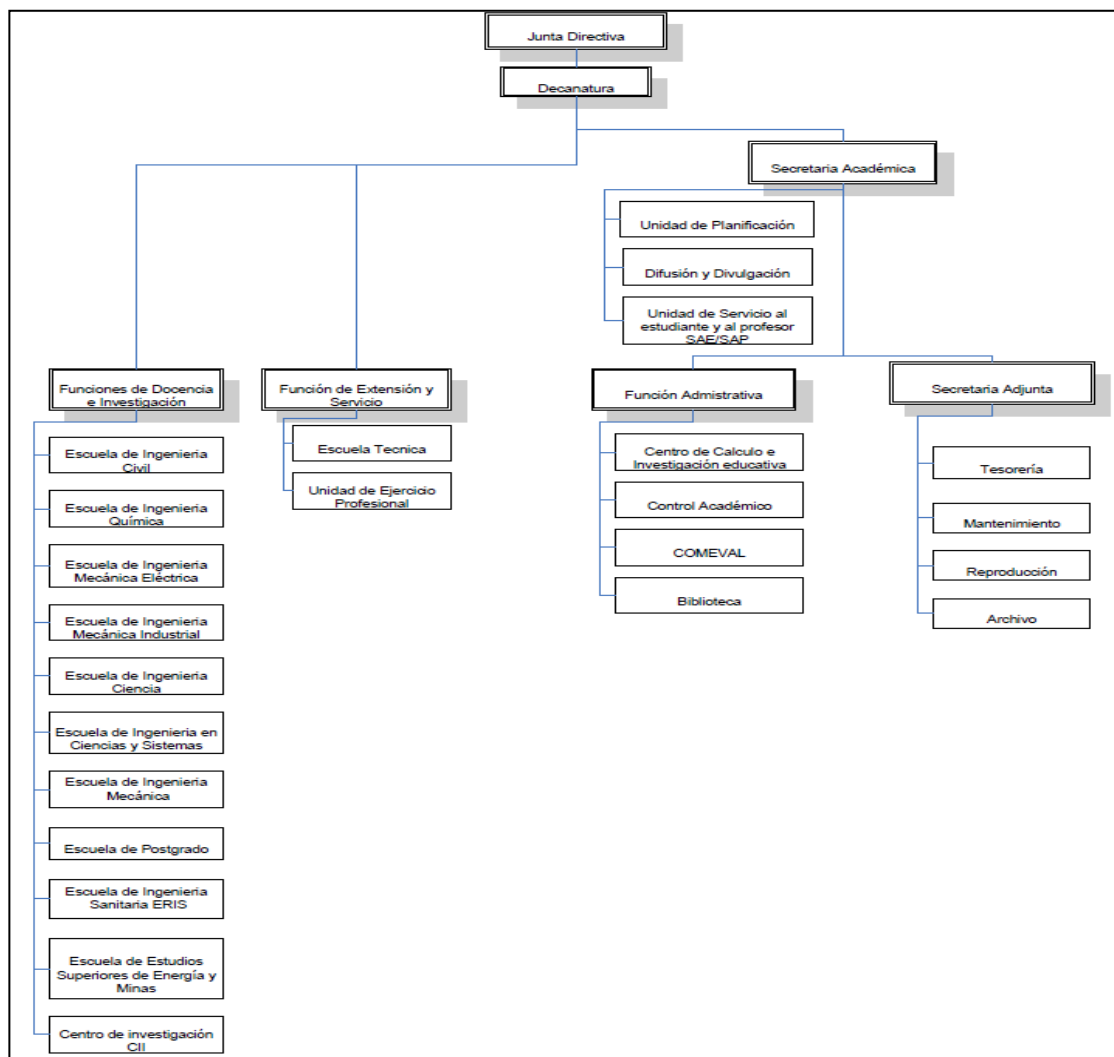
La nómina de la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería de 2014 está compuesta de la siguiente forma:

Decano	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Vocal I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Vocal II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Vocal III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
Vocal IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
Vocal V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
Secretario	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

1.2.5.3. Organigrama de la Facultad de Ingeniería

El organigrama general de la Facultad de Ingeniería está representado en la figura núm. 2.

Figura 2. Organigrama Facultad de Ingeniería



Fuente: Facultad de Ingeniería. *Manual de Organización Facultad de Ingeniería*. 2006. p. 18.

1.2.5.4. Escuelas

La Facultad de Ingeniería está integrada por las siguientes escuelas y sus respectivas carreras.

- Escuela Técnica
- Escuela de Ciencias
 - Estadística
 - Licenciatura en Física Aplicada
 - Licenciatura en Matemática Aplicada
 - Departamento de Matemática
 - Departamento de Física
 - Escuela de Ciencias
- Civil
- Química
- Mecánica
- Mecánica Eléctrica
 - Ingeniería Eléctrica
 - Ingeniería Electrónica
 - Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Mecánica Industrial
 - Ingeniería Industrial
 - Ingeniería Mecánica Industrial
- Ciencias y Sistemas

1.3. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

La carrera de Ingeniería Industrial desarrolla su actividad en el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas, integrando y armonizando a los recursos humanos, los materiales, el equipo y el capital, con utilización de los conocimientos especializados de las ciencias. Prepara ingenieros cuya función principal es organizar, administrar y supervisar plantas industriales; planificar y controlar la producción; investigar y desarrollar productos, controlar la calidad; analizar métodos de trabajo y otros.

Asimismo la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial tiene como objetivo satisfacer la demanda de la mediana y pequeña industria del país, optimizando la maquinaria requerida en los diferentes procesos productivos. El ingeniero mecánico industrial genera proyectos y procesos para el desarrollo de la industria, así como la operación de sus instalaciones y equipo, su mantenimiento y administración.⁹

1.3.1. Ubicación

Actualmente, se encuentra ubicada en las instalaciones de la Ciudad Universitaria zona 12, Facultad de Ingeniería específicamente en el tercer nivel del edificio T-1.

1.3.2. Misión

Preparar y formar profesionales de la ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, capaces de genera e innovar sistemas y adaptarse a los desafíos del contexto global.¹⁰

⁹ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Mecánica Industrial*. <http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

¹⁰ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Misión*. <http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

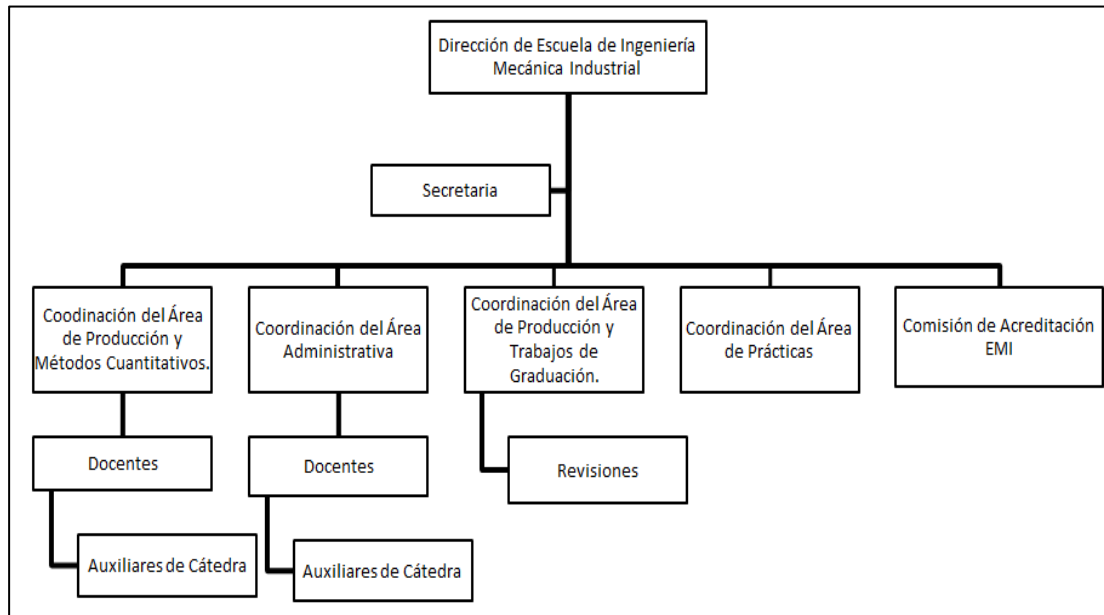
1.3.3. Visión

En el año 2022 la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial acreditada a nivel regional y con excelencia académica, es líder en la formación de profesionales íntegros, de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, que contribuyen al desarrollo sostenible del entorno.¹¹

1.3.4. Organización

La forma en que se compone la estructura organizacional de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial es la que se muestra en la figura. A continuación se presenta:

Figura 3. Organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Fuente: elaboración propia.

¹¹ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Visión*. <http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

1.3.5. Código de Valores

La Escuela cuenta con un Código de Valores que todos los miembros de ella deben practicarlos a lo largo de su vida, estos son: Espíritu de Servicios, Trabajando en Equipo, Confianza, Innovación, Honradez, Calidad, Ética, Dignidad, Justicia, Honestidad, Responsabilidad, Disciplina, Proyección Social, Liderazgo, Lealtad, Competencia, Respeto, Equidad y la Igualdad.¹²

1.3.6. Política de Calidad

Tomamos decisiones día tras día, aplicando nuestro código de valores morales y éticos, para alcanzar la excelencia en la formación académica de nuestros profesionales, en cumplimiento de los requerimientos y expectativas de la sociedad.¹³

1.4. Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS)

Ante la necesidad en Guatemala, de definir un nuevo modelo pedagógico que permita crear una alternativa de educación superior, tomando como base en un modelo innovador distinto al tradicional, la experiencia de Taiwán, nace El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur –ITUGS–, que comenzó sus operaciones administrativas a partir de abril 2009, como una respuesta de la Universidad a la sociedad que necesita que el desarrollo tecnológico sea llevado a sus comunidades.¹⁴

1.4.1. Historia

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, fue una iniciativa del Gobierno de la República de Guatemala en el período 2000 y 2004, que contó con el apoyo del Gobierno de Taiwán para la adquisición de la finca ubicada en el kilómetro 45 antigua ruta Palín - Escuintla. A través de un crédito blando se pudo iniciar la construcción de las edificaciones y la compra de equipo de laboratorio

Es una dependencia académica descentralizada de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de conformidad con lo establecido en el Artículo 22 del

¹² Fuente: Facultad de Ingeniería. *Código de valores*. <http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

¹³ Fuente: Facultad de Ingeniería. *Política de calidad*. <http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

¹⁴ Fuente: USAC. *ITUGS*. <http://itugs-usac.blogspot.com/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

Estatuto de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con patrimonio propio, correspondiéndole desarrollar la formación teórica y práctica y la educación profesional en las áreas tecnológicas. Desarrollará sus actividades en el orden administrativo, docente y financiero observando las disposiciones universitarias correspondientes.

La actual administración de la Universidad de San Carlos de Guatemala promueve la desconcentración y descentralización de la educación superior, y como tal constituye una prioridad institucional proponer su estructura organizativa.

No obstante su naturaleza tecnológica, apoyará a las unidades académicas que la integran, Facultad de Ingeniería, Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y CEMMA, en su servicio de docencia, investigación y extensión. Siendo las unidades académicas las encargadas de otorgar los grados académicos de los estudios correspondientes.

La Universidad de San Carlos de Guatemala a través del El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, propone una sólida formación científica y tecnológica adaptada a las realidades contemporáneas, en estrecha colaboración con los profesionales de las diferentes áreas.¹⁵

1.4.1.1. Antecedentes

En un principio, la creación del Instituto Tecnológico Guatemala Sur (ITUGS), se estableció ante la necesidad de definir un nuevo modelo pedagógico en Guatemala, que permitiera instaurar una alternativa de Educación superior basada en un prototipo innovador distinto al tradicional, como el detonador del desarrollo que el país requería en esos momentos, el cual fue asignado al Ministerio de Educación.

El Gobierno de Guatemala, a través del Fondo Nacional para la Paz - FONAPAZ-, completó el estudio de factibilidad del proyecto, en el cual se identifica la problemática de la educación tecnológica en nuestro país, proponiendo y justificando la creación de un instituto con características tecnológicas que permitiera la superación integral de ciudadanos a través de capacitación tecnológica a nivel universitario.

Ante tales demandas, durante el período del Presidente de la República, Ing. Álvaro Colom Caballeros, acordó el traslado del Instituto Tecnológico Guatemala Sur a la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el propósito de abrir una nueva vía de formación que permitiera a los estudiantes egresados del citado instituto, en un tiempo menor integrarse a diversas actividades productivas, sin perder de vista en todo momento, la necesidad de una permanente reflexión para lograr la capacidad de adaptarse a un ambiente tecnológico en constante cambio, sea por su propia evolución o por la transformación del mismo.

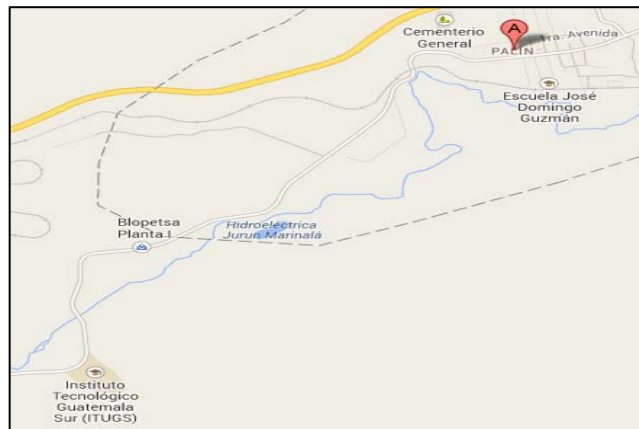
¹⁵ Fuente: USAC. *Historia*. <http://itugs-usac.blogspot.com/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

Por medio de ACUERDOS DE RECTORÍA Nos. 0718 Y 0936-2008 de fechas 24 de abril y 21 de mayo, respectivamente, por medio de los cuales el señor Rector Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios nombró la Comisión que tendría a su cargo sistematizar y ejecutar el traslado de la infraestructura, bienes y equipo del Instituto Tecnológico Guatemala Sur a la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como realizar el análisis, evaluación y diseño del currículo de estudios de las carreras que se impartirían en dicha unidad académica.¹⁶

1.4.2. Ubicación

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur está ubicado en el km 45 antigua carretera Palín-Escuintla. En una porción de la finca Jurún Marinalá, donada por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), por medio de Acuerdo Gubernativo 528-2003 de fecha 7 de octubre de 2003. Esto se muestra en la figura 2.

Figura 4. Ubicación ITUGS



Fuente: Google Maps. *Ubicación ITUGS*. <https://maps.google.com.gt>. Consulta: 18 de agosto de 2014.

¹⁶ Fuente: USAC. *Antecedentes*. <http://itugs-usac.blogspot.com/>. Consulta: 15 agosto de 2014.

1.4.3. Misión

Formar técnicos con una perspectiva integral que requiere de una eficiente educación superior técnica y de alto rendimiento y competitiva, en consonancia con el desarrollo humanístico y ético que le permita complementar su formación ciudadana y comprometida con la construcción de un país democrático y abierto a las diferencias culturales.

- Ofrecer oportunidades de empleo y de desarrollo económico adaptados a diferentes regiones y áreas de Guatemala.
- Desarrollar programas de investigación y de construcción de conocimiento que permita la creación, la innovación tecnológica.
- Mejorar los procesos de producción vinculados a la gestión autorrenovable de empresas exitosas y con un carácter de responsabilidad social.
- Contribuir al desarrollo local y regional que respalden políticas públicas del Estado y de la Universidad de San Carlos como parte de la extensión universitaria.¹⁷

1.4.4. Visión

En el año 2020, el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur será la institución de mayor desarrollo y reconocimiento en la región centroamericana por los técnicos-profesionales que egresarán en las diferentes áreas, por su valor estratégico en el desarrollo social y económico de las diferentes comunidades, empresas y sector público, en el marco de una perspectiva del desarrollo humano y ambiental sostenible y del mandato de excelencia académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.¹⁸

1.4.5. Organización

La organización académica está integrada como:

¹⁷ Fuente: USAC. *Misión*. <https://www.usac.edu.gt/catalogo/itugs.pdf>. Consulta: 25 agosto de 2014.

¹⁸ Fuente: USAC. *Visión*. <https://www.usac.edu.gt/catalogo/itugs.pdf>. Consulta: 25 agosto de 2014.

El Consejo Directivo es la máxima autoridad del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur. Se integra por los decanos de las Facultades de Agronomía, Ingeniería, Ciencias Químicas y Farmacia, director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, el director general de Docencia y el director del Instituto, este último con voz pero sin voto.

El Consejo Directivo constituye la autoridad superior del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, del cual depende el director, quien ejerce autoridad sobre el Consejo Académico, Planificación y el Coordinador Administrativo. El director es quien dirige al coordinador académico y al Departamento de Control Académico. Así también, el personal administrativo como el tesorero, auxiliar de tesorería, encargado de bodega y la oficinista, dependen directamente del director. Por su parte, el personal de servicios, mantenimiento, limpieza, seguridad y funcionamiento, dependen directamente del administrador.

Por su parte, la coordinadora académica ejerce autoridad con respecto a sus profesores y auxiliares. Dentro del apoyo *staff* se contempla el apoyo secretarial que ejerce la secretaria de Dirección.

1.4.5.1. Carreras

Las carreras implementadas en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur son:

- Técnico Universitario en Procesos de Manufactura
- Técnico Universitario en Metal Mecánica
- Técnico Universitario en Electrónica
- Técnico Universitario en Refrigeración y Aire Acondicionado

- Técnico Universitario en Producción Alimentaria
- Técnico Universitario en Mecánica Automotriz

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Laboratorio Procesos de Manufactura I

El Laboratorio Procesos de Manufactura I se cursa en el sexto semestre según el pénsum el cual incluye instrumentos de medición, mecánica de banco, torno, fresadora, torno CNC.

2.1.1. Objetivos de Laboratorio

- Objetivo general

Que el estudiante adquiera los conceptos básicos de las máquinas-herramientas, su funcionamiento, aplicación y medidas de seguridad.

- Objetivos específicos
 - Aprender a tomar medidas con los instrumentos de medición.
 - Aprender a afilar un buril.
 - Manejar los distintos tipos de máquinas del laboratorio.
 - Aplicar los conocimientos de la clase teórica en la realización de su proyecto.

2.1.2. Análisis del laboratorio

Se presenta un análisis del laboratorio tomando en cuenta la formación académica del estudiante y del material de apoyo que se brinda actualmente el cual no es suficiente.

2.1.2.1. Importancia del laboratorio en la formación académica

Este laboratorio es de suma importancia en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Este proporciona al estudiante las bases para la utilización de las principales máquinas herramientas en la fabricación de los elementos de máquinas a través de las técnicas de corte de los metales. El laboratorio constituye una modalidad de enseñanza que permite al catedrático enseñar el contenido del curso mediante la integración de la teoría con la práctica. Para hacer del proceso de aprendizaje del alumno una herramienta dinámica como también en su vida profesional, como dirigente responsable de la operación y mantenimiento de maquinaria.

Otro aspecto importante del laboratorio es el uso de normas para el ingreso al laboratorio. Eso ayuda de gran manera a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en torno a medidas de seguridad. Estos son: uso de botas industriales, casco, pantalón adecuado y lentes.

2.1.2.2. Material de apoyo impartido en las prácticas

El material de apoyo con el que se cuenta por el momento en el ITUGS consta del trabajo de graduación *Manual de guías de práctica para el*

Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, para estudiantes de Ingeniería Mecánica así también, como fotocopias dados por el catedrático del laboratorio.

2.1.3. Descripción de la metodología de las prácticas

Las prácticas de Procesos de Manufactura I están estructuradas de la siguiente manera:

- Explicación magistral de aspectos importante sobre la realización de la práctica.
- Exposición sobre normas de seguridad por parte del catedrático.
- Realización de la práctica, procurando que cada estudiante ponga en práctica la explicación previa del catedrático.
- Para la facilitación de la comprensión de los estudiantes en cada práctica los catedráticos responden diversas preguntas al finalizar.
- Finalmente se le pide el material a utilizar para las prácticas siguientes.

2.2. Laboratorio Procesos de Manufactura II

El Laboratorio Procesos de Manufactura II se cursa en el séptimo semestre según el pénsum. Este incluye tipos de soldadura oxiacetilénica, de punto, de arco eléctrico, MIG/TIG y corte oxiacetilénico.

2.2.1. Objetivos del laboratorio

- Objetivo general

Que el estudiante conozca los diferentes tipos de soldadura industrial, su funcionamiento y aplicación en las empresas de Metal-Mecánica en los procesos de unión, corte y dobleces de los metales.

- Objetivos específicos

- Utilice los equipos de seguridad industrial adecuados a cada laboratorio.
- Practique los distintos tipos de soldadura que existen y la utilización práctica de cada uno de estos procesos.
- Comprenda la diferencia y su aplicación de las soldaduras según su clasificación.
- Aplicar las diversas técnicas de corte y dobles en metal-mecánica.
- Elabore un proyecto aplicando los conocimientos adquiridos en el módulo de enseñanza de Metal-Mecánica aplicado al Laboratorio de Procesos de Manufactura.

2.2.2. Análisis del laboratorio

Se presenta un análisis del laboratorio tomando en cuenta la formación académica del estudiante y del material de apoyo que se brinda actualmente el cual no es suficiente.

2.2.2.1. Importancia del laboratorio en la formación académica

Toda práctica de laboratorio tiene como objetivo que el estudiante aplique las herramientas aprendidas en la clase. Esto para la solución de problemas concretos y trabajar sobre objetivos en grupo, para así mejorar la participación de cada uno de los estudiantes.

Este laboratorio permite al estudiante la adquisición de habilidades y destrezas que le ayudan al momento de la realización de la práctica. Los trabajos de soldadura que se realizan ayudan al estudiante a establecer ciertos criterios de carácter ingenieril. Por ejemplo, al utilizar el tipo de electrodo característico para ciertos tipos de metal a soldar o qué tipo de llama se utiliza para el corte oxiacetilénico.

2.2.2.2. Material de apoyo impartido en las prácticas

El material de apoyo con el que se cuenta actualmente en el ITUGS consta del trabajo de graduación *Manual para el desarrollo del laboratorio de Procesos de Manufactura II*. Es dirigido a estudiantes de Ingeniería Mecánica y copias proporcionadas por los catedráticos de manuales de Soldadura Oxiacetilénica Intecap, Soldadura de Arco Voltaico SEA Intecap.

2.2.3. Descripción de la metodología de las prácticas

Las prácticas de Procesos de Manufactura II están estructuradas de la siguiente manera:

- Explicación magistral de aspectos importante sobre la realización de la práctica.
- Exposición sobre normas de seguridad por parte del catedrático.
- Realización de la práctica, procurando que cada estudiante ponga en práctica la explicación previa del catedrático.
- Para la facilitación de la comprensión de los estudiantes en cada práctica los catedráticos responden diversas preguntas al finalizar.
- Finalmente se le pide el material a utilizar para las prácticas siguientes.

3. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL

La propuesta del trabajo de graduación consta de un manual teórico por cada una de los cursos, así como un manual práctico los cuales se desarrollaran a continuación.

3.1. Manual teórico procesos de manufactura I

Se desarrollarán conceptos en forma breve y concisa. Se dará el apoyo conceptual al estudiante con el fin de reforzar y comprender la parte teórica explicada por el catedrático del curso, en la clase magistral.

El marco teórico cuenta con definiciones y fotografías de los componentes de las máquinas. La finalidad es que el estudiante tenga una guía al momento de la realización de los ejercicios de laboratorio.

3.1.1. Inducción de laboratorio

Se les proporciona a los estudiantes, el primer día de clases, una plática y un recorrido visualizando cada una de las máquinas que se cuenta en el módulo de Procesos de Manufactura I. Se les indica en forma breve la utilización y manejo de ellas.

3.1.1.1. Normas de ingreso a laboratorio

Para ingresar al laboratorio se debe cumplir con la siguiente normativa:

- Zapatos punta de acero (no pantuflas, sandalias)
- Pantalón adecuado, lona o tela (no *pants*, pantaloneta)
- Bata para laboratorio (color verde)
- No traer cadenas voluminosas, recogerse el pelo (usar cofia)
- Traer lentes de seguridad
- Casco blanco

3.1.1.2. Conducta dentro del laboratorio

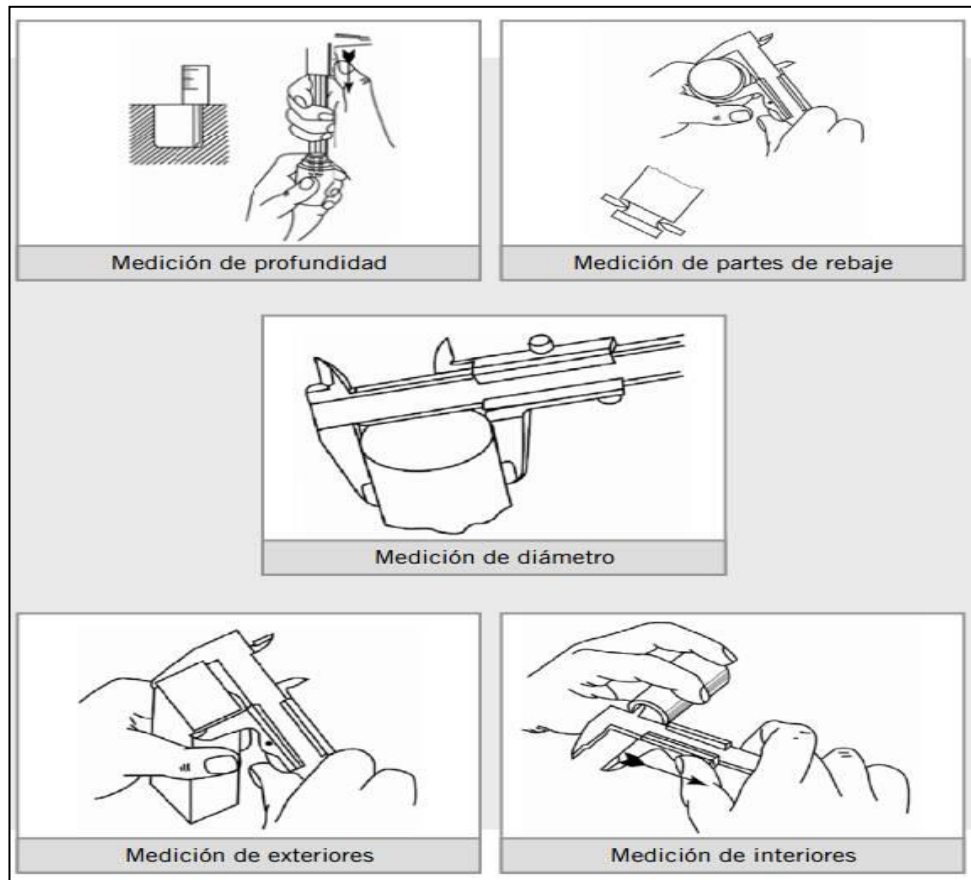
Para que el proceso de las prácticas de laboratorio pueda desarrollarse de la mejor manera, se debe cumplir con lo siguiente:

- Con dos faltas a la asistencia del laboratorio, no tendrá derecho a nota.
- Tener una conducta adecuada en el laboratorio, no juegos, bromas, y otros.
- Ser puntuales en cada laboratorio después de 10 minutos empezado, se cerrará la puerta y no podrán entrar.

3.1.2. Calibrador Vernier

Son instrumentos de precisión utilizados para tomar medidas precisas de hasta 0,001 pulgadas o bien 0,02 mm, dependiendo de si son calibradores vernier en pulgadas o métricos. La medición con Vernier se efectúa situando el objeto o pieza a medir entre las patas y llevando estas a coincidir con las superficies o puntas de la pieza. (ver figura 5)

Figura 5. **Mediciones en calibrador Vernier**



Fuente: Ternium, S. A. *Instrumentos de medición mecánica*. p.35.

3.1.2.1. **Partes del calibrador**

El calibrador Vernier, sin importar la graduación que utilice, consiste en un elemento en forma de L y con una pieza móvil.

El elemento en escuadra contiene la regleta, que muestra las graduaciones de la escala principal y el tope fijo. El cursor con el tope móvil que se desliza a lo largo de la regleta contiene la escala vernier. Los ajustes para

medir se hacen por medio de una tuerca de ajuste. Las lecturas pueden fijarse en su lugar por medio de los tonillos de fijación.

La mayoría de las regletas están graduadas por ambos lados o en ambos bordes. Uno para las mediciones externas y el otro para las internas. Los extremos de los topes tienen formas que permiten hacer mediciones interiores.

3.1.2.2. Tipos de calibradores

- Calibrador de carátula de lectura directa: debido a que es más fácil de leer, el calibrador de carátula de lectura directa está reemplazando gradualmente al calibrador vernier estándar. Los calibradores de carátula se fabrican para medidas en pulgadas y en sistema métrico y los hay disponibles con lectura digital. Un indicador de carátula, cuya manecilla está unida a un piñón, se halla sobre la parte deslizante.

Para el calibrador de carátula métrico, una vuelta de la manecilla representa 2 mm de recorrido; una vuelta en el calibrador en pulgadas puede representar 0,100 o 0,200 pulgadas de recorrido, según el fabricante. La mayoría de los calibradores de lectura directa tienen una tira angosta deslizante unida a la parte corrediza (y a la carátula). Esa tira estrecha permite que se utilice el calibrador de carátula como un medidor preciso y eficiente de profundidad.

Figura 6. **Calibrador de carátula**



Fuente: Micromex. *Catálogo medición*. Consulta: 4 de septiembre de 2014.

- Calibrador electrónico digital: puede dar lecturas con resolución de 0,0005 pulgada o 0,01 mm, al oprimir un botón. Es de construcción robusta y no tiene cremallera, ni piñón o escala de vidrio. El calibrador electrónico digital puede hacer mediciones en pulgadas o en sistema métrico de diámetros exteriores, diámetros interiores, escalones y de profundidad, y puede conectarse a equipos de Control Estadístico de Procesos (SPC Statistical Process Control) con propósitos de inspección.

Figura 7. **Calibrador digital**



Fuente: Mitutoyo. *Catálogo Calibradores*. Consulta: 4 de septiembre de 2014.

3.1.2.3. Lectura del calibrador

En pulgadas con 25 divisiones, cada pulgada de la escala principal está dividida en 10 divisiones enumeradas del 1 al 9. Cada división mayor es de 0,100. Cada división mayor tiene 4 subdivisiones con una separación de 0,025. La escala del Vernier tiene 25 divisiones siendo la línea cero el índice.

Para leer el calibrador con vernier se deben contar todas las graduaciones que queden a la izquierda de la línea índice. Esto sería 1 pulgada entera más $\frac{2}{10}$, es decir, 0,200, más 1 subdivisión valuada en 0,025, más parte de una subdivisión. El valor de esta subdivisión parcial se determina por la coincidencia de una línea de la escala del vernier con una línea de la escala real. Para este ejemplo, la coincidencia ocurre en la línea de la escala del vernier. Este es el valor en milésimas de pulgada que tiene que agregarse al valor leído en la regla. Por lo tanto, $1+0,1+0,1+0,25+0,013$ da una lectura total de 1,436. Una condición que ayuda a determinar la línea coincidente es que las líneas adyacentes, a la línea coincidente caen, dentro de las líneas de la escala real.

El calibrador vernier tiene 50 divisiones, la escala real tiene cada pulgada dividida en 10 divisiones mayores de 0,100 pulgadas cada una. Cada división mayor esta subdividida entre dos, es decir, en divisiones de 0,050 pulgadas. La escala del vernier tiene 50 divisiones.

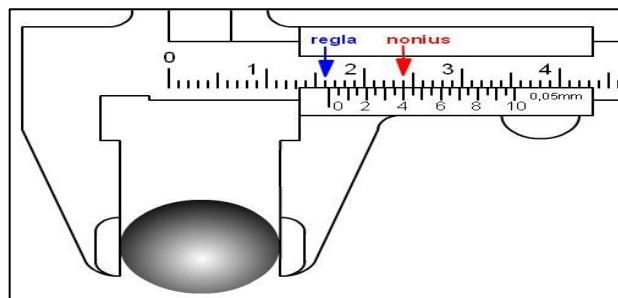
- Calibrador con sistema métrico: la escala principal esta graduada en centímetros y todas las divisiones principales están numeradas. Cada división numerada tiene un valor de 10 mm; por ejemplo el 1 representa 10 mm, el 2 representa 20 mm, y así sucesivamente.

Hay 50 graduaciones en la escala deslizante o Vernier, con cada quinta numerada. Estas 50 graduaciones ocupan el mismo espacio que 49 graduaciones en la escala principal (49 mm).

$$\text{Por lo tanto, 1 división del Vernier} = \frac{49}{50} = 0,98 \text{ mm}$$

La diferencia entre una división de la escala principal y una división de la escala Vernier es: $1 - 0,98 = 0,02 \text{ mm}$

Figura 8. **Medición con calibrador Vernier**



Fuente: Portaleso. *Medición*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

Para obtener la medición de la figura 8, se deben seguir los siguientes pasos:

- Se coloca la pieza a medir y se desplaza el *nonius* hasta ajustarse al tamaño de la pieza.
- Se toma la parte entera en milímetros de la medición mirando la situación del 0 del *nonius* sobre la línea fija, en la figura 16 mm.
- Se toma la parte decimal de la medición, mirando la línea del *nonius* que coincide con una división de la regla fija, en el ejemplo 0,40 mm.

- La medida será $16 \text{ mm} + 0,40 \text{ mm} = 16,40 \text{ mm}$.

3.1.3. El micrómetro y otros instrumentos

El calibrador micrométrico, usualmente conocido como micrómetro o Palmer, es el instrumento de medición utilizado comúnmente cuando se requiere de notable precisión. El micrómetro estándar en pulgadas mide con precisión hasta $,001''$. Dado que muchas fases de la manufactura moderna requieren de una precisión mayor, cada vez más se utiliza el micrómetro con vernier, capaz de mediciones aún más finas.

Los instrumentos micrométricos son las herramientas para medidas de precisión que más se emplean en la industria. Su uso correcto es esencial para todo aquel que interviene en la fabricación o inspección de partes maquinadas.

3.1.3.1. Partes del micrómetro

En la figura 9 se describen las partes de las cuales está compuesto el micrómetro.

Figura 9. Partes del micrómetro



Fuente: Área tecnología. *Micrómetro*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

3.1.3.2. Tipos de micrómetros

- Micrómetro combinado en unidades métricas y pulgadas: este micrómetro está diseñado para hacer medidas en ambos sistemas, el métrico y pulgadas. La herramienta tiene una escala de lectura digital para uno de los sistemas y las medidas, en el otro sistema, se leen en el casquillo y la manga.

Figura 10. **Micrómetro combinado**



Fuente: Matternicro. *Micrómetro*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

- Micrómetro de puntas: se emplea en aplicaciones en las que se dispone de espacio limitado o en donde podría resultar conveniente tomar una medida en un lugar exacto. Se fabrican con varios ángulos de las puntas. Por lo general, al micrómetro comparador de 60° se le llama micrómetro comparador de roscas de tornillo. Se emplea con mayor frecuencia para comparar roscas de tornillo con algún patrón conocido como el probador de roscas tipo tapón.

Figura 11. **Micrómetro de puntas**



Fuente: Starrett. *Catálogo Micrómetros*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

- **Micrómetro de discos:** se utiliza para la medida de materiales delgados como el papel, para los que se necesita una cara de medición de área grande. También es útil para mediciones en la cual se trata de determinar la distancia de la ranura al borde.

Figura 12. **Micrómetro de discos**

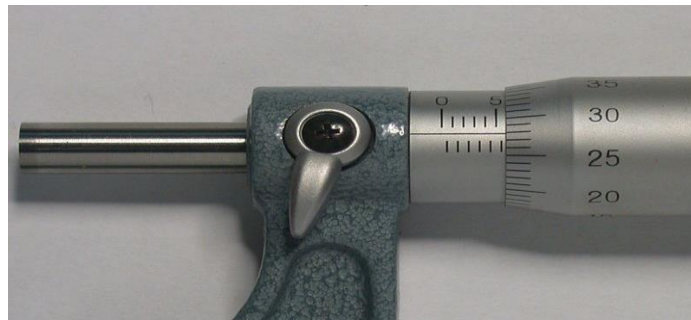


Fuente: Starrett. *Catálogo Micrómetros*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

3.1.3.3. Lectura del micrómetro

A continuación se describe un ejemplo de medición con micrómetro.

Figura 13. Lectura del micrómetro



Fuente: Área tecnología. *Herramientas*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

Para obtener la medición mostrada en la figura se siguen los siguientes pasos:

- En la escala graduada o escala longitudinal se ve en su parte superior la división de 5 mm y en la inferior la de otro medio milímetro más, eso quiere decir que de momento la medida es de 5,5 mm. Pero se ajusta más aún midiendo las centésimas de milímetro.
- En el tambor móvil o manguito, la división 28 coincide con la línea central longitudinal. (28 centésimas de milímetros = 0,28 mm).

Por lo tanto, la medición final será:

$$5 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} + 0,28 \text{ mm} = \mathbf{5,78 \text{ mm}}$$

3.1.3.4. Reloj comparador

Es un instrumento que se emplean para comparar el tamaño o forma de la pieza de trabajo con un patrón conocido. Los comparadores se emplean cuando deben verificarse partes para determinar la tolerancia aceptable. También puede usarse para verificar la geometría de cosas tales como roscas, engranes y cortadores perfilados para máquinas herramientas.

Figura 14. Reloj comparador



Fuente: Mitutoyo. *Catálogo relojes*. Consulta: 18 de septiembre de 2014.

3.1.3.5. Tipos de reloj comparador

- Reloj comparador mecánico: consiste en una base, una columna, y un cabezal medidor. Varios comparadores mecánicos operan según diferentes principios. Algunos se basan en el principio de piñón y cremallera utilizados en indicadores de carátula; otros empleen un sistema de palancas.

Los comparadores mecánicos están siendo reemplazados gradualmente por los indicadores y comparadores digitales.

- Reloj comparador electrónico: son comparadores que convierten la variación dimensional en cambios de corriente eléctrica o de voltaje o tensión. Estos cambios se leen en una escala graduada adecuadamente (métrica). La producción masiva económica de partes de alta precisión requiere que se hagan mediciones rápidas y confiables para que puedan separarse las partes con sobre medida o con medida baja, de las que estén dentro de la tolerancia.

Figura 15. **Reloj comparador electrónico**



Fuente: Mitutoyo. *Información básica sobre relojes comparadores*. p. 165.

- Reloj comparador óptico: el comparador óptico proyecta en una pantalla un perfil muy amplificado del objeto que se está midiendo. Además de escalas graduadas colocan en la pantalla diversas plantillas o patrones para compararse con la sombra proyectada de la pieza. Es muy útil para inspeccionar geometría de roscas de tornillos, engranes y herramientas de corte perfiladas.

3.1.3.6. **Lectura del reloj comparador**

Para realizar mediciones con el reloj comparador se deben seguir los siguientes pasos:

- Limpie el yunque y el bloque patrón del tamaño requerido.

- Coloque el patrón sobre el yunque.
- Baje cuidadosamente el cabezal medidor hasta que el estilete toque el bloque e indique movimiento de la aguja.
- Fije el cabezal medidor a la columna.
- Ajuste la aguja en cero con la perilla de ajuste fino, y los señaladores de límite en la carátula.
- Vuelva a verificar el ajuste retirando el patrón y volviéndolo a colocar.
- Ajuste los indicadores de la tolerancia en las tolerancias superior e inferior de la pieza que está verificando.
- Sustituya al patrón con la pieza de trabajo que se va a medir y observe la lectura. Si la lectura está a la derecha del cero, la pieza es demasiado grande; si está a la izquierda, es demasiado pequeña. Si la aguja se detiene entre los señaladores de tolerancia, la pieza está dentro de los límites permitidos.

3.1.3.7. Prensa de banco

Se utiliza para sostener con seguridad piezas pequeñas para operaciones de aserrado, corte con cincel, limado, pulido, taladrado, escariado o machueleado. Las prensas se montan cerca del borde del banco y permiten que se sostengas piezas largas en posición vertical. Estas pueden fabricarse de hierro fundido o de acero fundido. El tamaño de la prensa queda determinado por el ancho de sus quijadas.

Una prensa de banco puede ser del tipo de apoyo fijo o de apoyo giratorio. La prensa giratoria difiere de la de tipo fijo en que tiene una placa movable sujeta a la parte inferior del cuerpo de la prensa. Esa placa permite que la prensa sea girada a cualquier ángulo horizontal. Para sujetar trabajos terminados o de material suave, se utilizan cubiertas para quijada hechas de

latón, aluminio o cobre, a fin de proteger la superficie de la pieza contra raspones y otros daños.

Figura 16. **Prensa de banco**



Fuente: ITUGS.

3.1.3.7.1. Sujeción de la pieza

A continuación se describen los pasos para la sujeción de piezas.

- Abrir las mordazas de la prensa para que puedan colocarse dentro la pieza a mecanizar. Esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido antihorario.
- Introducir la pieza entre las mordazas de la prensa.
- Sujete la pieza cerrando firmemente las mordazas, esto se logra haciendo girar el husillo con la manija en sentido horario.

3.1.4. Mecánica de banco

Es la correcta disposición de las herramientas de trabajo. Esto como las seguetas o sierras, limas, machuelos, terrajas y esmeril, que son muy importantes para la función del taller de máquinas.

La mayoría de operaciones de corte de metal puede realizarse con más facilidad, rapidez y precisión con una máquina. Con frecuencia es necesario llevar a cabo ciertas operaciones de corte de metales en un banco o sobre una pieza de trabajo.

Por lo tanto es importante que el aprendiz sepa cómo utilizar apropiadamente cada una de las herramientas de corte manuales.

3.1.4.1. La sierra de arco (segueta)

Es una herramienta de mano que se usan con más frecuencia. Relativamente fácil. El movimiento de corte es perpendicular al plano de la pieza de trabajo, la cual se monta en un tornillo de banco. El avance se produce con el movimiento vertical de la hoja de la sierra de arco, con accionamiento hidráulico o mecánico.

Figura 17. **La segueta**

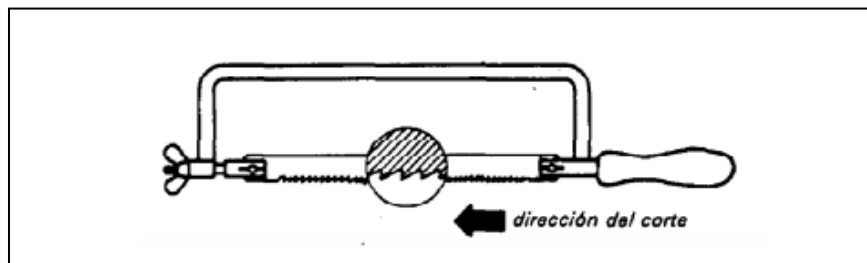


Fuente: ITUGS.

3.1.4.2. **Los ángulos de dientes**

Los dientes están en la dirección del corte.

Figura 18. **Los ángulos de los dientes**



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería. *Mecánica de Banco*. p. 17.

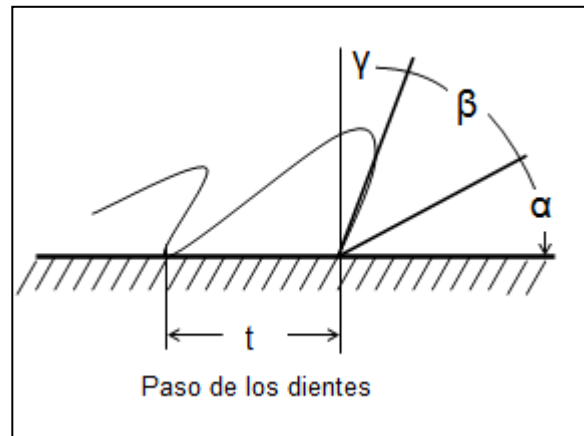
Los dientes de una sierra tienen forma de cuña.

β = ángulo de filo

α = ángulo de arranque

γ = ángulo de corte

Figura 19. **Forma de los dientes de la sierra**



Fuente: elaboración propia.

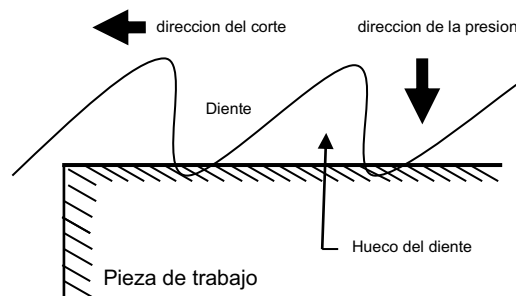
3.1.4.3. Partes de la sierra

Está compuesta de tres partes principales: el arco, el mango y la hoja. El arco puede ser fijo o ajustable. El arco fijo es más rígido y solo se ajustará a hojas de segueta de una longitud específica. El bastidor o arco ajustable es de uso más común y aceptará hojas con un largo de 10 a 12 pulg. (250 a 300 mm). Una tuerca de mariposa en la parte trasera del arco permite el ajuste de la tensión en la hoja dentada.

3.1.4.4. Conducción de la sierra

Al mover la sierra, en la dirección del corte (movimiento del corte) y ejerciendo simultáneamente una presión sobre la sierra (presión de corte), los dientes penetran en el material y arrancan pequeñas virutas (arranque de viruta).

Figura 20. **Dirección del corte de la sierra**

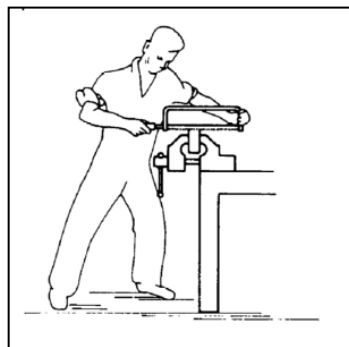


Fuente: elaboración propia.

Al aserrar con la sierra de arco, el movimiento se inicia mediante los brazos y se apoya con un movimiento correspondiente al cuerpo. Se presta atención a:

- La posición de la sierra
- La posición del cuerpo
- La posición de los pies

Figura 21. **Posición del cuerpo al aserrar**



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería. *Mecánica de banco*. p. 19.

Para obtener un corte impecable debe iniciarse el aserrado colocando la sierra, en un punto inferior al ángulo de colocación y aserrar.

- Avance con presión.
- Retroceso sin presión.
- Aprovechar toda la longitud de la sierra.
- Aserrar en línea recta a lo largo de la línea de trazado. La línea de trazado debe quedar visible.

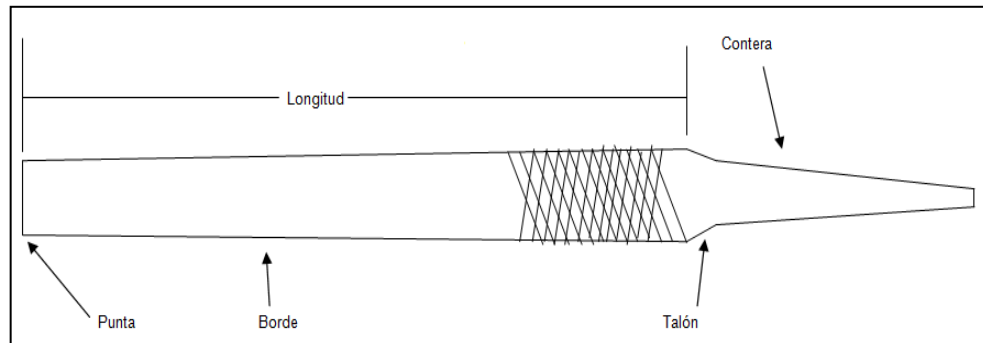
3.1.4.5. Precauciones al cortar

Cuando la pieza de trabajo está sujeta en un tornillo de banco, el corte debe hacerse cerca de las mordazas. Esto para que la pieza se mantenga firme y no vibre. Esto facilita seguir una línea recta con la hoja. Poco antes de terminar un corte segueta y de que las piezas se separen completamente debe reducirse la presión de corte, ya que de lo contrario el que corta puede perder el equilibrio al separarse las piezas de trabajo. Debe evitarse que se flexionen las hojas de la sierra porque se rompen con facilidad. A romperse, casi siempre saltan en todas direcciones y pueden dañar a quien está cortando o a quienes están cerca.

3.1.4.6. La lima para metal

La lima es una herramienta que permita trabajar un material con arranque de viruta. Tiene un gran número de filos, semejantes a cinceles y posee una dureza mayor a la del material a trabajar.

Figura 22. **La lima**



Fuente: elaboración propia.

3.1.4.6.1. Características de la lima

Está fabricada de acero al alto carbono, con un conjunto de dientes para corte formados en ella por cortes paralelos de cincel. Las limas se utilizan para eliminar metal sobrante y para producir superficies terminadas. Se fabrican en una diversidad de clases y formas, cada una para un propósito específico. Pueden dividirse en dos clases: de rayado simple o de rayado doble.

Las limas de rayado simple tienen una sola fila de dientes paralelos, cortados diagonalmente en su superficie. Incluyen las limas de fresado, de torneado y de aserrado. Estas se utilizan cuando es necesario un terminado liso, o cuando ha de darse acabado a materiales duros.

Las limas de rayado doble tienen dos filas de dientes cruzadas. El primer rayado por lo general es más basto y se llama primer tallado. El otro se denomina segundo tallado. Estos rayados entrecruzados producen cientos de dientes cortantes, que permiten la eliminación rápida de metal por el roce y una fácil eliminación de las limaduras o virutas.

3.1.4.6.2. Tipos de limas

Estas son comúnmente utilizadas por los mecánicos. Las herramientitas son las llamadas planas, redondas, mediacaña, cuadradas, triangulares, redondeadas y de cuchillo.

3.1.4.7. Roscado manual interior (machuelos)

La mayoría de las roscas internas que se producen en la actualidad se hacen con machuelos. El roscado interior es tallar por arranque de viruta, estrías roscadas en el material, con una herramienta a varios filos de una forma determinada que hace girar alrededor de su eje longitudinal. Estas herramientas se fabrican en muchos estilos, estando diseñada cada una para efectuar un tipo específico de operación de tarrajado en forma eficiente.

Los machuelos se fabrican ya sea de acero de alto contenido de carbono o de acero de alta velocidad, templados, rectificadas y tienen una dureza de aproximadamente Rockwell C63.

Figura 23. Machuelos

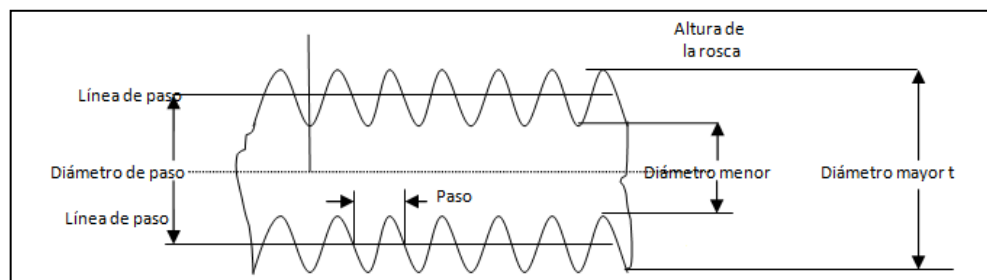


Fuente: Casator. *Catálogo machuelos*. Consulta: 10 de septiembre de 2014.

3.1.4.7.1. Partes del machuelo

El machuelo está constituido por las partes que se muestran en la siguiente figura:

Figura 24. Partes del machuelo



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 24, en los machuelos, el diámetro mayor es el diámetro exterior de la herramienta medido sobre las crestas de la rosca en el primer hilo completo situado atrás del chaflán. Este es el diámetro más de la porción cortante del machuelo, ya que la mayoría de los machuelos tienen conicidad hacia atrás o se reduce el contacto de la herramienta con la rosca durante el proceso de tarrajado, facilitando con ello la rotación del machuelo.

El diámetro de paso es el diámetro de un cilindro imaginario en el que son iguales el ancho de los espacios y el ancho de los hilos. El paso de la rosca es la distancia comprendida entre un punto de un hilo y el mismo punto del siguiente hilo.

3.1.4.7.2. Roscar con machuelos

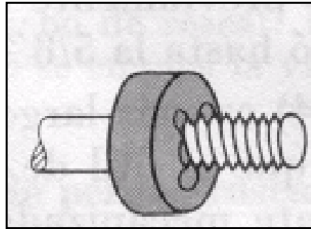
A continuación se listan los pasos para roscar con machuelos.

- Seleccionar los machuelos y el maneral adecuados para el trabajo.
- Sujetar la pieza en la prensa de banco.
- Aplicar al machuelo un líquido de corte adecuado.
- Introducir el machuelo en el agujero girándolo en sentido horario.
- Verificar, con la escuadra, si el machuelo está perpendicular a la pieza.
- Aplicar lubricante.
- Si el machuelo no entró a escuadra, se saca de la perforación y vuelve a empezar aplicando presión hacia la parte a la que se inclinó el machuelo. Se tiene cuidado de no aplicar demasiada presión en el proceso de enderezado.
- Una vez colocado el machuelo apropiadamente, se ingresa al agujero dando vuelta al maneral del machuelo.
- Se gira en sentido del reloj un cuarto de vuelta, y después al contrario, aproximadamente media vuelta, para romper la viruta. El giro debe hacerse con un movimiento uniforme, para evitar que el machuelo se rompa.

3.1.4.8. Roscado manual exterior (terraja)

Son las herramientas manuales de corte que se utilizan para formar roscas externas en piezas redondas. Los dados o matrices más comunes son el dado macizo, el seccionado ajustable, y el de placa guía con rosca, ajustable y removible. El material de las terrajas es de acero rápido (HSS).

Figura 25. **Terrajas**



Fuente: Universidad Rafael Landívar. <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/ing/pmr/12.pdf>.

Consulta: 10 de octubre de 2014.

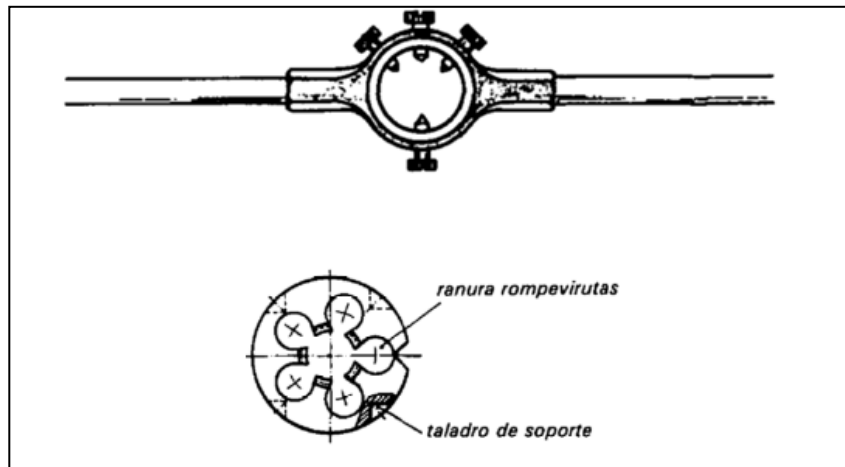
3.1.4.8.1. Partes de la terraja

La terraja, el dado o cojinete roscado se compone de un cilindro hueco. Este se complementa con una barra llamada portaterraja.

La terraja es una pieza que esta perforada con una figura simétrica en forma de trébol. Los bordes que dan hacia el centro son las cuchillas que al girar sobre la pieza cilíndrica a roscar, realizan corte en forma de espiral, de acuerdo a la medida que corresponda.

El portaterraja consiste en una barra larga con una circunferencia al centro. Dentro de esta se encuentra la terraja, de tal manera que queda fija por su superficie exterior hexagonal o una serie de tornillos de fijación sujetan la herramienta en el interior. Esta barra sirve para realizar la fuerza necesaria en el movimiento circular que se debe ejercer sobre el cilindro que se transformará en un tornillo, o un tubo roscado.

Figura 26. Partes de la terraja



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería. *Mecánica de banco*. p. 34.

3.1.4.8.2. Roscar con terraja

Para realizar el trabajo de roscado con terrajas, se debe seguir el siguiente procedimiento:

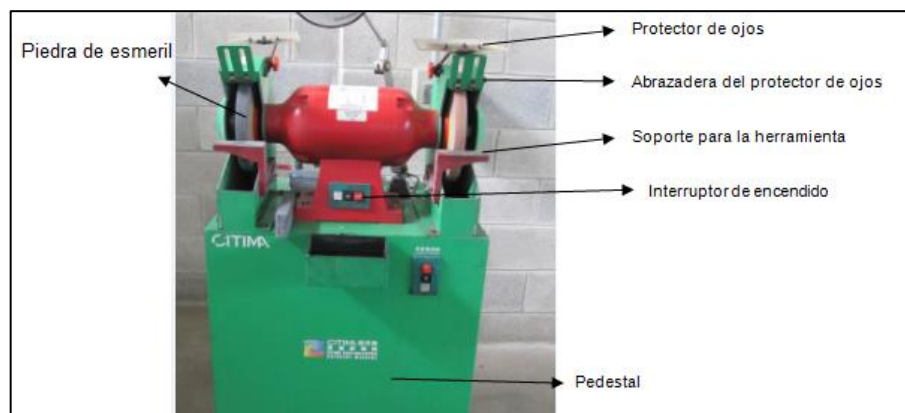
- Achaflanar el extremo de la pieza con una lima o un esmeril.
- Sujetar la pieza de trabajo con seguridad en una prensa.
- Seleccionar la terraja o dado y una portaterraja apropiados.
- Lubricar el extremo cónico del dado con un lubricante para corte adecuado.
- Colocar la parte ahusada del dado en escuadra con la pieza (ver figura 26).
- Oprimir hacia abajo el porta terraja y girar varias vueltas en el sentido de las manecillas del reloj.
- Verificar el dado para ver si entró a escuadra con respecto a la pieza.

- Si no está escuadrado, se retira de la pieza, y se comienza el roscado a escuadra.
- Girar el dado hacia adelante una vuelta y después se retrocede aproximadamente media vuelta, para romper la viruta.
- Durante el proceso de roscado, aplicar frecuentemente líquido para corte.

3.1.4.9. El esmeril o amoladora

Es una máquina provista de ruedas abrasivas colocadas en sus extremos, utilizadas principalmente para quitar rebabas de piezas pequeñas y el afilado de herramientas de corte (brocas, escoplos, buriles, cinceles, y otros). Es una máquina de pequeñas dimensiones unos 6 o 7 kg de peso, que va montado en un banco de trabajo. Las dos ruedas de distinta granulometría a cada lado, una fina para el afilado y otra más basta para repasar.

Figura 27. Esmeril



Fuente: ITUGS.

3.1.4.9.1. Usos

Para el uso del esmeril se recomienda seguir estos pasos:

- Se apaga o enciende con rapidez el interruptor podría causar el aflojamiento de la muela abrasiva.
- Nunca se enciende la muela abrasiva cuando este tocando la pieza de trabajo.
- Nunca se fuerce una herramienta contra la muela abrasiva.
- Siempre se mantiene firme la pieza de trabajo contra el apoyo correspondiente.
- Al afilar cinceles y destornilladores, el apoyo de la pieza de trabajo debe soportar el cincel al ángulo correcto contra la muela abrasiva.

3.1.4.9.2. Seguridad

Al utilizar la herramienta siempre deben seguirse algunas precauciones básicas de seguridad. Esto para reducir riesgos de daños personales y daños al equipo.

- Mantener el área de trabajo en orden.
- Observar las condiciones del área de trabajo, que la herramienta no se exponga a la lluvia o lugares húmedos, el área de trabajo debe estar bien iluminada.
- Utilizar la indumentaria apropiada, no utilizar ropa suelta, guantes, corbatas o joyería que pueda se atrapada en las partes móviles.
- Usar protección para ojos, siempre emplear accesorios de seguridad apropiados.

- Cuando el esmeril está girando verificar si hace algún ruido no familiar o vibra mucho, detenerlo de inmediato. Apagar y desconectar del tomacorriente.
- Reemplace inmediatamente una rueda de esmeril rota.

3.1.4.9.3. Tipos

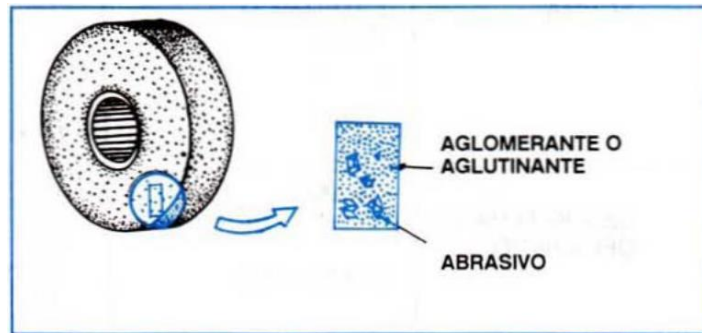
Se destacan dos tipos:

- Esmeriladora angular: herramienta eléctrica portátil, que se utiliza en labores de construcción en industrias como la metalúrgica, y otros. Su uso está dirigido al corte, desbaste y pulido de materiales como: acero, cerámica, hormigón, entre otros. El esmeril se encuentra en los siguientes diámetros de discos: 4.5", 7" y 9".
- Esmeril de banco o pedestal: Utiliza un motor eléctrico con potencia de $\frac{1}{4}$ hasta $\frac{1}{2}$ HP y con 1 450 y 2 800 rpm. Y el de pedestal es más grande ya, que va atornillado al suelo y es utilizado en desbastes comunes, en el afilado de herramientas manuales y de máquinas. La potencia de un motor eléctrico es de 1 HP con 1 450 a 1 750 rpm.

3.1.4.9.4. Piedras

Es una herramienta universal utilizada para desbastar o cortar cualquier tipo de material metálico.

Figura 28. **Piedra para esmeril**



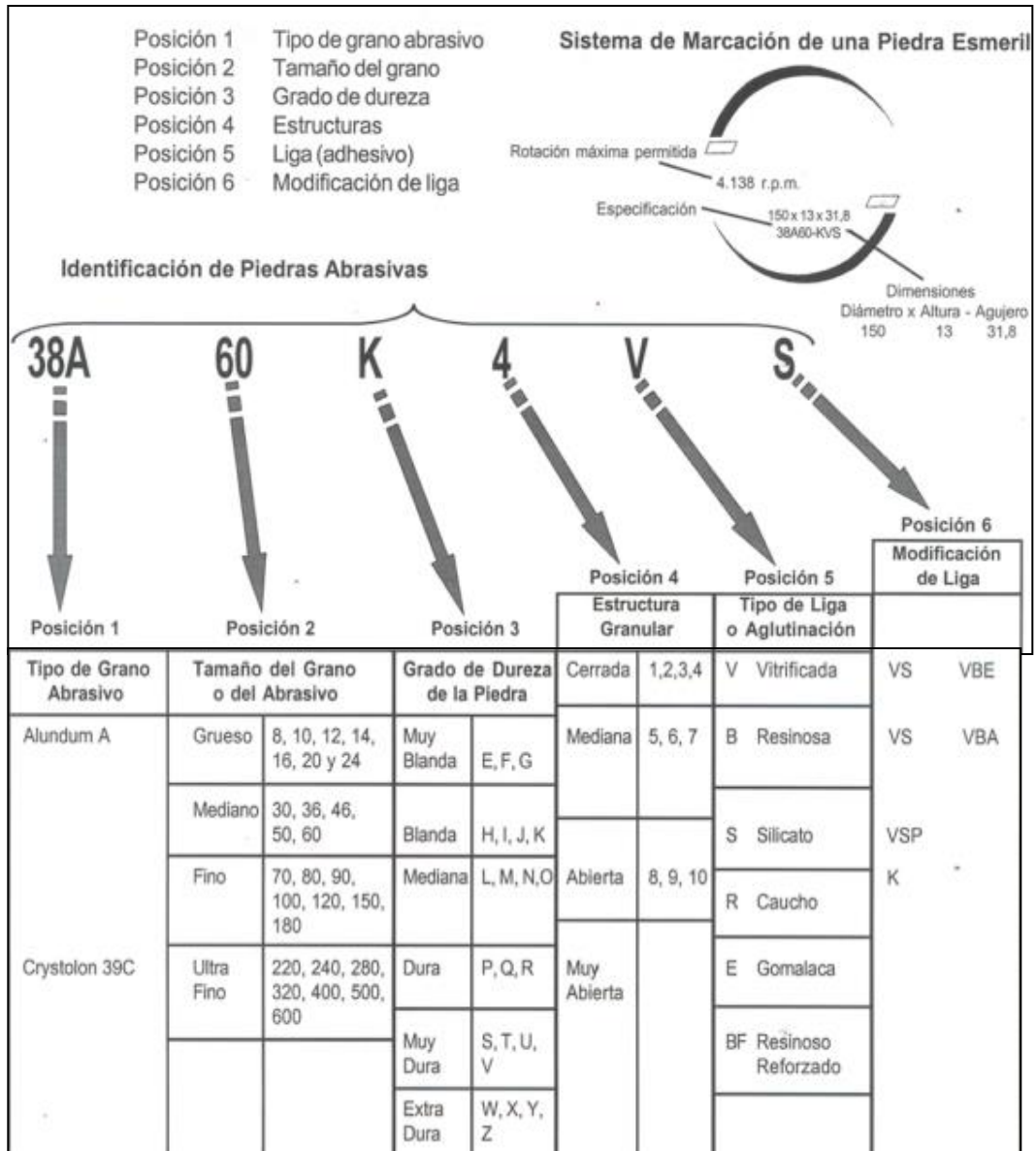
Fuente: CODELCO. *Norma estándar operacional, esmeriles banco y pedestal*. p.13.

Como se observa en la figura 28, los abrasivos se encuentran en la piedra en forma de granos, de gran dureza, unidas entre sí. Si están destinados a ejercer acciones cortantes en el material metálico.

Los aglomerantes son materiales de liga que actúan como cemento para unir los granos abrasivos y le dan forma a la piedra.

Las piedras se seleccionan teniendo en cuenta el trabajo a realizar, ya que los fabricantes adoptan un código universal, constituido por letras y números para señalar las características de las piedras. Para mayor detalle ver figura 29.

Figura 29. Sistema de marcación de una piedra esmeril

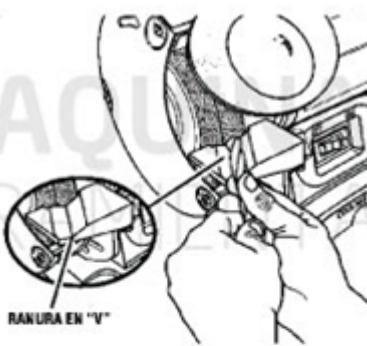
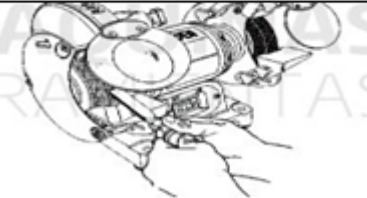


Fuente: CODELCO. Norma estándar operacional, esmeriles banco y pedestal. p.17.

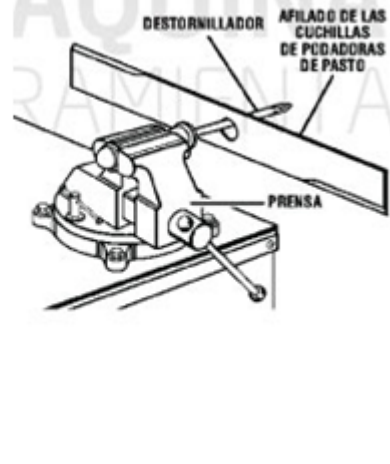
3.1.4.9.5. Afilado de herramientas

Se muestran a continuación en la tabla IV algunos procedimientos de afilado de herramientas con una esmeriladora de banco.

Tabla IV. Tipos de afilado

Herramientas	Procedimiento	Figura
Brocas helicoidales	<p>Las brocas se afilan mejor con un aditamento de afilar. Se inicia por un lado de la punta, al ángulo correcto, y luego gira la broca manteniendo el contacto con la superficie abrasiva. Afilar solo la punta. Esta técnica requiere una cantidad considerable de práctica, de manera que debe tomarse tiempo y efectuar algunas "pasadas en seco", con la esmeriladora apagada. Asegurarse de mantener el ángulo correcto del filo de corte, ya que es muy importante para la eficiencia de corte de las brocas. Unos de los dos apoyos de la pieza de trabajo tienen un canal en "V" para dar acomodo a la mayoría de las brocas.</p>	
Cinceles y destornilladores	<p>Al afilar cinceles y destornilladores, el apoyo de la pieza de trabajo debe soportar el cincel al ángulo correcto contra la muela abrasiva.</p>	

Continuación de tabla IV.

<p>Cuchillas podadoras de pasto</p>	<p>Las cuchillas se afilan normalmente por un lado y se asienta levemente el filo por el otro lado. Sujetar ambos lados de corte de la cuchilla a este proceso de afilado. Después del afilado, se asegura de equilibrar la cuchilla; para ello se elimina material adicional según se requiera. Una cuchilla desequilibrada puede causar vibración excesiva, lo cual puede dañar al cigüeñal de la podadora.</p>	
-------------------------------------	---	---

Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Funcionamiento y manejo del torno

Una de las máquinas herramientas más importantes en la industria del labrado de los metales es el torno figura 30. Un torno es un dispositivo en el cual se hace girar la pieza de trabajo contra una herramienta cortante. A medida que la herramienta cortante se mueve longitudinal y transversalmente respecto al eje de la pieza de trabajo es precisa y versátil, se pueden llevar a cabo muchas operaciones. Estas son torneado, conicidad, formado, roscado, careado, taladrado, mandrilado, esmerilado y pulido.

El tamaño del torno está definido por el mayor diámetro de la pieza de trabajo que puede girar sobre las guías del torno y generalmente por la distancia máxima entre centros. Algunos fabricantes determinan el tamaño del torno, según el mayor diámetro de la pieza de trabajo que puede ponerse sobre las guías del torno y la longitud total de la bancas.

Figura 30. **El torno**



Fuente: ITUGS.

3.1.5.1. Partes principales del torno

Las partes principales del torno son la bancada, el cabezal, caja de engranajes de cambio rápido, el carro soporte, contrapunto y la base o pedestal.

- La bancada: es una pieza fundida pesada y robusta, hecha para soportar las partes de trabajo del torno. En su sección superior están las guías maquinadas que guían y alinean las partes principales del torno. Por lo anterior, las guías prismáticas de torno se construyen calculadas para soportar los esfuerzos que generan los cortes fuertes del maquinado. Encima de la bancada se encuentran las guías prismáticas, las cuales consisten generalmente en dos “Ves” invertidas y dos superficies planas de apoyo.

- Cabezal está fijado sobre el lado izquierdo de la bancada. Contiene el husillo que mueve los diversos dispositivos de sujeción de la pieza de trabajo. El husillo del cabezal, un eje cilíndrico y hueco soportado por cojinetes, proporciona el impulso a través de los engranes desde el motor a los dispositivos de sujeción de la pieza de trabajo. Puede ajustarse un centro vivo, un plato o un mandril al extremo del husillo, para sujetar y dirigir la pieza de trabajo. El centro vivo tiene una punta de 60° que proporciona el apoyo para que el trabajo gire entre centros.
- Los husillos del cabezal pueden ser propulsados, ya sea por una banda con polea escalonada, o por engranes de transmisión en el cabezal.
- El husillo en hueco es para hacer pasar por él las piezas de trabajo largas y esbeltas. Al extremo del husillo que da hacia la cabeza se le llama nariz del husillo. Por lo general la nariz es de tres tipos: la de propulsión por cuña larga, la de seguro de leva, y la de husillo roscado. Los mandriles para tono demás dispositivos de sujeción para la pieza de trabajo van sujetos a la nariz del husillo y son movidos por esta.
- La caja de engranajes para cambio rápido de velocidad que contiene la cantidad de engranes de diferente tamaño, da a la varilla de avance y al tornillo guía varias velocidades para operaciones de torneado y de corte de roscas. La varilla de adelanta al carro longitudinal para operaciones de torneado cuando se acopla la palanca de avance automático. El tornillo guía avanza el carro longitudinal en operaciones de corte de roscas cuando se acopla la palanca de tuerca partida.
- El carro longitudinal está formado por el carro transversal y el delantal. El carro se desliza sobre la parte superior de las guías y tiene la corredera

transversal y el carro auxiliar. El carro transversal se mueve perpendicularmente al eje del torno en forma manual, gira la manivela de avance transversal o embragando la palanca de avance transversal automático. El carro auxiliar va montado sobre el carro transversal y puede ser girado a cualquier ángulo horizontal respecto al eje del trono para maquinar biseles y conos. El carro auxiliar solo puede moverse manualmente girando la manivela de tornillo para su avance.

- El contrapunto se usa para soportar un extremo de la pieza de trabajo durante el maquinado, o para sostener diversas herramientas de corte, como brocas, escariadores y machuelos. El contrapunto se desliza sobre las guías prismáticas y puede fijarse en cualquier posición a lo largo de la bancada.

3.1.5.2. Tipos de tornos

Los tipos de tornos dependen de la pieza a mecanizar.

- El torno copiado: se opera con un dispositivo hidráulico y electrónico que permite el torneado de piezas mediante una plantilla. Cuando se requieren cientos o miles de piezas pequeñas idénticas, pueden producirse en tornos automáticos de husillo sencillo o múltiple. En estas máquinas pueden llevarse a cabo seis u ocho operaciones diferentes en muchas piezas al mismo tiempo. Una vez ajustada, la máquina producirá las piezas por el tiempo necesario.

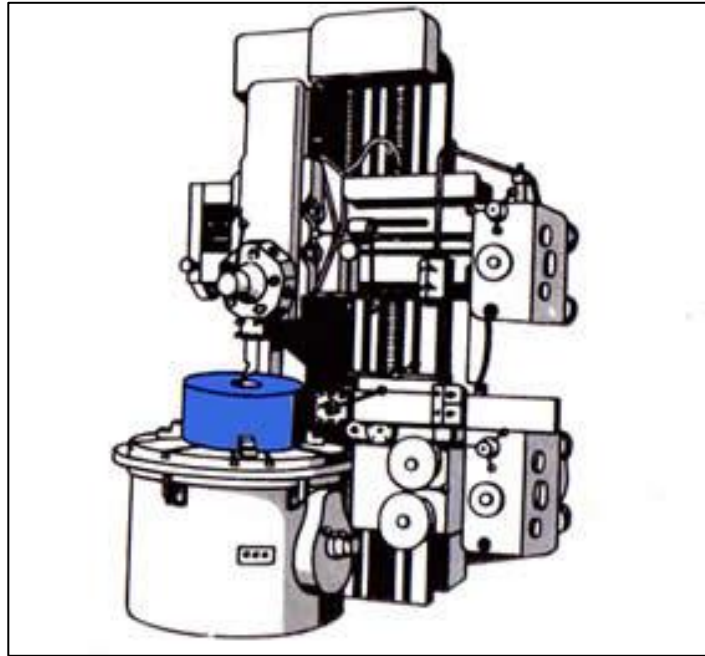
Figura 31. Torno coprador automático



Fuente: Máquinas Lampe. *Torno coprador*. Consulta: 24 de octubre de 2014.

- El torno vertical: está diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en torno horizontal.

Figura 32. Torno vertical



Fuente: IUTEB. <http://www.iuteb.edu.ve/carreras/mecanica/contenidos/taller/tect2.HTML>.

Consulta: 24 de octubre de 2014.

- El torno revolver: está equipado con un poste para herramientas con costados múltiples llamado torreta. A este al cual se pueden montar varias herramientas de corte diferentes, en una secuencia dada para llevar a cabo una serie de operaciones en cada pieza. Esta misma secuencia puede repetirse en muchas piezas, sin necesidad de cambiar o reajustar las herramientas de corte.

Figura 33. Torno revolver



Fuente: ITUGS.

3.1.5.3. Equipo auxiliar

El equipo auxiliar del torno es el siguiente:

- Mandriles: debido a su tamaño y forma, algunas piezas no pueden sujetarse y maquinarse entre centros. Los mandriles de torno tienen un uso extenso para sujetar piezas en operaciones de maquinado. Pueden ser de tres mordazas, para piezas cilíndricas o con un número de caras laterales múltiplo de tres. Los mismos cierran o abren simultáneamente sus mordazas por medio de una llave de ajuste. De cuatro mordazas cuando la pieza a sujetar es de geometría variada. En este caso, cada mordaza se ajusta por separado. También se pueden invertir para diámetros grandes.

- **Platos:** se emplea para sujetar los extremos libres de la pieza de longitud considerable y que no pueden sujetarse a un mandril o entre centros. Los platos generalmente están equipados con varias ranuras, que permiten el uso de pernos para sujetar la pieza o placa en ángulo. De esta forma el eje de la pieza de trabajo pueda alinearse con las puntas del torno.

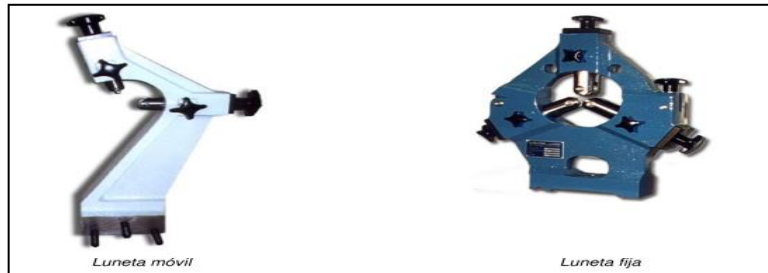
Figura 34. **Platos**



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 28 de octubre de 2014.

- **Lunetas:** cuando la pieza es muy larga y delgada, lo cual tornará flexible si está girando, o cuando el peso de la misma recomiende sostenerla, se utiliza una luneta. La misma puede ser de dos puntas de apoyo, tres o cuatro. Fija o móvil. La luneta fija se sujeta por medio de una zapata inferior y un bulón y tuerca a la bancada misma. En tanto que la móvil, se sujeta por tornillos al carro y acompaña al mismo en su desplazamiento.

Figura 35. Tipos de luneta



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 28 de octubre de 2014.

- Bridas: las mismas son piezas que sujetan un extremo en los trabajos con montaje entre puntas. Constan de un cuerpo perforado central, una cola de arrastre y un tornillo que se ajustara sobre el diámetro de la pieza.

Figura 36. Brida montaje de la pieza entre puntos



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 24 de octubre de 2014.

3.1.5.4. Herramientas de corte

En un torno se quita el metal de una pieza de trabajo haciéndola girar contra una herramienta debe ser muy dura y no debe perder su dureza por el calor generado por el maquinado. En consecuencia, debe pensarse mucho no solo en la selección del material de la herramienta de corte, sino también en los ángulos de tal herramienta, necesarios para maquinar apropiadamente el material de una pieza de trabajo. Existen básicamente dos clases de cortadores: de punta simple y de puntas múltiples o multipuntas.

Los cortadores o buriles para torno se fabrican de cinco materiales: acero de alta velocidad, aleaciones coladas o fundidas, carburos cementados, cerámicos y *cermets*.

Los cortadores o buriles para torno deben ser:

- Duros.
- Resistentes al desgaste.
- Capaces de mantener la dureza al rojo durante su operación de maquinado.
- Deben ser capaces de soportar impactos durante la operación de corte.
- Deben tener una forma tal que la arista afilada pueda penetrar debidamente en la pieza.

Su punto débil es que cuando pierden su filo, se deben reafilar, perdiendo su perfil original. Además con la consecuente pérdida de tiempo de horas-hombre y horas-máquina.

La tabla V muestra los efectos que producen los elementos de aleación en el acero.

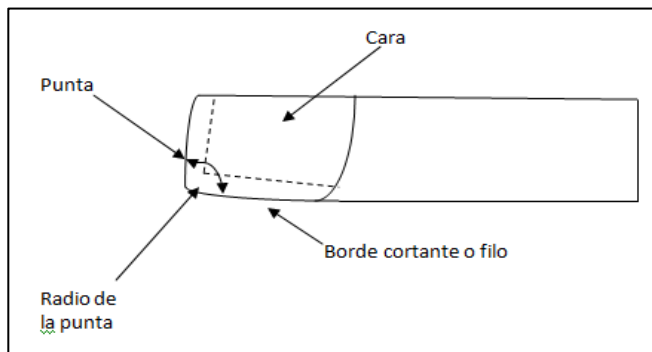
Tabla V. Efectos de los elementos de aleación en el acero

Efecto	Elemento											
	Carbono	Cromo	Cobalto	Plomo	Manganeso	Molibdeno	Niquel	Fosforo	silicio	Azufre	Tungsteno	vanadio
Aumenta la Resistencia a la tensión	X	X			X	x	X					
Aumenta la dureza	X	X										
Aumenta la resistencia al desgaste	X	X			X		X				X	
Aumenta la templabilidad	X	X			x	x	x					X
Aumenta la ductilidad					X							
Aumenta el limite elástico		x				x						
Incrementa la resistencia a la oxidación		x					X					
Incrementa la resistencia a la abrasión		X			X							
Incrementa la tenacidad		x				x	X					X
Incrementa la resistencia al impacto		X					x					X
Incrementa la resistencia a la fatiga												x
Reduce la ductilidad	x	X										
Reduce la tenacidad			X									
Eleva la temperatura crítica		x	X								X	
Baja la temperatura crítica					x		X					
Provoca fragilidad en caliente										X		
Provoca fragilidad en frio								X				
Imparte dureza al rojo			x			x					X	
Imparte una estructura de grano fina					x							X
Reduce la deformación					x		X					
Actúa como desoxidante					x				X			
Actúa como desulfurizante					X							
Imparte propiedades de templado en aceite		x			x	x	x					
Imparte propiedades de templado en aire					x	X						
Elimina sopladuras de porosidad								X				

Fuente: Tecnología de las máquinas herramienta. *Tecnología del corte de metales*. p. 210.

Las herramientas de corte utilizadas en el torno son por lo general de punta simple. Aunque la forma del buril se modifica para diversas aplicaciones, se aplica la misma nomenclatura a todas las herramientas de corte.

Figura 37. **Nomenclatura de un cortador de torno**



Fuente: elaboración propia.

- La base es la superficie inferior del cuerpo de la herramienta.
- El filo es el borde frontal del buril, que realiza el corte.
- La cara es la superficie superior contra la que empuja la viruta conforme se separa de la pieza trabajo.
- El flanco es la superficie lateral de la herramienta adyacente y situada debajo de la arista afilada.
- La punta es el extremo filoso de la herramienta de corte, formado en la unión del flanco y la superficie frontal.
- El radio de punta (o nariz) es el de curvatura de la punta. El tamaño del mismo afectará el acabado. Para desbaste se utiliza un radio de punta pequeño [de aproximadamente ,015" (0,38 mm)]. Se usa un radio mayor [de aproximadamente 0,06" a 0,125" (1,5 mm a 3 mm)] para los cortes de acabado.

3.1.5.4.1. Ángulos de corte

El funcionamiento adecuado de un cortador depende de los ángulos de alivio y de ataque. Estos deben formarse en la herramienta.

En la VI se indican el ángulo de cara, el ángulo del filo y los ángulos de incidencia de los buriles para el maquinado de diversos metales.

Tabla VI. **Ángulos recomendados (en grados) para herramientas de carburo con punta simple**

Material	Ángulo de incidencia lateral	Ángulo de incidencia en el extremo	Ángulo del filo de corte lateral	Ángulo de la cara	Ángulo en la punta
Aluminio	12	8	15	35	63
Latón	10	8	5 a 24	0	75 a 84
Bronce	10	8	5 a 24	0	75 a 84
Hierro colado	10	8	12	5	68
Cobre	12	10	20	16	58
Acero para maquinas	10 a 12	8	12 a 18	8 a 15	60 a 68
Acero para herramientas	10	8	12	8	68
Acero inoxidable	10	8	15 a 20	8	72

Fuente: Tecnología de las máquinas herramienta. *Tecnología del corte de metales*. p. 212.

3.1.5.4.2. Velocidad de corte

La velocidad de corte (V_c) es en minutos [m/minuto] llamada (V_c) velocidad tangencial; es la velocidad que el material (viruta) tiene sobre la superficie de la herramienta (plaquita).

Con base en investigaciones y pruebas realizadas por fabricantes de acero y herramientas de corte, se recomienda la velocidad de corte para herramientas de acero de alta velocidad. Estas se encuentran listadas en la tabla VII para obtener velocidades eficientes de remoción de metal.

Tabla VII. **Velocidades de corte en torno en pie y metro por minuto, utilizando una herramienta de acero**

Material	Torneado y torneado de interiores					
	Corte de desbaste		Corte de acabado		Roscado	
	pie/min	m/min	pie/min	m/min	pie/min	m/min
Acero para maquinaria	90	27	100	30	35	11
Acero para herramienta	70	21	90	27	30	9
Hierro fundido	60	18	80	24	25	8
Bronce	90	27	100	30	25	8
Aluminio	200	61	300	93	60	18

Fuente: Tecnología de las máquinas herramienta. *Velocidades de corte*. p. 155.

3.1.5.4.3. Velocidad de avance

La velocidad de avance (f_n) [mm/ revolución] es la velocidad de la herramienta en relación a la pieza girando. Se dice que es la velocidad de avance del carro. Por ejemplo, si el torno está ajustado con un avance de ,015" (0,4mm), la herramienta de corte se moverá a lo largo de la pieza ,015 " (0,4mm) por cada vuelta completa que de la pieza.

Es de vital importancia para la correcta formación de viruta, y la terminación superficial de la pieza.

La tabla VIII muestra los avances recomendados para cortar diversos materiales cuando se utilizan herramientas de corte de acero de alta velocidad.

Tabla VIII. **Avances para diversos materiales (con herramienta de corte de acero de alta velocidad)**

Material	Cortes de desbaste		Corte acabado	
	pulg	mm	pulg	mm
Acero para maquinaria	,010 a ,020	,25 a ,5	,003 a ,010	,007 a ,25
Acero para herramienta	,010 a ,020	,025 a ,5	,003 a ,010	,007 a ,25
Hierro fundido	,015 a ,025	,4 a ,65	,005 a ,012	,13 a ,3
Bronce	,015 a ,025	,4 a ,65	,003 a ,010	,07 a ,025
Aluminio	,015 a ,030	,4 a ,75	,005 a ,010	,13 a ,25

Fuente: Tecnología de las máquinas herramienta. *Velocidad de avance*. p. 156.

3.1.5.4.4. Tiempo de torneado

Un mecánico debe ser capaz de estimar el tiempo necesario para maquinar una pieza de trabajo. Deben tomarse en consideración factores como la velocidad del husillo, el avance y la profundidad de corte.

Puede aplicarse la siguiente fórmula, para calcular el tiempo necesario para maquinar una pieza de trabajo.

$$Tiempo = \frac{distancia}{velocidad}$$

donde

distancia = longitud del corte

velocidad = avance X r/min

3.1.5.4.5. Profundidad de corte

Puede definirse como la profundidad de la viruta que la herramienta de corte saca y es la mitad de la cantidad total eliminada de la pieza de trabajo en un corte. Cuando se maquina una pieza, si es posible haga solamente un corte de desbaste y otro de acabado. En la figura 38 se muestra un profundidad de corte de ,125" realizándose en una pieza de 2". El diámetro se reduce ,250" a 1,750".

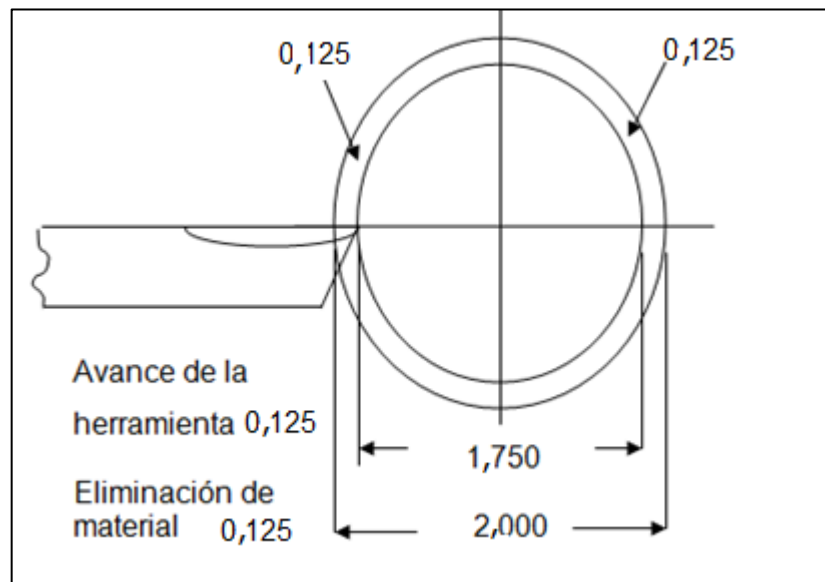
La profundidad de corte de desbaste en un torno dependerá de los siguientes factores:

- El estado de la máquina
- El tipo y forma de la herramienta de corte utilizada

- La rigidez de la pieza de trabajo, máquina y herramienta de corte
- La velocidad de avance

La profundidad de un corte de acabado en un torno depende del tipo de pieza de trabajo y del acabado requerido. En cualquier caso, no debe ser menor que ,005" (0,13 mm).

Figura 38. **Profundidad de corte en un torno**



Fuente: elaboración propia.

3.1.5.4.6. Especificaciones técnicas

En la tabla IX se da un ejemplo sobre las principales especificaciones técnicas de un torno.

Tabla IX. **Ejemplo de las principales especificaciones técnicas en un torno paralelo Follow CE460X1500**

Distancia entre puntos (mm)	1500
Diámetro admitido sobre bancada (mm)	460
Diámetro admitido sobre escote (mm)	700
Diámetro admitido sobre carro (mm)	300
Anchura de bancada (mm)	340
Longitud del escote (mm)	310
Agujero del husillo principal (mm)	80
Nariz del husillo	CAMLOCK N°8
Cono Morse del husillo principal	MT7
Gama de velocidades del husillo en RPM	25-1800
Número de velocidades	12
Avances longitudinales (mm/rev)	0,041-2,46
Avances transversales (mm/rev)	0,02-1,23
Pasos métricos	(24) 0,5-20
Pasos whitworth en hilos por "	(61)1,5/8-72
Pasos modulares	(20) 0,25-10
Pasos diametral pitch	(45) 96-31/4
Paso del husillo principal (mm)	Ø - 40x 12 DP
Recorrido del carro transversal (mm)	290

Continuación de la tabla IX.

Recorrido del charriot (mm)	135
Dimensiones máximas de la herramienta (mm)	25x25
Diámetro de la caña del contrapunto (mm)	75
Recorrido de la caña del contrapunto (mm)	150
Cono Morse del contrapunto	MT 5
Potencia del motor principal (kW)	5,5
Potencia del motor de la bomba (kW)	0,09
Dimensiones largo x ancho x alto (mm)	2950x1150x1600
Peso neto (Kg)	2900

Fuente: Heller. *Torno paralelo*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

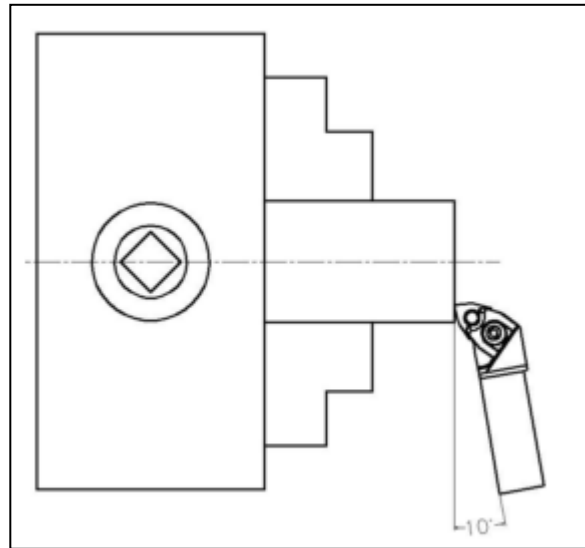
3.1.5.5. Operaciones de torneado

A continuación se detallan las diferentes operaciones que se pueden realizar en el torno.

3.1.5.5.1. Refrentado

Tienen lugar limpiando el frente de la pieza. El cuerpo de la herramienta y el filo principal de corte, deben formar un ángulo pequeño contra la cara a mecanizar. Para la mejor formación de viruta, es conveniente elegir siempre una dirección del corte que proporcione un ángulo lo más cercano a 90° como sea posible (se debe evitar que el ángulo de entrada sea muy pequeño). Una mejor formación de la viruta se puede alcanzar con una dirección de avance hacia el eje que también reduce al mínimo el riesgo de la vibración.

Figura 39. **Refrentado desbaste frontal**



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

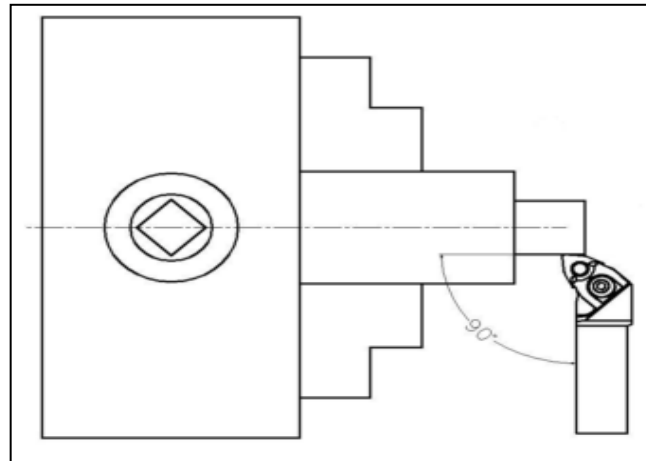
3.1.5.5.2. **Cilindrado**

Se consigue mecanizando la cara lateral de la pieza. Esto con movimientos de penetración perpendiculares al eje de la misma, por medio del carro transversal. Con movimiento de avance paralelo al eje, por medio del carro longitudinal.

Para un mejor desprendimiento de la viruta se recomienda, en la mayoría de los casos, que el ángulo que forme el filo de corte con la superficie de la pieza, sea levemente mayor a 90° (92° - 93°).

Esto se consigue si se posiciona la porta inserta perpendicular al eje del torno. Entre el cuerpo de la porta y el apoyo del inserto se encuentran esos 2 o 3° de diferencia.

Figura 40. **Cilindrado**



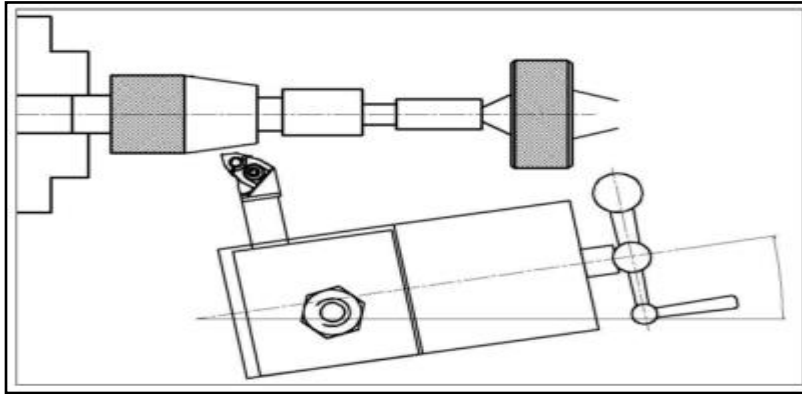
Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

3.1.5.5.3. **Torneado cónico**

El torneado de conos en un torno puede realizarse con la pieza sostenida entre centros o sobre el mandril del torno. Existen tres métodos para producir conos:

- El mecanizado: se realiza avanzando con el carro superior (*charriot*) en lugar de hacerlo con el longitudinal. El inconveniente es que dicho desplazamiento solo se puede hacer de manera manual, teniendo superficies de terminación algo imperfectas. Para posicionar el *charriot* inclinado se deben aflojar las tuercas que tienen en su parte anterior y posterior. De esta manera, la base del *charriot* gira sobre el carro transversal un determinado ángulo (ver figura 41).

Figura 41. **Ajustando el carro superior**



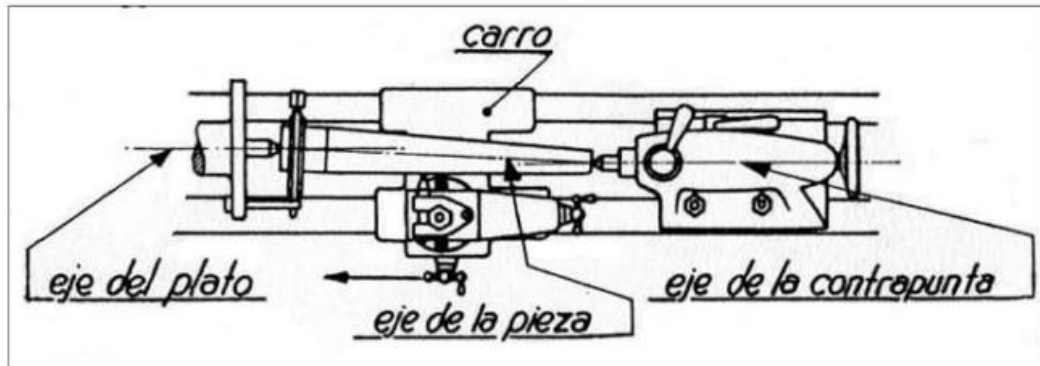
Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

- Otra forma de hacer conos en el torno es corriendo lateralmente la contrapunta sobre su base.

Como la carrera del carro superior es de longitud limitada, para torneer conos largos (si la conicidad no es pronunciada) se puede mover lateralmente la contrapunta. Ajustando o aflojando los tornillos de registro laterales del cuerpo de la contrapunta, se puede desplazar el mismo un par de milímetros, de acuerdo a una regla milimetrada ubicada en la parte posterior.

Esto es posible, debido a que se saca de alineación el eje de la contrapunta con respecto al eje del torno, y como el carro longitudinal solamente se desplaza en forma paralela el eje. La herramienta desbastará material en un extremo más que en el otro (ver figura 42).

Figura 42. **Desplazamiento de contrapunto**



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

El método a utilizar para maquinar cualquier cono depende de la longitud de la pieza, la longitud del cono, el ángulo del cono y la cantidad de piezas que se van a maquinar.

3.1.5.5.4. **Taladrado**

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

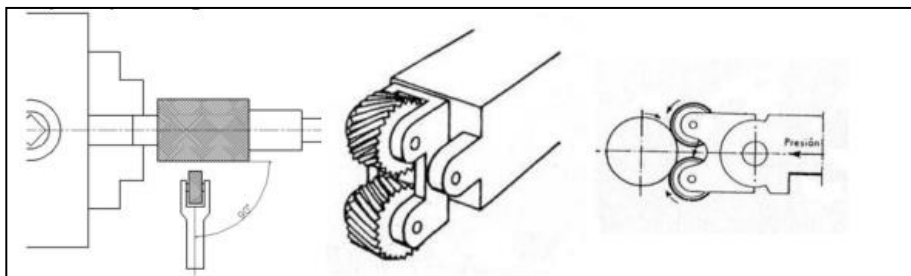
El taladrado hecho en torno generalmente produce agujeros de sobretamaño y las brocas se mueven con cierta excentricidad respecto al eje del torno. No sucede tal cosa en el caso de algunos tipos de taladrado para manufactura, como el taladro de mano. Sin embargo, es posible lograr un alineamiento axial más perfecto cuando se hace girar la pieza de trabajo y se mantiene fija la broca. No todos los tornos pueden realizar todas estas

operaciones que se indican, sino que eso depende del tipo de torno que se utilice y de los accesorios o equipamientos que tenga.

3.1.5.5.5. Moleteado

Es la única operación de mecanizado en el torno que no desprende viruta, ya que trabaja comprimiendo sobre la superficie lateral de la pieza, una o dos ruedas con un labrado especial. Esta herramienta llamada molete, dibuja sobre el material un grabado, cuya finalidad es evitar el deslizamiento en superficie que requiera agarre.

Figura 43. Moleteado



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

3.1.5.5.6. Roscado

Una roca puede definirse como una cresta helicoidal de sección uniforme que se forma en el interior o exterior de un cilindro o cono. Las roscas se utilizan para varios propósitos:

- Para sujetar dispositivos como tornillos, pernos, espárragos y roscas.

- Para proporcionar una medición precisa como en un micrómetro.
- Para transmitir movimiento. El tornillo principal roscado en el torno hace que el carro longitudinal se mueva cuando está cortando roscas.
- Para aumentar la fuerza. Pueden levantarse piezas pesadas con un gato de tornillo.

Para comprender y calcular las partes y tamaño de las roscas, deben conocerse las siguientes definiciones relacionadas con las roscas de tornillo.

- Una rosca de tornillo es una cresta helicoidal de sección uniforme que se forma en el interior o exterior de un cilindro o cono.
- Una rosca externa se corta en una superficie en conos externos, como en un tornillo de presión o en un tornillo para madera.
- Una rosca interna se produce en el interior de un cilindro o cono, como la rosca en el interior de una tuerca.
- El diámetro mayor es el diámetro más grande de una roca externa o interna.
- El diámetro menor es el diámetro más pequeño de una rosca externa o interna. Antes esto era conocido como el diámetro de raíz.
- El diámetro de paso es el diámetro de un cilindro imaginario que pasa a través de la rosca en el punto donde el ancho de la ranura y de la rosca son iguales.

- El diámetro de paso es igual al diámetro mayor menos una profundidad sencilla de la rosca. Las tolerancias y holguras de las roscas están en la línea del diámetro de paso. El diámetro de paso también se utiliza para determinar el diámetro exterior para roscas laminadas.
- El número de roscas por pulgada es cantidad de crestas o raíces por pulgada de sección roscada. Este término no se aplica a roscas en sistema métrico.
- El paso es la distancia desde un punto en un hilo de la rosca hasta el punto correspondiente en el siguiente hilo, medido paralelo al eje.
- El paso se expresa en milímetros en roscas de sistema métrico.
- El avance es la distancia que una rosca avanza axialmente en una revolución. En una rosca de un solo filete, el avance y el paso son iguales.
- La raíz es la superficie del fondo, que une los costados de dos filetes adyacentes. La raíz de una rosca externa está en el diámetro menor. La raíz de una rosca interna está en el diámetro menor.
- La cresta es la superficie superior que une los dos flancos de una rosca.
- El flanco es la superficie de la rosca que conecta la cresta con la raíz.
- La profundidad de rosca es la distancia entre la cresta y la raíz, medida en forma perpendicular al eje.
- El ángulo de hélice es el ángulo que hace la rosca con un plano perpendicular al eje de la rosca.

- El ángulo de la roca es el ángulo incluido entre los flancos de la rosca, medido según el plano del eje.

Las formas de roscas según el Estándar de Roscas Métricas de ISO tiene 25 tamaños de roscas cuyos diámetros van de 1,6 a 100 mm. Estas roscas métricas se identifican mediante la serie M, el diámetro nominal y el paso. Por ejemplo, una rosca métrica con un diámetro exterior de 5 mm y un paso de 0,8 mm se identifica como sigue: M 5 X 0,8.

Tabla X. **Combinaciones de paso y diámetros métricos ISO**

Diámetro nominal(m m)	Paso de paso (mm)	Diámetro nominal (mm)	Paso de paso (mm)
1,6	0,35	20	2,5
2	0,4	24	3
2,5	0,45	30	3,5
3	0,5	36	4
3,5	0,6	42	4,5
4	0,7	48	5
5	0,8	56	5,5
6,3	1	64	6
8	1,25	72	6
10	1,5	80	6
12	1,75	90	6
14	2	100	6
16	2		

Fuente: elaboración propia.

El corte de roscas en el torno es un proceso que produce una cresta helicoidal de sección uniforme sobre una pieza de trabajo. Se lleva a cabo realizando cortes sucesivos con una herramienta de roscado, con la misma forma que la rosca requerida. Las piezas que se van a roscas pueden sostenerse entre centros o en un mandril. Si la pieza se sostiene en un mandril, debe tornearse al tamaño y roscarse, antes de retirar la pieza.

3.1.5.5.7. Chaflanado

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

3.1.5.6. Formación de viruta

Cuando una herramienta cortante toma contacto con un material en rotación, esta actúa como una cuña, comprimiendo el material sobre su cara superior desprendiéndolo.

Si el material es dúctil. Este formará una viruta larga, tal el caso de los aceros, pero si el material es frágil, como en la fundición de hierro, esta se desprende en pequeñas partículas por separado. La viruta puede generarse de esta manera: si se trabaja con un solo filo de corte, se desprenderá una sola viruta libremente sobre la cara superior de la herramienta. Este tipo de viruta se denomina viruta libre.

Si se trabaja con varios filos a la vez, como en el roscado, tronzado o ranurado, se llama viruta vinculada. Esta se caracteriza por desprender varias virutas que se entorpecerán entre sí, dificultando el desprendimiento de las mismas y generando una importante presión sobre la herramienta.

Se clasifican también de acuerdo a su forma una vez que se desprende. Puede ser desprendida (C) cuando sus trozos son más o menos largos y con quebraduras. En este caso, se supone que no se está trabajando de la manera

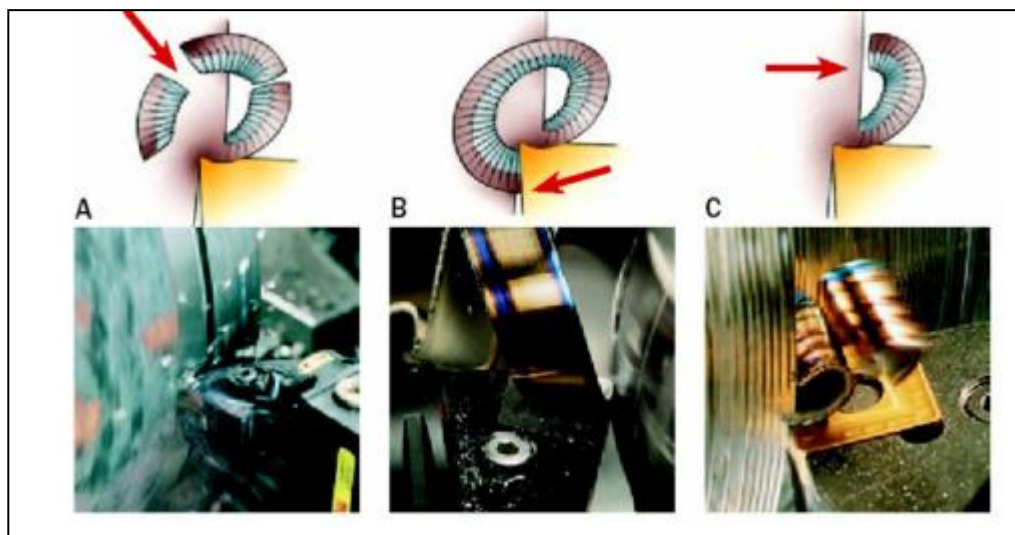
correcta; la herramienta no es la adecuada, la velocidad de corte no es la conveniente, o no son compatibles material y herramienta.

Si se desprenden trozos cortos de tramos iguales, se está en presencia de un material frágil y la viruta es arrancada (A).

Un caso propio de los aceros dúctiles es la viruta larga y espiralaza, llamada viruta plástica (B).

El uso de insertos con un rompevirutas adecuado reduce este inconveniente.

Figura 44. **Formación de viruta**



Fuente: EPETRG. *Principios de torneado*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

3.1.5.7. Normas de seguridad en el torneado

El torno, como la mayor parte de las demás máquinas herramientas, puede representar riesgos si no se opera correctamente. Se debe estar al tanto de la importancia de mantener la máquina y el área limpia y ordenada. Debido a que se trabaja con estudiantes se les debe explicar que para operar la máquina deben seguir las instrucciones dadas por el instructor y así evitar accidentes, que por lo general son provocados por descuidos. Para minimizar las posibilidades que ocurran accidentes cuando se opera un torno se deben tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- Siempre utilizar gafas de seguridad aprobadas. Durante la operación del torno, las virutas vuelan y es importante proteger ojos.
- Las mangas cortas son preferibles, ya que la ropa suela puede quedar atrapada por los pernos del trono, mandriles y partes que giran.
- Nunca usar anillos, pulseras o reloj.
- No opere el torno hasta que comprenda a fondo sus controles.
- Nunca opere la maquina si las guardas de seguridad no están colocadas o no están correctamente cerradas.
- Detener el torno antes de medir la pieza de trabajo o antes de limpiar, aceitar o ajustar la máquina.
- Nunca intentar detener el mandril de un torno o el plato impulsor con la mano.

- Asegurarse que el mandril o el plato estén montados firmemente, antes de arrancar el torno.
- Se debe lubricar, al menos una vez al día, los órganos del torno.

3.1.6. Taladro

Es una máquina que permite hacer agujeros debido al movimiento de rotación que adquiere la broca sujeta en su cabezal. El taladro consta de un eje (que hace girar la broca y puede avanzar hacia la pieza de trabajo, ya sea automática o manualmente) y una mesa de trabajo que sostiene rígidamente la pieza de trabajo. Este se utiliza principalmente para hacer perforaciones en metales. Sin embargo, también puede llevarse a cabo operación como roscada, rimado, contrataladrado, abocardado, mandrilado y refrentado.

Figura 45. Partes del taladro



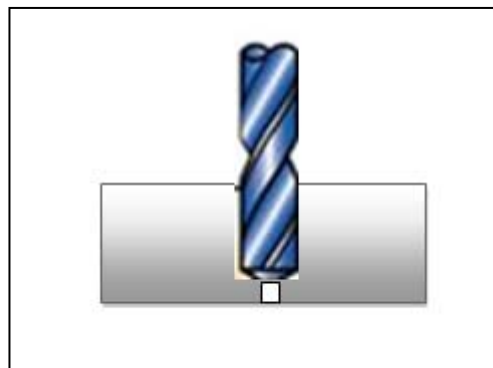
Fuente: ITUGS.

3.1.6.1. Proceso de taladrado

Es la operación que se utiliza para producir una perforación, cuando se elimina metal de una masa sólida, utilizando una herramienta de corte llamada broca espiral o helicoidal. El taladrado produce una perforación recta.

De todos los procesos de mecanizado, el taladrado es considerado como uno de los más importantes, debido a su amplio uso y facilidad de realización. Puesto que es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de realizar y que se hace necesario en la mayoría de componentes que se fabrican.

Figura 46. Taladrado



Fuente: elaboración propia.

3.1.6.2. Producción de agujeros

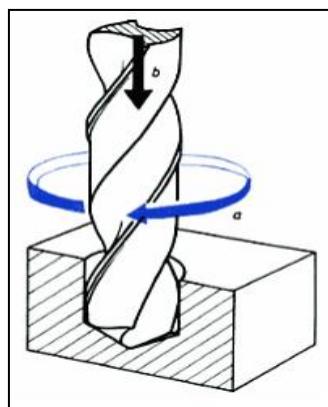
Los factores principales que caracterizan un agujero, desde el punto de vista de su mecanizado, son:

- Diámetro
- Calidad superficial y tolerancia

- Material de la pieza
- Material de la broca
- Longitud del agujero
- Condiciones tecnológicas del mecanizado
- Cantidad de agujeros a producir
- Sistema de fijación de la pieza en el taladro

En la figura 47 se muestra el movimiento de rotación a y b, movimiento de avance. De las dos funciones, el avance de la herramienta de corte a lo largo de su eje es el más crítico y el de mayor consideración en el diseño de la maquina taladradora. Aunque esta función puede ser realizada mecánicamente, a mano, por medio de engranajes, o por sistema hidráulico, lo que la hace critica es la magnitud de la fuerza necesaria para el avance. La rotación de la broca es, por comparación, un asunto sencillo. La operación de taladrado va siempre acompañada de gran desprendimiento de calor, por lo que se impone una abundante lubricación con una mezcla de agua y aceite soluble.

Figura 47. **Movimientos del taladro**



Fuente: BAVARESCO, Guillermo. *Taladradora*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

3.1.6.3. Tipos de taladros

A continuación se listan los taladros más comunes:

- Taladros sensibles: el tipo más simple de taladro, ya que tiene solo un mecanismo de avance manual. Esto permite al operador sentir como está cortando la broca y controlar la presión de avance hacia debajo de acuerdo con la sensación. Los taladros sensibles son por lo general máquinas ligeras, de alta velocidad y se fabrican en modelos de banco y de piso.
- El taladro vertical estándar: es similar al taladro de tipo sensible, excepto que es más grande y pesado. Las diferencias básicas son las siguientes:
 - Está equipado con una caja de engranajes para proveer de una mayor variedad de velocidades.
 - El husillo puede moverse mediante tres métodos:
 - Manualmente: con una palanca.
 - Manualmente: con una rueda para la mayoría de los modelos.
 - Automáticamente: mediante el mecanismo de avance.
 - La mesa puede subirse o bajarse por medio de un mecanismo de elevación.
- El taladro radial: a veces conocido como el taladro de brazo radial (ver figura 48). Se ha desarrollado principalmente para el manejo de piezas de

trabajo más grandes de lo que es posible con las máquinas verticales. Las ventajas de esta máquina sobre el taladro vertical son:

- Pueden maquinarse máquinas más grandes y pesadas.
- El cabezal del taladro puede subirse o bajarse fácilmente, para acomodarse a diferentes alturas en la pieza de trabajo.
- El cabezal del taladro puede moverse rápidamente a cualquier posición deseada, mientras la pieza de trabajo permanece sujeta en una posición. Esta característica permite una mayor producción.
- La máquina tiene mayor potencia; por lo que puede utilizarse herramientas de corte más grandes.

Figura 48. **Taladro radial**



Fuente: BAVARESCO, Guillermo. *Taladradora*. Consulta: 30 de octubre de 2014.

3.1.6.4. Características técnicas de la brocas

Las brocas helicoidales son herramientas de corte por el extremo, utilizadas para producir perforaciones en casi toda clase de materiales. Hoy en día se fabrican con acero de alta velocidad la mayoría de las brocas helicoidales utilizadas en el taller de trabajo de maquinado. Las brocas de alta velocidad vienen siempre estampadas con las letras H.S o H.S.S.

La velocidad de una broca helicoidal se denomina como velocidad de corte, velocidad superficial o velocidad periférica. Es la distancia que recorrerá un punto de la circunferencia de la broca en un minuto.

Se utiliza una amplia variada y tamaños de brocas para cortar diversos metales. Igualmente, se requiere de un amplio rango de velocidades para que la broca corte de manera eficiente.

3.1.6.4.1. Elementos de una broca

Una broca puede dividirse en tres partes principales: vástago, cuerpo y punta.

Por lo general, las brocas de hasta ½" o 13 mm de diámetro tienen vástagos rectos, en tanto que aquellas con diámetro mayor, usualmente tienen vástagos cónicos. Las brocas de vástago recto se sujetan en un mandril de broca: las brocas de vástago cónico ingresan en el cono interno que viene en el usillo del taladro.

El cuerpo es la porción de la broca entre el vástago y la punta. Consiste en una cantidad de partes importantes para la eficiencia de la acción corte.

- Los canales son dos o más ranuras helicoidales cortadas alrededor del cuerpo de la broca. Forman los bordes cortantes, admiten el fluido para corte, y permiten que las virutas salgan de la perforación.
- El margen es la sección estrecha y elevada del cuerpo de la broca.
- El claro del cuerpo es la porción rebajada del cuerpo entre el margen y los canales.
- El alma es la partición delgada en el centro de la broca que se extiende a todo lo largo de los canales.

La punta de una broca helicoidal consta de una punta de cincel, los labios, el claro de salida del labio y las caras inclinadas. La punta de cincel es la porción en forma de cincel en la punta de la broca. Los labios están formados por la intersección de los canales. Los labios deben tener una longitud igual y el mismo ángulo, de manera que la broca se mueva con facilidad y no haga una perforación mayor que el tamaño de la broca. El claro del labio es la porción de alivio en la punta de la broca que se extiende desde los labios cortantes hasta las caras inclinadas. El claro o ángulo de salida del labio promedio es de 8° a 12°, dependiendo de la dureza o qué tan blando es el material a taladrar.

3.1.6.4.2. Características de las brocas de metal duro

Para las máquinas taladradoras de gran producción se utilizan brocas macizas de metal duro para agujeros pequeños y barras de mandrinar con plaquitas cambiables para el mecanizado de agujeros grandes. Su selección se

hace teniendo en cuenta el material de la pieza, el tipo de aplicación y las condiciones de mecanizado.

Figura 49. **Broca de metal duro**



Fuente: Mitsubishi Materials. *Brocas*. Consulta: 5 de noviembre de 2014.

- Metal duro (carburo de tungsteno): es cada vez más empleado como material de herramientas de corte giratorias. Posee ventajas que lo destacan frente al acero rápido, como ser su dureza, resistencia al desgaste y al calor, su rigidez y mejor filo de corte. En el mercado usualmente hay dos tipos de brocas con este material.
- Las brocas, cuya manufactura está realizada con metal duro, son más caras que las comunes de HSS, pero su aplicación es sobre materiales extremadamente duros de perforar.

3.1.6.5. Control de viruta y fluido refrigerante

La formación de la viruta y su evacuación son un factor crítico a la hora de taladrar. Dependen del material de la pieza, la elección de la broca/geometría de plaquita, la presión/volumen de refrigerante y los datos de corte.

El atasco de la viruta puede provocar el desplazamiento radial de la broca y afectar a la calidad del agujero, la vida útil y la fiabilidad de la broca, o a la rotura de brocas/plaquitas.

Se considera que la formación de viruta es aceptable cuando es posible evacuar la viruta de la broca sin perturbaciones. El mejor modo de identificarlo es escuchar durante el taladrado. Un sonido homogéneo significa que la evacuación de la viruta es buena, pero un sonido intermitente indica que la viruta se atasca.

Figura 50. **Efecto de la viruta en el taladrado**



Fuente: BAVARESCO, Guillermo. *Taladradora*. Consulta: 5 de noviembre de 2014.

Para evitar que la viruta se atasque se deben seguir los siguientes pasos:

- Comprobar que se estén utilizando los datos de corte y la broca/geometría de punta correctas.
- Inspeccionar la formación de viruta y ajustar el avance y la velocidad.
- Comprobar el caudal y la presión del refrigerante.

- Inspeccionar los filos. Un filo astillado puede generar una viruta larga, que luego se divide.
- Comprobar si la maquinabilidad ha cambiado debido al nuevo lote de piezas; ajustar los datos de corte.
- Al taladrar piezas de trabajo con velocidades y avances de corte recomendados se genera una cantidad considerable de calor en la punta de la broca. Este calor debe disiparse tan rápidamente como sea posible; de lo contrario, hará que la broca pierda rápidamente el filo.

El propósito de un líquido de corte es proporcionar enfriamiento y lubricación. Para que un líquido sea de mayor eficiencia posible para disipar calor debe ser capaz de absorber el calor muy rápido.

3.1.6.5.1. Normas de seguridad en el taladrado

Se deben de seguir las siguientes indicaciones antes y después de la utilización del taladro.

Antes de poner el taladro en marcha para comenzar el trabajo de mecanizado, deberá comprobarse:

- Que la mesa de trabajo y su brazo están perfectamente bloqueados, si el trabajo es radial o de columna.
- Que el cabezal está bien bloqueado y situado, si el taladro es de sobremesa.

- Que la mordaza, tornillo o dispositivo de sujeción de que se trate, está fuertemente anclado a la mesa de trabajo.
- Que la pieza de taladrar está firmemente sujeta al dispositivo de sujeción, para que no pueda girar y producir lesiones.
- Que nada estorbará a la broca en su movimiento de rotación y de avance.
- Que la broca está perfectamente fijada al portaherramientas.
- Que la broca está perfectamente afilada, de acuerdo al tipo de material que se va a mecanizar.
- Que la carcasa de protección de las poleas de transmisión está bien situada.

Durante el taladrado

- Durante el taladrado deben mantenerse las manos alejadas de la broca.
- Siempre que se tenga que verificar el taladro deberá pararse este, desconectando la corriente.
- Nunca se sujetará con la mano la pieza a trabajar. Cualquiera que sea la pieza a trabajar debe sujetarse mecánicamente, para impedir que pueda girar al ser taladrada, mediante mordazas, tornillos, y otros.

- Debe limpiarse bien el cono del eje, antes de ajustar una broca. Un mal ajuste de la broca puede producir su rotura con el consiguiente riesgo de proyección de fragmentos.
- 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 deprisa.
- No deben utilizarse botadores de broca cuya cabeza presente rebabas, debido al riesgo de que se produzcan proyecciones de esquirlas.
- Para mayor seguridad, ni al principio ni al final del taladrado se usará el avance automático.

3.1.7. Rectificadora de superficies planas y cilíndricas

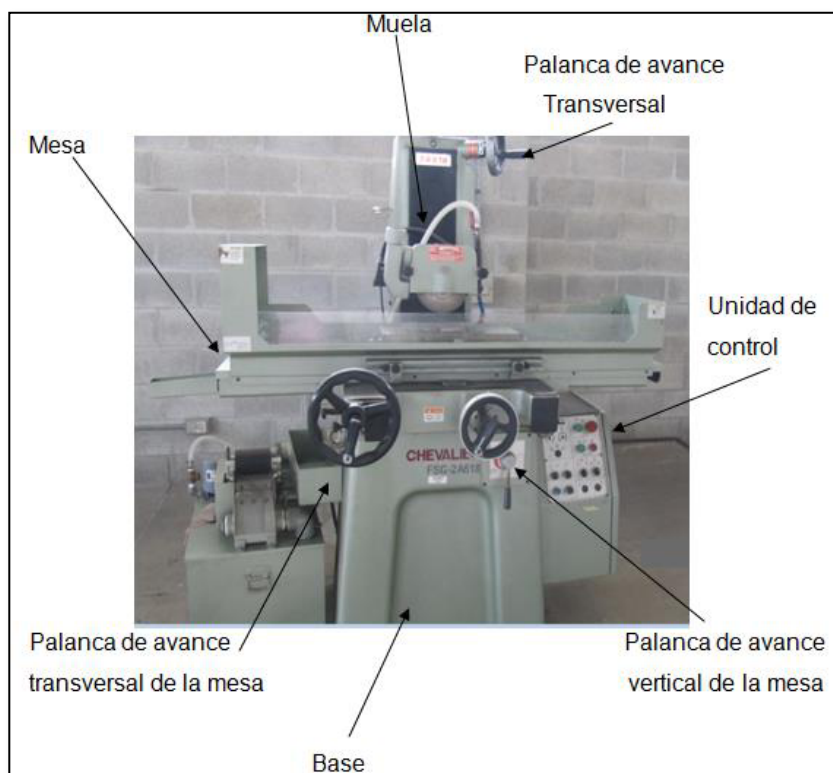
El rectificado de superficies es un término que se refiere a la producción de superficies planas, con contorno o irregularidades. En una pieza que es pasada contra la rueda de esmeril giratoria.

Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico. El rectificado se aplica luego que la pieza ha sido sometida a otras máquinas herramientas que han quitado las impurezas mayores. Estas han dejado solamente un pequeño excedente de material para ser eliminado por la rectificadora con precisión.

3.1.7.1. Partes de una rectificadora

En la figura 51 se muestran las partes más importantes de una rectificadora plana.

Figura 51. Rectificadora plana



Fuente: ITUGS.

3.1.7.2. Principio de funcionamiento

La rectificadora de superficies planas se utiliza sobre piezas de trabajos endurecidos o sin endurecer. Ya que la pieza puede sostenerse mediante

diversos métodos y puede darse forma a la cara de la rueda mediante el afilado, es posible llevar a cabo operaciones como rectificado de perfil, angular y vertical. El rectificado de superficies lleva a la pieza tolerancias estrechas y produce un alto acabado superficial.

La forma fundamental de rectificado cilíndrico se hace con la pieza de trabajo montada entre centros. Por exactitud, girará la pieza de trabajo entre centros muertos entre ambos extremos, dando movimiento a dicha pieza. Esto por medio de un plato que gira en forma concéntrica respecto al centro de la cabeza de la máquina.

La rectificadora cilíndrica siempre es capaz de rectificar también partes cónicas, por la oscilación de la mesa en torno a un eje vertical, a la manera de la mesa de una fresadora universal. También se puede utilizar en desplazamiento vertical de la rueda respecto a la pieza de trabajo, sin que la mesa tenga movimiento alguno.

3.1.7.3. Tipos de muelas giratorias

Para establecer las características de las muelas existe una clasificación para cada tipo, como se muestra en la figura 52.

Figura 52. **Muelas giratorias**

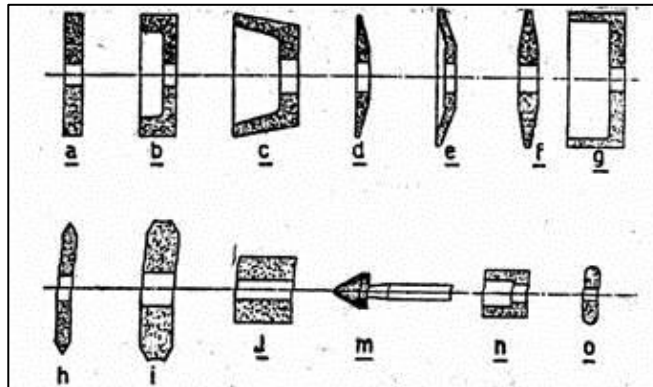


Figura: Polilibros. *Introducción de Máquinas Herramientas*. Consulta: 5 de noviembre de 2014.

3.1.7.4. **Medidas de seguridad**

Se debe tener un cuidado especial al utilizar la rueda de rectificado, ya que tiene un potencial muy peligroso. Es especial debido a que la mayoría de las ruedas operan a una velocidad periférica de 6 500 pie/ min.

Las siguientes precauciones generales deben observarse al utilizar cualquier tipo de rueda de rectificado.

- Utilice la rueda correcta: si una rueda está diseñada para rectificar en su periferia, no rectifique sobre el costado.
- Pruebe la rueda: haga la prueba de sonido a la rueda antes de montarla, golpeándola con el extremo de un destornillador o martillo de madera. Las ruedas vitrificadas producirán un claro sonido de campana, en tanto que las ruedas resinoides deben inspeccionarse con la vista.

- Registros: utilice siempre los registros de montaje que vienen con la rueda, para asegurar una presión uniforme en las bridas en el costado de la rueda y alrededor de la perforación del eje.
- Ajuste de los pernos de la brida.
- Velocidad máxima: no exceda la velocidad máxima o de seguridad marcada en la rueda o en el registro.
- Lentes de seguridad: siempre utilice lentes cuando rectifique, para proteger sus ojos de las finas partículas abrasivas y virutas.

3.1.8. Fresadora

Es una máquina eléctrica rotativa en la que se coloca la herramienta de corte (llamada fresa). Debido al movimiento giratorio que esta adquiere y al movimiento longitudinal que se da a la fresadora, va haciendo el labrado en la pieza a fresar.

La fresadora permite realizar operaciones de fresado en superficies de diferentes formas, como:

- Planas
- Cóncavas
- Convexas
- Combinadas
- Ranuradas
- Engranajes
- Hélices

3.1.8.1. Tipos de fresadoras

Dentro de las fresadoras más comunes se tienen las siguientes:

- Fresadora horizontal corriente: esencialmente constan de una bancada vertical llamada cuerpo de la fresadora. A lo largo de una de las caras se desliza una escuadra llamada ménsula o consola, sobre la cual, a su vez, se mueve un carro portamesa que se ha de fresar. En la parte superior de la bancada están alojados los cojinetes en los que gira el árbol o eje principal, que a su vez puede ir prolongado por un eje portafresas. Estas fresadoras se llaman universales cuando la mesa de trabajo puede girar alrededor de un eje vertical y puede recibir movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal, o al menos en sentido longitudinal.
- Fresadora universal: la máquina fresadora universal se caracteriza por la multitud de aplicaciones que tiene. Su principal nota característica la constituye su mesa inclinable que puede bascular tanto hacia la izquierda como hacia la derecha en 45° . Esta disposición sirve con ayuda del cabezal divisor para fresar ranuras espirales. Los tres movimientos de la mesa en sentido vertical, longitudinal y transversal se pueden efectuar a mano y automáticamente en ambos sentidos. Topes regulables limitan automáticamente la marcha en el punto deseado. En las manivelas que sirven para mover la mesa hay discos graduados que permiten ajustes finos.

Estas máquinas encuentran aplicación en mecánica fina, en construcción de herramientas y de moldes, en la fabricación de piezas sueltas y de pequeñas series. En estas aplicaciones tienen empleos muy variados

mediante accesorios basculantes y fácilmente recambiables que las hacen aptas para toda clase de trabajos con arranques de viruta.

- Fresadora copiadora: las máquinas fresadoras copiadoras, cuyos procesos de trabajo pueden mandarse a mano o de modo totalmente automático, permiten la fabricación de piezas con formas irregulares. Todo esto en herramientas para trefiladoras y para prensas y estampas siguiendo una plantilla, un modelo o un prototipo. El movimiento de un punzón que va palpando el modelo se transmite al husillo portafresa por medios mecánicos, hidráulicos o electrohidráulicos con refuerzo electrónico. En algunas máquinas los movimientos del palpador pueden seguirse sobre una pantalla.
- Fresadoras verticales: fresadoras cuyo eje porta fresas es vertical. En general son monopoleas y tiene la mesa con movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal.

En la fresadora vertical el husillo portafresa está apoyado verticalmente en un cabezal portafresa generalmente giratorio. La fresadora vertical se aplica generalmente para trabajos de fresados frontales

3.1.8.2. Movimientos de la fresadora

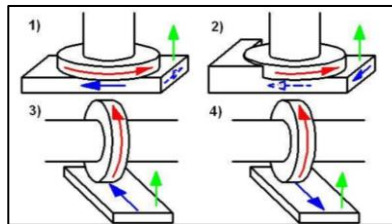
En el fresado se dan cuatro tipos de movimientos:

- Fresado frontal
- Fresado frontal y tangencial
- Fresado tangencial en oposición
- Fresado tangencial en concordancia

- Movimiento de corte
- Movimiento de avance
- Movimiento de profundidad de pasada

Estos movimientos se pueden apreciar mejor en la figura 53.

Figura 53. **Movimientos de fresado**

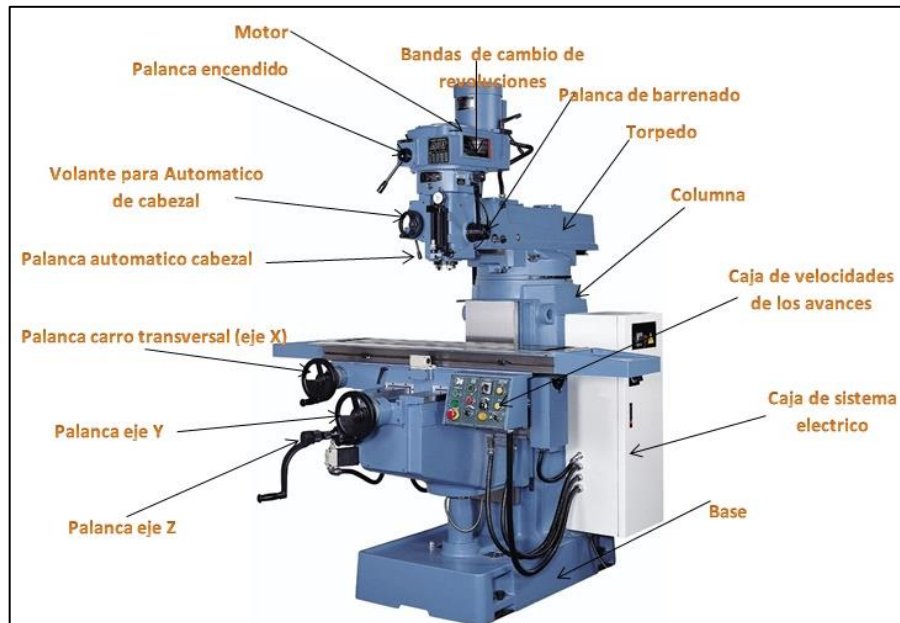


Fuente: AGUILAR, Julio. *Fresado*. http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/11.pdf. Consulta: 5 de noviembre de 2014.

3.1.8.3. Partes de la fresadora

Una fresadora está formada por las partes mostradas en la figura 54.

Figura 54. Partes de una fresadora



Fuente: AGUILAR, Julio. *Fresado*. Consulta: 5 de noviembre de 2014.

3.1.8.4. Clasificación de las fresadoras

El número de ejes en una fresadora es lo que determina las posibilidades de movimiento de la máquina herramienta. Así, a mayor número de ejes, mayores posibilidades de movimiento o mayores grados de libertad.

Es importante entender que, cuando se habla de ejes, se hace referencia a los ejes de un sistema cartesiano, (X, Y, Z,...).

En este sentido, pueden clasificarse las fresadoras, según el número de ejes, en tres tipos:

- De tres ejes: se trata de fresadoras con posibilidad de movimiento horizontal, vertical y oblicuo. Este último, como resultado de la combinación de movimientos entre mesa, ménsula y husillo. Permiten un control sobre el movimiento relativo existente entre la máquina herramienta y la pieza, en cada uno de los tres ejes del sistema cartesiano.
- De cuatro ejes: las fresadoras tipo cuatro ejes cumplen todas las funciones descritas en el tipo anterior: movimiento relativo entre pieza y herramienta, en los tres ejes.

Añade la posibilidad de control de giro de la pieza, sobre uno de los ejes, gracias a un plato giratorio o mecanismo divisor. De esta forma, este tipo de fresadoras está especialmente indicado a la hora de generar superficies labrando sobre patrones cilíndricos. Tal es el caso del labrado de ejes estriados o engranajes.

- De cinco ejes: además de cumplir con todas las posibilidades de las descritas anteriormente, las fresadoras de cinco ejes cuentan con dos particularidades.
 - Primero: permite el control de giro de la pieza sobre dos de sus ejes, uno de ellos perpendicular al husillo y el otro paralelo.
 - Segundo: permite el giro de la pieza sobre un eje horizontal y que la herramienta pueda inclinarse alrededor de un eje, perpendicular al anterior.

3.1.8.5. Normas de seguridad

Se debe cumplir con las siguientes mínimas condiciones de seguridad, para proteger la vida del operador y de la máquina.

- Protegerse la vista con gafas adecuadas y ponerse mascarilla.
- Utilizar la máquina siempre con las dos manos.
- Hacer avanzar la fresadora con ritmo uniforme y poca presión.
- Desconectar la máquina y esperar a que pare la fresa antes de cualquier manipulación (cambio de fresa, limpieza y otro).
- Quitar la fresa siempre que acabe de trabajar.

3.1.9. Torno CNC

Es un tipo de máquina herramienta de la familia de los tornos que actúa guiado por una computadora. Esta ejecuta programas controlados por medio de datos alfanuméricos, 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. Este procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno.

3.1.9.1. Control numérico

Existen cuatro partes o elementos principales en un sistema de control numérico por computadora:

- Una computadora de uso general: recolecta y almacena la información programada.
- Una unidad de control: se comunica y dirige el flujo de información entre la computadora y la unidad de control de la máquina.
- La lógica de la máquina: recibe información y que la pasa a la unidad de control de la máquina.
- La unidad de control de la máquina: contiene las unidades servo, los controles de velocidad y de avance y las operaciones de la máquina y el cambiador automático de herramientas.

El sistema CNC fue construido con base en una poderosa minicomputadora, contiene gran capacidad de memoria y tiene muchas características de ayuda en la programación. Estas podrían incluir operaciones como edición de programas sobre la máquina, puesta a punto, operación y mantenimiento de la máquina.

Algunos sistemas CNC todavía utilizan lectores de cinta para leer el programa de la pieza que ha sido preparado en una oficina de una unidad fuera de línea y entregado a la máquina en forma de una cinta perforada. En este sistema, la cinta se lee una vez y el programa de la pieza se almacena en la memoria para un maquinado repetitivo.

Los caracteres establecidos para estos programas están regidos por las Normas DIN 66024 y 66025. Algunos de los caracteres son:

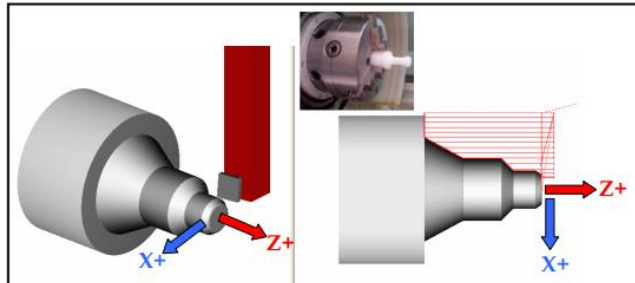
- N - corresponde al número de bloque o secuencia. Luego de la letra se coloca el número del o los bloques que se deben programar. El número de bloques debe estar comprendido entre 1 y 999.
- X, Y, Z - corresponde a los ejes de coordenadas X, Y, Z de la máquina herramienta. En los tornos solo se utilizan las coordenadas X y Z. El eje Z corresponde al desplazamiento longitudinal de la herramienta en las operaciones de cilindrado mientras que el X es para el movimiento transversal en las operaciones de refrentado y es perpendicular al eje principal de la máquina. El eje Y opera la altura de las herramientas del CNC.
- G - son funciones preparatorias que informan al control las características de las funciones de mecanizado. Está acompañado de un número de dos cifras para programar hasta 100 funciones.

3.1.9.2. Funcionamiento

El eje Z se corresponde con la dirección del husillo principal (que aporta la potencia de corte). Es un sentido positivo al alejarse de la pieza (de izquierda a derecha).

El eje X será perpendicular al eje Z, sentido positivo cuando el carro se desplaza hacia la parte frontal del torno (las medidas en X se definen en diámetros).

Figura 55. **Movimientos del CNC**



Fuente: Universidad de Almería. *Manual torno CNC*. p. 6.

El torno permite trabajar en coordenadas absolutas o incrementales. Se pueden introducir datos en coordenadas absolutas, pulsar ABS SET y para introducir datos en coordenadas incrementales, pulsar INC SET.

Compensación del radio de la herramienta para operaciones paralelas al eje X o al eje Z no es particularmente importante realizar la compensación del radio de la herramienta.

Para cualquier otro tipo de movimiento se debe compensar el radio de la herramienta. Es importante introducir los valores del radio de la punta de cada una de las herramientas que se definan en la tabla de herramientas (modo SET-UP). Siempre hay que indicar si la compensación se hará a derechas o a izquierdas.

La velocidad de avance se puede introducir como milímetros min-1 o como milímetros rev-1.

$$F [\text{mm min-1}] = F [\text{mm rev-1}] \times S [\text{rpm}]$$

Límites: 2,5 - 2500 mm min-1 --- 0,025 y 2,5 mm rev-1

Y la velocidad de giro del husillo para programas de piezas (modo RUN) la velocidad del husillo puede fijarse en revoluciones por minuto (velocidad de giro constante). Como una velocidad de superficie en metros por minutos superficiales (SMM – velocidad de corte constante). En pies por minuto superficiales (SFM – velocidad de corte constante).

$$\text{SMM [m min}^{-1}\text{]} = (\text{S [rpm]} \times \text{Ø [mm]} \times \pi) / 1\ 000.$$

SMM indica la velocidad relativa entre la pieza de trabajo y la herramienta de corte (velocidad de corte). Si se fija la velocidad de giro del husillo en SMM en modo RUN el controlador modificará la velocidad de giro del husillo (en rpm) según varíe el diámetro de la pieza para mantener constante SMM.

3.1.9.3. Partes de un torno CNC

En general, los tornos CNC cuentan con un motor que produce el movimiento giratorio de las piezas. También una bancada o bastidor que sirve de apoyo a las partes principales del torno, los carros que se desplazan longitudinal y transversalmente hacia la pieza, y la estructura de un programa de torneado CNC desde donde se programa todo el proceso.

3.1.9.3.1. Motor y cabezal principal

Los tornos actuales CNC equipan un motor de corriente continua por medio de poleas eliminando sistemas de engranaje.

3.1.9.3.2. Bancada y carros desplazables

Tanto en los tornos convencionales como en los de control numérico, la estructura de la bancada determina las dimensiones máximas con que se pueden trabajar las piezas. En los tornos CNC (control numérico computarizado) estas fueron diseñadas especialmente para desplazamientos rápidos, conservando por largos períodos de tiempo y precisión en los movimientos.

Los carros, por su parte, integran unas guías perpendiculares a la bancada que sirven para su desplazamiento, estas alcanzan una dureza de 450 Rockwell C y tienen un sistema de engrase automático.

Existen dos tipos de guías en los equipos de numérico: lineales y prismáticas, las primeras se encuentran atornilladas a la máquina y en su interior circulan esferas que permiten que los carros se deslicen rápidamente. A diferencia de las lineales, las prismáticas hacen parte del cuerpo metálico de la máquina, reduce notablemente la vibración que se produce durante el proceso de mecanizado, pero el desplazamiento de los carros es más lento.

Cada carro integra un motor independiente llamado servomotor; es decir, motores controlados con mecanismos electrónicos que funcionan por una fuente eléctrica, neumática o hidráulica. Además se caracterizan porque tienen movimientos o desplazamientos tan pequeños como una micra (milésima de milímetro), que incluso en algunas ocasiones no se perciben.

3.1.9.3.3. Ajuste y posicionamiento de carros

A pesar de la calidad, de los elementos que intervienen en la movilidad de los carros longitudinal y transversal, no hay garantía total de conseguir la posición de las herramientas en la cota programada.

Para corregir los posibles fallos de posicionamiento hay dos sistemas electrónicos uno de ellos directo y el otro sistema indirecto. El sistema de ajuste de posicionamiento directo utiliza una regla de medida situada en cada una de las guías de las bancadas. Aquí actúa un lector óptico que mide exactamente la posición del carro, transfiriendo a la UCP (unidad central de proceso). Las desviaciones que existen donde automáticamente se reprograma hasta conseguir la posición correcta.

3.1.9.3.4. Estructura de un programa de torneado

Todo programa debe comenzar con un número que lo identifica. Los programas se diferencian entre sí por su número, pudiendo guardarse varios en la memoria del control. Este número que nombra al programa se antecede de la letra O. Un subprograma también empieza con la letra O, solo que los números que la siguen están dentro de cierto rango.

La parte central de un programa son los registros NC (control numérico), que serán explicados a continuación. Los registros son las órdenes que se dan al control para que la máquina elabore la pieza en cuestión.

Un programa finaliza cuando es leída la orden M30. En caso de tratarse de un subprograma, en vez de M30 se utiliza la instrucción M17.

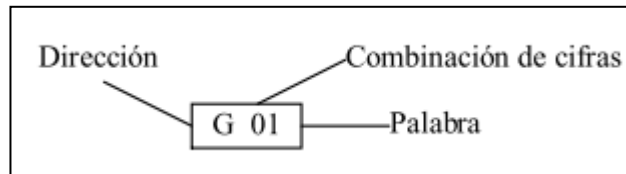
Un registro representa una "línea" del programa (o subprograma), y se identifica mediante la letra N seguida de un número que sirve para diferenciar ese registro de los demás que componen un programa (o subprograma). El control del torno Emcoturn 120 permite registros entre N0000 y N9999 (10 mil registros posibles para cada programa, incluyendo los subprogramas que a él pertenezcan).

El control lee los registros en orden ascendente, pero no tiene restricciones en cuanto a la diferencia numérica de dos registros consecutivos. Esto quiere decir que es posible numerar de 5 en 5 o de 20 en 20 (o una vez aumentar 11 y luego 19). Sin embargo, en general se recomienda numerar (y así lo propone automáticamente el control) de 10 en 10.

Hay dos razones para esto: primero, se deja la posibilidad de introducir algún registro posteriormente, ya sea por olvido o por alguna modificación que se quiera hacer al programa. Segundo se es sistemático en la estructuración del programa y se evita tener que cambiar el código que el control pondrá automáticamente. En el caso que se introduzca un registro al final del programa cuya numeración ya haya pasado, el control lo pondrá en el lugar que corresponda.

Una vez introducido el número del registro se procede a insertar las palabras que correspondan. Un registro consta de varias palabras. Una palabra consta a su vez de una letra (dirección) y una combinación de cifras. Cada palabra tiene un determinado significado, según el cual se ajusta también el valor numérico asignado.

Figura 56. **Número de registro**



Fuente: elaboración propia.

Bajo la letra G acompañada de una cifra se agrupan una gran variedad de funciones. Estos permiten al torno realizar las tareas adecuadas y necesarias para su trabajo.

Hay cinco tipos básicos de funciones preparatorias:

- Funciones de movilidad
- Funciones tecnológicas
- Funciones de conversión
- Funciones de mecanizado especiales
- Funciones modales

3.1.9.3.5. Formación de viruta

El torneado ha evolucionado tanto, que ya no se trata tan solo de arrancar material a gran velocidad, sino de los parámetros que componen el proceso. Estos tienen que estar estrechamente controlados para asegurar los resultados finales de economía, calidad y precisión.

La forma de tratar la viruta se convierte en un proceso complejo, donde intervienen todos los componentes tecnológicos del mecanizado. Esto para que pueda tener el tamaño y la forma que no perturbe el proceso de trabajo. Si no fuera así se acumularían rápidamente masas de virutas largas y fibrosas en el área de mecanizado, que formarían madejas enmarañadas e incontrolables.

La forma que toma la viruta se debe principalmente al material que se está cortando. También puede ser de material dúctil y también quebradizo y frágil.

3.2. Manual práctico procesos de manufactura I

El manual práctico corresponde a una guía para aprender a utilizar las diferentes máquinas herramientas en el curso.

3.2.1. Calibrador Vernier

La lectura del calibrador Vernier servirá para medir longitudes exactas internas y externas de una pieza. El propósito de la práctica, es para mejorar la comprensión del tema acerca del vernier o pie de rey. Así como saber cómo tomar una medida real de algún objeto con dicho instrumento, y convertir esta medida en milímetros, centímetros o pulgadas.

3.2.1.1. Práctica num. 1: lectura del calibrador Vernier

Para esta práctica se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Los alumnos realizarán medidas aleatorias en diferentes piezas, con el fin de poner en práctica la metodología para obtener medidas de precisión.
- Toma de diversas lecturas con instrumentos de lectura directa con la finalidad de indicar el uso correcto de los instrumentos.
- Hacer un dibujo de la pieza con todas sus medidas.
- Verificar si se han cometido errores en alguna medición.

Figura 57. **Piezas a medir**

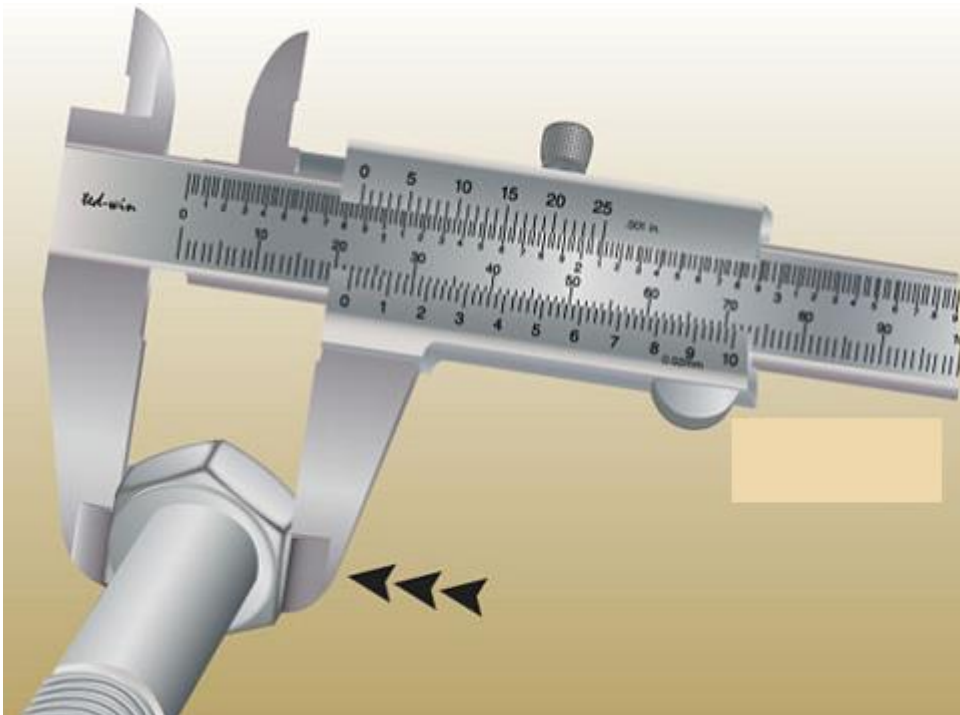


Fuente: ITUGS.

- Paso 1: deben asegurar que la pieza a medir este limpia de rebabas en los bordes.

- Paso 2: abrir la mandíbula móvil y poner las puntas de medición alrededor de la pieza a medir.

Figura 58. **Vista de la sujeción de la pieza a medir**



Fuente: TERNIUM. *Instrumentos de medición*. p.5.

- Paso 3: presionar las puntas de medición firmemente contra la pieza.
- Paso 4: bloquear el tornillo de medición para que no se mueva la mandíbula.

- Paso 5: tomar nota de la medición.

3.2.1.1.1. Materiales a utilizar

Calibrador Vernier y probetas para medición.

3.2.1.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XI. Evaluación sugerida

Material	20 puntos
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos
Técnica empleada	20 puntos
Acabado y exactitud	20 puntos
Orden y limpieza	20 puntos
Total	100 puntos

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. El micrómetro

En esta práctica se observan las diferentes mediciones que se pueden hacer con el micrómetro, en la cual se explicará paso a paso su uso en diferentes piezas mostradas en la figura 59. El micrómetro es un instrumento sensible al calor, y para utilizarlo de la mejor manera se ubica en una habitación, con temperatura ambiente al igual que el objeto que se esta midiendo de lo contrario se obtiene una lectura errónea.

3.2.2.1. Práctica núm.2: lectura del micrómetro

Para esta práctica se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: sostener la mitad del cuerpo en la mano izquierdo, y el manguito o trinquete (también conocido como embrague) en la mano derecha, mantenga la mano fuera del borde del yunque.
- Paso 2: hacer girar el trinquete hasta que el husillo haga contacto con la pieza.
- Paso3: cuando el husillo haya tocado la pieza de tres a cuatro vueltas ligeras al trinquete a una velocidad uniforme o al escuchar 3 clics.
- Paso 4: verificar que el tope y la espiga estén tocando la pieza.
- Paso 5: ajustar la tuerca de fijación.
- Paso 6: tomar nota y retirar la pieza del micrómetro.

Figura 59. **Probetas para medición con micrómetro**



Fuente: ITUGS.

3.2.2.1.1. Materiales a utilizar

Micrómetro y probetas para medición.

3.2.2.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XII. Evaluación sugerida

Material	20 puntos
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos
Técnica empleada	20 puntos
Acabado y exactitud	20 puntos
Orden y limpieza	<u>20 puntos</u>
Total	100 puntos

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. La sierra de arco, la lima para metal y el roscado

El roscado a mano con machuelos o terrajas permiten hacer roscas internas y externas. El aserrado es una operación que permite el corte, seguido por el limado que permitirá desbastar o alisar una pieza.

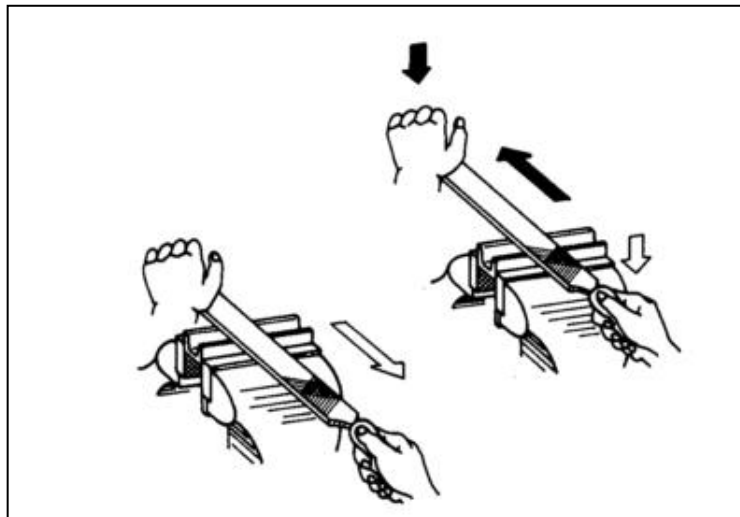
3.2.3.1. Práctica núm. 3: aserrado a mano , limado, roscado con machuelos y roscado con terraja

En esta práctica se debe tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Para el caso de la sierra:
 - Paso 1: marcar una línea perpendicular a la paralela del material justo a la mitad.
 - Paso 2: asegurar que los dientes de la segueta apunten en dirección contraria al mango.
 - Paso 3: ajustar la tensión de modo que la hoja de la segueta no se flexione.
 - Paso 4: montar el material en la prensa.
 - Paso 5: sujetar la sierra y asumir una posición cómoda, de pie y erguido, con el pie izquierdo un poco adelantado respecto al pie derecho.
 - Paso 6: comenzar el corte con la sierra justo fuera y paralela a la línea previamente marcada.
 - Paso 7: después de iniciado el corte, aplicar presión solo en el movimiento hacia adelante.

- Paso 8: cuando este casi terminando el corte, reducir la rapidez de pasada para controlar la sierra después de que troce totalmente el material.
- Paso 9: colocar nuevamente el material en la prensa y limar, empleando la mano derecha, el antebrazo derecho y la mano izquierda en un plano horizontal como lo muestra la figura 60. Empuje la lima a través de la cara del trabajo en línea recta, sin mecer la herramienta.

Figura 60. **Práctica del limado**



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería.
Mecánica de banco. p. 7.

- Para el caso de roscado con machuelos:

Utilizando el material anteriormente descrito, machuelos normalizados y un maneral para machuelo.

- Paso 1: aplicar al machuelo un líquido de corte adecuado.
- Paso 2: colocar el machuelo a la entrada de la perforación tan verticalmente como sea posible: oprimir el material hacia abajo, aplicar igual presión a ambos lados del mismo y gírelo en el sentido del reloj aproximadamente dos vueltas.
- Paso 3: retirar el maneral del machuelo y verificar que este se halle a escuadra con la pieza de trabajo.
- Paso 4: si el machuelo no entró a escuadra, sacarlo de la perforación y vuelva a empezar, aplicar presión hacia la parte a la que se inclinó el machuelo. Se tiene cuidado de no aplicar demasiada presión en el proceso de enderezado.
- Paso 5: una vez colocado el machuelo apropiadamente, se entra al agujero dando vuelta al maneral del machuelo.
- Paso 6: girando en sentido del reloj un cuarto de vuelta, y después al contrario, aproximadamente media vuelta, para romper la viruta.
- Para el caso de roscado externo con terraja:
 - Paso 1: sujetar la pieza en una prensa.
 - Paso 2: limpiar y lubricar la zona a roscar para disminuir el rozamiento.

- Paso 3: colocar la terraja en el maneral con sus orificios de centrado enfrentado a los tornillos de fijación.
- Paso 4: asegurar bien la terraja en el maneral con la ayuda de los tornillos de fijación.
- Paso 5: ajustar la terraja a su máxima apertura, para que en su pasada desbaste lo menos posible.
- Paso 6: con la barra completamente vertical, colocar la terraja perpendicular a la varilla.
- Paso 7: empezar a girar la terraja hacia la derecha una vuelta y retroceder $\frac{1}{4}$ de vuelta y si cada vez hasta conseguir roscar toda la longitud de la varilla que desee.
- Paso 8. una vez realizada este primer fileteado, cerrar el diámetro interno de la terraja y proceder a una segunda pasada para realizar el corte definitivo.

3.2.3.1.1. Materiales a utilizar

Sierra o segueta, lima de mano, machuelos, maneral para machuelos, terrajas y barra de aluminio o acero suave de cualquier dimensión y una varilla de acero aproximadamente de 8 a 12 mm de diámetro. Esto queda a consideración del catedrático.

3.2.3.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XIII. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.1.3. Especificaciones para la entrega de reporte

Entregar un reporte sobre el método de ácido para extraer machuelos rotos, el cual debe contener lo siguiente:

Tabla XIV. **Puntuación sugerida**

Introducción	10 Puntos.
Objetivos	20 Puntos.
Desarrollo	30 Puntos.
Conclusiones	20 Puntos.
Recomendaciones	<u>20 Puntos.</u>
Total	100 Puntos.

Fuente: elaboración propia

3.2.4. El esmeril o amoladora

Herramienta de tipo estacionario diseñada para pulir, lijar, desbastar y afilar. Ideal para la eliminación en cantidades reducidas de material logrando un buen acabado y un trabajo de alta calidad.

3.2.4.1. Práctica núm. 4: esmerilar

Para la realización de esta práctica se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: rectificar la cara de la rueda del esmeril.
- Paso 2: sujetar con firmeza la herramienta apoyando las manos en el descanso del esmeril.
- Paso 3: sostener la herramienta en el ángulo apropiado para afilar el ángulo del borde cortante. Al mismo tiempo, inclinar la parte inferior de la herramienta hacia la rueda y esmerilar el ángulo de salida lateral o ángulo de claro de 10° sobre el borde cortante.

- Paso 4: mientras esté esmerilando, mover la herramienta hacia adelante y atrás por medio de la cara de la rueda. Esto acelera el esmerilado y evita ranuras en la rueda.
- Paso 5: la herramienta debe enfriarse con frecuencia durante la operación de esmerilado.
- Paso 6: esmerilar el borde cortante frontal de manera que forme un ángulo de poco menos de 90° con respecto al borde cortante lateral. Sostener la herramienta de forma que el ángulo del borde cortante frontal y el ángulo de alivio de 15° se corten al mismo tiempo.
- Paso 7: utilizar un calibrador de afilado de herramientas, verificar el valor del ángulo de alivio frontal, mientras la herramienta está sobre el portaherramientas.
- Paso 8: sostener la parte superior de la herramienta en aproximadamente 45° con respecto al eje de la rueda y esmerilar el ángulo de ataque lateral en aproximadamente 14° .
- Paso 9: Esmerilar un radio ligero en la punta de la herramienta de corte, asegurándose de mantener los mismos ángulos frontales y de claro lateral.

Nota: Nunca sumerja en agua fría las herramientas de estelita o de carburo cementado.

3.2.4.1.1. Materiales a utilizar

Una barra cuadrada de hierro corriente y un buril de cualquier tipo.

3.2.4.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos:

Tabla XV. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.5. La taladradora

Es una herramienta que se utiliza para taladrar. Y que consiste en producir un agujero en una pieza cualquiera empleando como herramienta principal una broca.

3.2.5.1. Práctica núm. 5: taladrar

Para la realización de esta práctica se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: para la instalación de la broca, se inserta en la porta brocas hasta el fondo y que sienta máximo agarre de las mordazas del broquero.
- Paso 2: asegurarse que la broca este centrada, luego apretar el porta brocas al momento con la llave de broquero, esto se logra utilizando los tres agujeros que tiene el porta brocas.
- Paso 3: utilizar un centro de marcador o un clavo filoso para marcar en la pieza de trabajo el lugar exacto en donde se quiere perforar.
- Paso 4: bajar la broca a la pieza de trabajo para alinear el lugar de la perforación, fijar su pieza de trabajo.
- Paso 5: prenda la máquina con el interruptor en la posición de encendido y jale las manijas de alimentación lentamente.

Cuando perfore metal se recomienda lubricar la punta de la broca, con aceite de motor, para prevenir que la esta se quemese.

3.2.5.1.1. Materiales a utilizar

Un cubo de acero suave, brocas a elección del catedrático.

3.2.5.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XVI. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. La rectificadora

Es una máquina herramienta que se utiliza en el proceso de rectificado, un procedimiento de mecanizado basado en la acción cortante de unas herramientas abrasivas como muelas. Los procedimientos de rectificado se caracterizan por hacer posible la obtención de unas calidades superficiales difícilmente alcanzables con otros procedimientos de mecanizado.

3.2.6.1. Práctica núm.6: rectificado

Para la realización de esta práctica se rectificará una superficie horizontal plana y se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: eliminar todas las rebabas y la suciedad que contenga la pieza y de la cara del mandril magnético.
- Paso 2: montar la pieza sobre el mandril, colocando un pedazo de papel entre el mandril y la pieza.
- Paso 3: verifique que la pieza esté sujeta con firmeza.
- Paso 4: ajustar los perros de reversa de la mesa a manera que el centro de la rueda de rectificado libre los dos extremos en aproximadamente 1 pulg (25 mm).
- Paso 5: ajustar el avance transversal para el tipo de operación de rectificado; para cortes de desbaste, 0,030 a 0,050 pulg (0,76 a 1,27 mm); para cortes de acabado, de 0,005 a 0,020 pulg (0,12 a 0,5 mm).
- Paso 6: colocar la pieza manualmente bajo la rueda de esmeril, haciendo que aproximadamente 1/8 pulg (3 mm) del borde de la rueda este sobre la pieza.
- Paso 7: encender la rectificadora y bajar el cabezal hasta que la rueda apenas haga chispas sobre la pieza.
- Paso 8: encender la mesa para que haga su recorrido automático y para revisar los puntos altos coloque todo el ancho de la pieza bajo la rueda. Debe utilizarse fluido de corte.
- Paso 9: bajar la rueda en cada corte hasta que la superficie esté terminada.

Figura 61. **Piezas antes y después de rectificar**



Fuente: taller de reconstructora de motores.

3.2.6.1.1. Materiales a utilizar

Para dicha práctica se solicita una plancha rectangular de 2" por 4".

3.2.6.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XVII. **Evaluación sugerida**

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.7. El torno

El torno es una máquina herramienta destinada al mecanizado de piezas de revolución, donde es la pieza el elemento revolucionado. La operación del torneado la pieza gira, mientras la herramienta cortante avanza en dirección determinada.

3.2.7.1. Práctica núm. 7 y 8: torneado y fresado

Para la realización de esta práctica se maquinará una pieza en el torno y en la fresa y se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: se debe limpiar el torno, con una brocha quitar los restos de viruta, ya que las virutas pueden quedar en la parte inferior y causar problemas al mantener la pieza en su límite de tolerancia. Para centrar el mandril de 4 mordazas.
- Paso 2: medir el diámetro de la pieza que se va a colocar en el mandril.

- Paso 3: con una llave de mandril ajustar las mordazas a aproximadamente el tamaño utilizando las marcas en anillo sobre el plato del mandril (ver figura 62.)

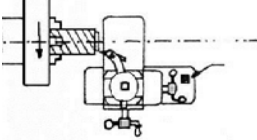
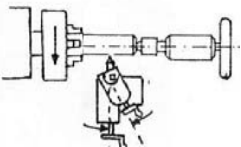
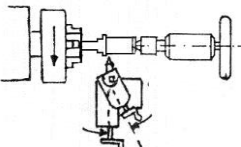
Figura 62. **Líneas de un mandril de cuatro mordazas**



Fuente: ITUGS.

- Paso 4: ajustar al mandril la pieza y apretar las mordazas contra la superficie del mismo, tratando que quede lo más centrada posible. Para esto es necesario de un calibrador de superficies.
- Paso 5: colocar la herramienta de corte adecuada en la portaherramientas y tratando que la punta sobresalga ,500” (13 mm) del portaherramienta y nunca que salga el doble de su espesor. Girar los tornillos de retención para ajustar fuertemente sobre el eje de la herramienta. Esto asegurará que la herramienta no se mueva del lugar cuando reciba presión.

Tabla XVIII. Pasos para el cilindrado, refrentado y acabado

MAQUINADO	DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS	HERRAMIENTAS Y REFRIGERANTES O LUBRICANTES
	<p>PROCESO DE REFRENTADO</p> <p>Refrente ambas caras hasta obtener la longitud de 4" 1/2.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chuck universal. 2. Porta herramientas neutras. 3. Butil con punta de 60°.
	<p>PROCESO DE CILINDRADO</p> <p>Cilindrar a un diámetro de 0,700 pulgadas y una longitud de 1,750 de pulgada.</p> <p>Repetir la operación para un diámetro de 0,500 y una longitud de 1,500 de pulgada</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Butil de corte a la derecha 5. Porta herramientas derecho.
	<p>PROCESO DE CILINDRADO</p> <p>Cambiar el extremo de la pieza y realizar la operación de cilindrado como sigue:</p> <p>Cilindrar a un diámetro de 0,700 pulgadas y una longitud de 2 pulgadas.</p> <p>Repetir la operación para un diámetro de 0,500 y una longitud de 1,750 de pulgada.</p>	

Fuente: elaboración propia.

A continuación se deben seguir los siguientes pasos para la utilización de la fresadora:

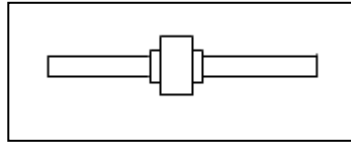
- Paso 1: limpiar la prensa y monte la pieza firmemente sobre la misma.

- Paso 2: verificar que el cabezal vertical este a escuadra con la mesa.
- Paso 3: fijar la velocidad apropiada del husillo para el tamaño y el tipo de fresa, así como el material que se está maquinando; verificar la rotación de la fresa.
- Paso 4: apretar las abrazaderas.
- Paso 5: encender la máquina y ajuste la mesa hasta que el extremo de la pieza quede por debajo del borde de la fresa.
- Paso 6: elevar la mesa hasta que la superficie de la pieza apenas toque la fresa. Mueva la pieza lejos de la fresa.
- Paso 7: elevar la mesa aproximadamente ,030" (0,8mm) y efectué un corte de prueba de un largo aproximadamente de ,25" (6 mm).
- Paso 8: mover la pieza lejos de la fresa, detener la fresa y medir la pieza.
- Paso 9: elevar la mesa la cantidad deseada y bloquear la abrazadera de la escuadra.
- Paso 10: fresar la superficie a su tamaño deseado, utilizando el avance automático.

3.2.7.1.1. Materiales a utilizar

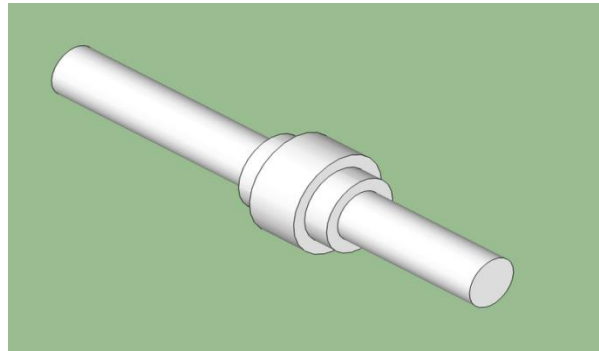
Llave del mandril, lentes de seguridad, calibrador Vernier, barra redonda de 1" de diámetro por 4" 4/8 de largo puede ser de aluminio, *cold rold* o bronce.

Figura 63. **Vista final de la pieza ya trabajada**



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Vista de la pieza en AutoCAD**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para el uso en la fresadora se maquina un bloque de aluminio o *cold rold* de cualquier tamaño, ya que solo se hará corte.

3.2.7.1.2. Especificaciones para la entrega de reporte

Se entregará un reporte en el cual deben investigar sobre las formas, tipos y las fallas que pueden tener las fresas de una fresadora vertical:

- Carátula

- Introducción
- Objetivos
- Contenido
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía

3.2.7.1.3. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XIX. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.8. El torno CNC (Control Numérico Computarizado)

Con este torno se pueden producir piezas complejas que serían muy difíciles de realizar usando un torno manual. Sin embargo, se requieren muchas

habilidades para operar apropiadamente un torno CNC (control numérico computarizado).

3.2.8.1. Práctica núm.9: torneado en CNC

Para la realización de esta práctica se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

- Paso 1: cargar el programa de la pieza en el torno, si es que no está cargado. En máquinas más nuevas, utilizar un pen drive para transferir programas desde una computadora.
- Paso 2: colocar la pieza de trabajo en el torno. Asegúrate de que el mandril o el collar sostengan firmemente la pieza.
- Paso 3: colocar las herramientas necesarias en el torno. Tanto estas como las muescas de la torreta donde van colocadas habrán sido determinadas en el momento en que fue escrito el programa. En todo momento en necesario consultar al instructor.
- Paso 4: encender la bomba del refrigerante y mover la tobera para que el flujo de refrigerante golpee la punta de la herramienta. Repetir este paso para cada herramienta.
- Paso 5: configurar el ajuste de la herramienta. Acercar lentamente cada una hacia el herramental del torno hasta oír un pitido. Registrar su posición en la pantalla de configuración debajo del número correcto de herramienta. Repetir este procedimiento para configurar los ajustes X y Z de cada una. Con algunos programas se deberá también registrar el radio

de la punta de ciertas herramientas cortantes en la pantalla de configuración. Este aparecerá grabado en la herramienta o en su documentación.

- Paso 6: establecer los ajustes de trabajo. Rotar la torreta hacia una de las herramientas de corte para la que se hizo la configuración. Encender el eje y empujar manualmente el cortante para que quede enfrentado al extremo de la pieza, dejando una superficie suave. Registrar la posición de la herramienta en los ajustes de trabajo del eje Z.
- Paso 7: ejecutar el programa de la pieza. Observar la máquina para asegurar que el programa funciona como debería. Es importante estar listo para detener la máquina inmediatamente si algo falla.

3.2.8.1.1. Materiales a utilizar

Para esta práctica todos los materiales y el programa para trabajar la pieza son proporcionados por el instructor del laboratorio.

3.2.8.1.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XX. **Evaluación sugerida**

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Proyecto final

Se propone en conjunto con el instructor del laboratorio, una mejora para el modulo, para la maquinaria o para el Instituto. Además, se debe entregar un documento escrito el cual debe contener las especificaciones que se da en el inciso 3.3.8.

3.3.1. Descripción del proyecto útil para ITUGS

Se describe un proyecto el cual mejore todos los aspectos académico de los estudiantes en el curso de procesos de manufactura uno. Esto con el objetivo de aumentar los conocimientos vistos en cada una de las prácticas, y mejorar el uso de las maquinas herramientas y poner en práctica las medidas de seguridad personal y de los equipos.

- Ejemplo 1: la colocación de una manta en la cual se describan las medidas de seguridad que se deben cumplir dentro del laboratorio.

- Ejemplo 2: donar buriles que el catedrático indique que se necesitan y afilarlos verificando los ángulos de uso.
- Ejemplo 3: realizar piezas en el torno, fresa o CNC y dejarlos en el laboratorio para uso de los alumnos que cursarán el laboratorio en los siguientes semestres, los podrán utilizar para tomar medidas en micrómetro y Vernier.

3.3.2. Materiales a utilizar

Los materiales a utilizar quedarán a discreción del instructor en conjunto con los estudiantes. Pudiendo utilizar todo lo utilizado durante la realización de cada una de las prácticas.

3.3.3. Planos de fabricación

De ser necesario deberán presentar los planos de fabricación del proyecto al instructor del curso. Esto para verificar las medidas de la pieza, estos deberán realizarse en AutoCAD.

3.3.4. Costos

Debido a que se incurrirá en gastos, estos deberán cubrir todo el grupo de estudiantes, para así minimizar el gasto individual, ya que se dividirá dentro del número total de estudiantes. Aquí se deben presentar en forma de lista cuanto se gastó en cada material para la realización del proyecto.

Tabla XXI. **Ejemplo de elaboración de costo del proyecto**

Costos de Fabricación	
Materiales	Valor
Barra de aluminio	Q35,00
Herramienta de corte	Q20,00
Costos adicionales	
Recursos	Valor
Impresiones	Q 6,00
Investigación	Q 6,00
Costo total	Q67,00

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Cronograma

Se debe presentar un cronograma realizado en Microsoft Project. En él se describirá cada uno de los procedimientos que se llevaran a cabo cada semana que se impartirá el laboratorio. Esto con el fin de aprovechar cada una de las prácticas.

Figura 65. Ejemplo de programación de una semana de prácticas

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	feb '15							
					M	X	J	V	S	D		
1	Práctica con el torno	2 horas	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.1	Instrucciones del catedratico	20 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.2	Preparación del material a utilizar	15 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.3	Formar grupos de trabajo	5 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.4	Realización de la practica de Lsboratorio	50 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.5	Califiación de la practica realizada.	20 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
1.6	limpieza del área de trabajo	10 mins	mar 10/02/15	mar 10/02/15								
2	Práctica con el torno	2 horas	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.1	Instrucciones del catedratico	20 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.2	Preparación del material a utilizar	15 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.3	Formar grupos de trabajo	5 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.4	Realización de la practica de Lsboratorio	50 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.5	Califiación de la practica realizada.	20 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
2.6	limpieza del área de trabajo	10 mins	jue 12/02/15	jue 12/02/15								
3	Práctica con el torno	2 horas	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.1	Instrucciones del catedratico	20 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.2	Preparación del material a utilizar	15 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.3	Formar grupos de trabajo	5 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.4	Realización de la practica de Lsboratorio	50 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.5	Califiación de la practica realizada.	20 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								
3.6	limpieza del área de trabajo	10 mins	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15								

Fuente: elaboración propia.

3.3.6. Herramientas y máquinas herramientas a utilizar

Las herramientas que se utilizarán en la realización del proyecto, serán la proporcionadas por el laboratorio de procesos de manufactura uno.

3.3.7. Ensamblado de la piezas trabajadas

Finalmente, se procede a ensamblar piezas trabajadas si las hubiese, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el instructor del laboratorio.

3.3.8. Contenido del informe del proyecto final

Se describirá en forma concisa lo que debe contener el informe. En él se deben colocar datos sobre la investigación teórica del proyecto final.

3.3.8.1. Introducción y objetivos

Es un planteamiento claro y ordenado, enfocado al proyecto final a realizar. Los objetivos es lo pretendido alcanzar con la realización del proyecto.

3.3.8.2. Marco teórico

Es el cuerpo del trabajo de investigación. Este deberá estar referido con fuentes de consulta como libros o manuales.

3.3.8.3. Instrucciones y diagramas

Si fuera necesaria la realización de instrucciones y diagramas en las cuales se describe las operaciones para la realización del proyecto. Es necesario adjuntarlas en este inciso.

3.3.8.4. Conclusiones

Estas se relacionan con los objetivos. Son los resultados que se obtienen del proyecto final.

3.3.8.5. Bibliografía

Se describen todas las referencias teóricas, consultadas para la realización del proyecto.

3.4. Cuidado de los equipos y herramientas a utilizar

Para prolongar la vida útil de los equipos se debe prestar atención a lo siguiente:

- Siempre frenar la máquina o equipo antes de intentar limpiarlo.
- Máquinas y herramientas manuales libres de aceite y grasas.
- Utilizar cepillos o brocha, para limpiar la máquina. En vez de trapos.
- Superficies aceitosas limpiar con trapo.
- Evitar colocar herramientas ni materiales sobre la mesa o el piso donde se encuentra la máquina o equipo.
- Mantener limpio el piso.
- Barrer virutas del piso para evitar que se incrusten en las suelas.
- Siempre utilizar piso de concreto o un raspador para retirarlos.
- Nunca utilizar aire comprimido para eliminar virutas.

- Antes de utilizar los equipos y herramientas: revisar el área de trabajo, el equipo y herramienta solicitado. En caso de detectar alguna anomalía reportarlo de inmediato al instructor.
- ¿Si no se sabe cómo usarlo? Consultar con el instructor en caso de ignorar el funcionamiento u operación de cualquiera de los equipos, accesorios o herramienta dentro de los laboratorios, evitando en lo posible causar algún accidente.
- Devolver el equipo y herramienta: suspender las labores con 15 minutos de anticipación al término de la práctica, desmontar los herramientas, limpiar el área de trabajo y el equipo. Finalmente entregar todo el material al almacén.
- ¿Necesita utilizar el equipo por más tiempo? Solicitar al instructor permiso oportunamente.

3.5. Manual teórico procesos de manufactura II

Se desarrollarán conceptos en forma breve y concisa. Se podrá dar el apoyo conceptual al estudiante con el fin de reforzar y comprender la parte teórica explicada por el catedrático del curso en la clase magistral.

El marco teórico cuenta con definiciones y fotografías de los componentes de las máquinas. Con la finalidad de que el estudiante tenga una guía al momento de la realización de los ejercicios de laboratorio.

3.5.1. Inducción de laboratorio

Se les proporciona a los estudiantes, el primer día de clases, una plática y un recorrido visualizando cada una de las máquinas con que se cuenta. Esto en el módulo de procesos de manufactura indicando en forma breve, la utilización y manejo de las máquinas.

3.5.1.1. Normas de ingreso a laboratorio

Las normas son:

- Zapatos punta de acero (no pantuflas, sandalias)
- Pantalón adecuado, lona o tela (no *pants*, pantaloneta)
- Bata para laboratorio (color verde)
- No traer cadenas voluminosas, recogerse el pelo (usar cofia)
- Traer lentes de seguridad
- Casco blanco

3.5.1.2. Conducta dentro del laboratorio

La conducta permitida es:

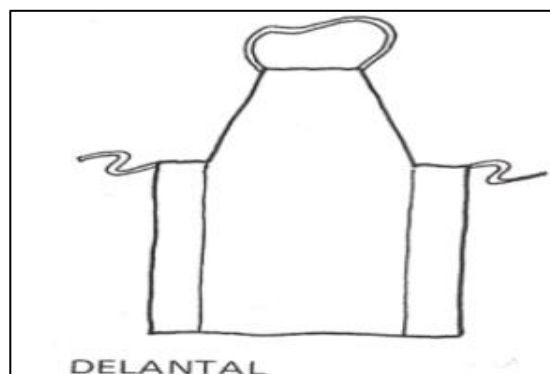
- Con dos faltas a la asistencia del laboratorio no tendrá derecho a nota.
- Tener una conducta adecuada en el laboratorio, no juegos, bromas, y otros.
- Ser puntuales, en cada laboratorio después de 10 minutos empezado el laboratorio, se cerrará la puerta y no se podrán entrar.

3.5.1.3. Equipo de protección para soldar

La seguridad personal es vital en cualquier trabajo de talleres y en el proceso de soldadura con mayor razón en las necesarias su utilización.

- Lentes para soldar: protegen los ojos del intenso brillo de la flama, de las chispas que saltan y del metal caliente. Los lentes se hacen resistentes al calor, tienen ventilación, son livianas y cuentan con una cinta ajustable para sujetarlas a la cabeza.
- Gabacha u overol: debe ser de tela resistente y se utiliza para la protección de la parte frontal del cuerpo contra el calor y chispas generadas por la soldadura.
- Pechera o delantal: esta debe ser de cuero, para la resistencia al calor y las chispas, se utiliza sobre la gabacha y protege la parte frontal del cuerpo.

Figura 66. **Delantal para soldadura**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 10.

- Guantes de cuero: se deben utilizar para protegerse del calor y las chispas generadas al soldar. Para evitar quemaduras ocasionadas por el contacto con el material base, material de aporte y el material base caliente.

Figura 67. **Guantes de cuero**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 11.

- Calzado: este es gran utilidad para evitar posibles descargas eléctricas, quemaduras, golpes u otro tipo de daños. El calzado debe cubrir los pies hasta el tobillo, ser cómodo y resistente al trabajo pesado.

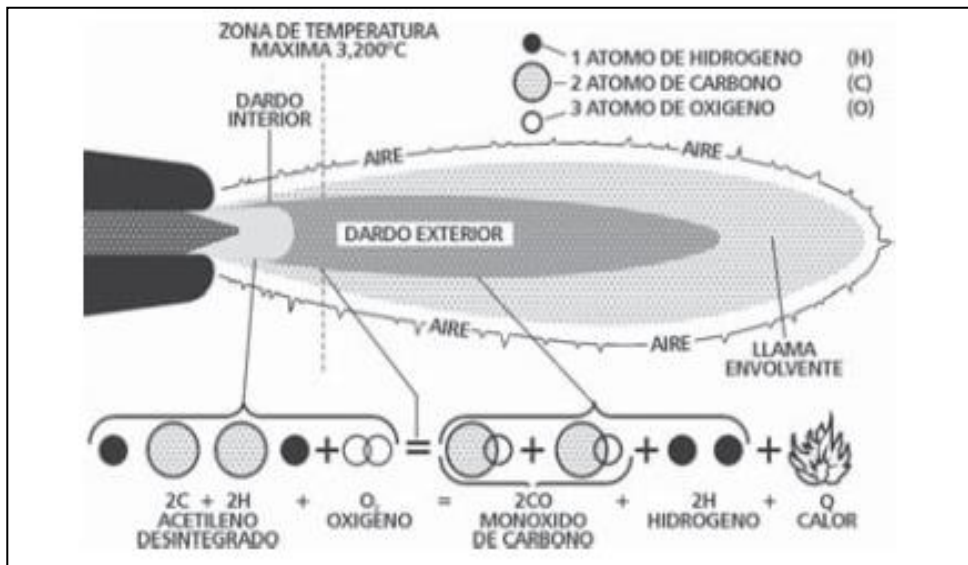
3.5.2. Soldadura oxiacetilénica

En este proceso de soldadura, el calor necesario para calentar la pieza y el metal aportado y luego fundirlos procede de una llama de alta temperatura. Esta es obtenida por la mezcla o combinación de acetileno con el oxígeno, alcanzando temperaturas de 3 100 °C.

Ambos gases se mezclan en proporciones apropiadas en un soplete proyectado y construido. Este soldador tiene la posibilidad de regular por completo la llama, ajustándola a las necesidades del trabajo.

Se presenta una llama normal o neutra (ver figura 68) cuando se alimenta con iguales volúmenes de oxígeno y acetileno. Si se aumenta la proporción de acetileno, se logra una llama denominada carburante o reductora. Y a la inversa, siempre con referencia a una llama neutra, si se aumenta la proporción de oxígeno, se obtiene una llama oxidante.

Figura 68. **Soldadura oxiacetilénica**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 38.

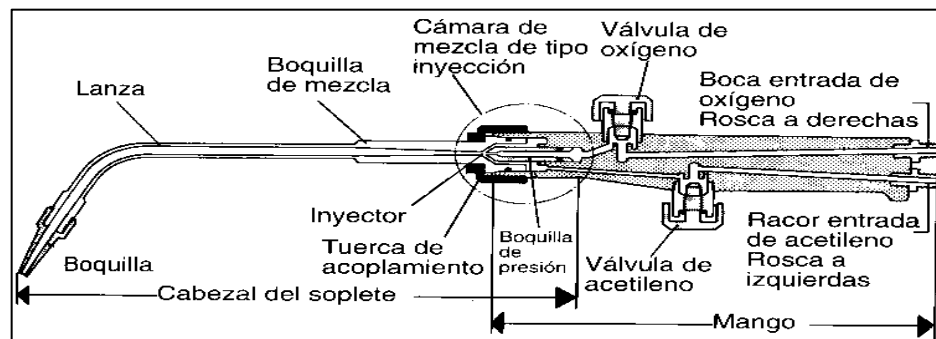
3.5.2.1. Características de los elementos de un equipo oxiacetilénico

El equipo para aplicar soldadura con gas combustible consta de una fuente de suministro de gas, reguladores para el control de la presión del gas, mangueras, sopletes, un encendedor para sopletes y limpia boquillas.

Desde el punto de vista de la seguridad es importante que todos los sopletes, reguladores o válvulas reductoras, y los generadores de acetileno, se examinen y prueben, observando que cumplen todos los requisitos.

- Sopletes: son parte más importante del equipo de soldadura a gas. El soplete mezcla y controla el paso de los gases para, producir la llama requerida. Un soplete está formado por un cuerpo con dos válvulas de admisión, una cámara mezcladora de gases que pasan a través de las válvulas y una boquilla que es por donde salen los gases ya mezclados formando la combustión que genera calor requerido para la fusión de los materiales a soldar.

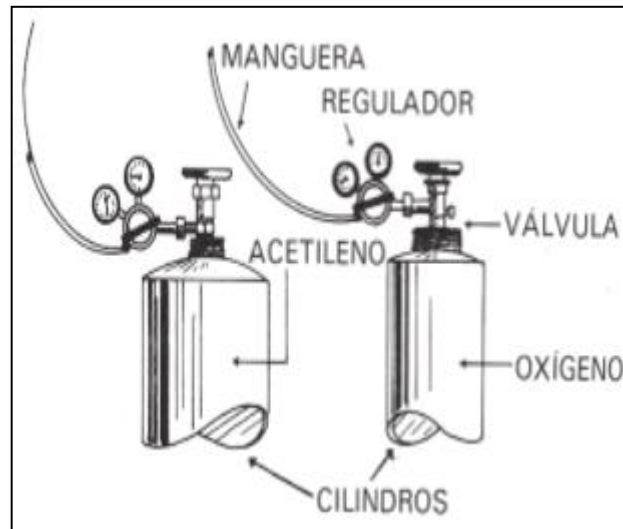
Figura 69. Sopletes típicos para soldar



Fuente: HORWITZ, Henry. *Soldadura aplicaciones y práctica*. p. 133.

- Cilindro de oxígeno: está fabricado de acero de alta resistencia; viene equipado con una válvula para llenado y salida de oxígeno, el cual es almacenado a una presión de 2 000 psi (libras por pulgada cuadrada). Para la conducción o almacenamiento, este cilindro debe estar con su respectivo tapón de seguridad y así evitar accidentes.
- Cilindro de acetileno: esta fabricado de acero de alta resistencia y viene equipado con una válvula para llenado y salida del gas, el cual es almacenado a una presión de 200 a 225 psi. Cuenta con tapones de seguridad en la parte inferior y superior, generalmente fabricados de plomo por su bajo punto de fusión, los cuales al sufrir el cilindro un calentamiento no deseado se derriten y dejan escapar el gas antes de que explote. En su interior tienen una mezcla de asbesto y coque en forma de panal con acetona para estabilizar el acetileno.
- Manómetro de presión de cilindro: este manómetro mide la cantidad de psi que contiene el cilindro. (ver figura 70.)
- Válvula de regulación de presión de trabajo: deja pasar el gas a través del manómetro de presión de trabajo.
- Manómetro de presión de trabajo: mide las psi que pasan por las mangueras.

Figura 70. **Manómetro del cilindro de oxígeno y acetileno**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 9.

- Mangueras de oxígeno y acetileno: las mangueras tienen como función la conducción de los gases hasta el soplete y se identifican con el color verde para el oxígeno y el naranja para el acetileno ver figura 71. Las roscas que conectan las mangueras con el soplete y los manómetros se identifican porque las del oxígeno son derechas y las del acetileno son izquierdas.

Figura 71. **Mangueras de oxígeno y acetileno**



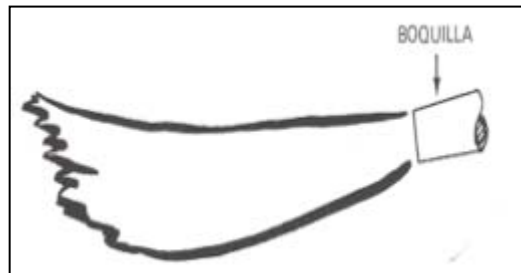
Fuente: ITUGS.

- Encendedor de fricción (chispero): el encendedor tiene como función encender la flama generada por el acetileno combinada con el oxígeno.
- Limpia boquillas: al igual que todos los equipos, las boquillas necesitan mantenimiento y las agujas del limpia boquillas extraen el dióxido de carbono generado por la combustión de los gases, así como metal adherido a la boquilla en pequeñas partes.

3.5.2.2. Tipos de llama para soldar

- Llama al aire: la llama es de color amarillento y produce humo negro por la combustión del acetileno con el oxígeno del aire.

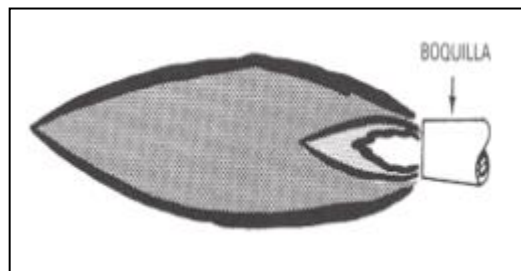
Figura 72. **Llama al aire**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 12.

- Llama carburante: esta llama es de color amarillo pálido en el cono exterior con un pluma en el centro, lo cual indica que todavía hay un exceso de acetileno en la flama.

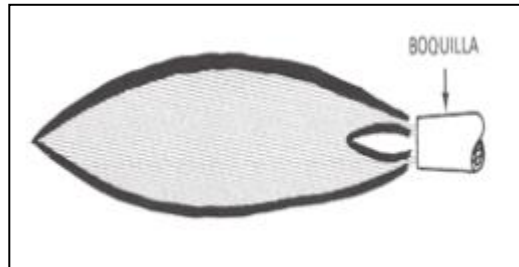
Figura 73. **Llama carburante**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 13.

- Llama neutra: a la flama neutra solamente se le identifican dos parte la pluma envolvente y el cono interno de un color verde menta. Esta es la flama indicada para obtener uniones de calidad, porque desarrolla una temperatura de 3 480 °C como máximo en su cono interno.

Figura 74. **Llama neutra**



Fuente: Secretaría de educación Unión Europea, *Área técnica de metales*, p. 13




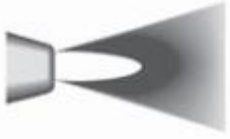
- Llama oxidante: es la que tiene un exceso de oxígeno, su color es azul y produce un sonido más fuerte que el de la llama neutra, lo que permite identificarla. Al soldar con esta flama produce una soldadura de baja calidad porque será una unión cristalizada.

Figura 75. **Llama oxidante**



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. p. 13.

Figura 76. **Tipos de llama y aplicaciones más comunes**

TIPOS DE LLAMA	APLICACIONES MAS COMUNES
<p>NEUTRA SUAVE Partes iguales de oxígeno y Acetileno (Baja Presión).</p> 	<p>Para soldar planchas delgadas de acero.</p>
<p>NEUTRA DURA Partes iguales de oxígeno y Acetileno (Altas Presiones).</p> 	<p>Para soldar planchas gruesas de acero.</p>
<p>OXIDANTE Mayor Proporción de Oxígeno.</p> 	<p>Para enderezar piezas, tratamiento térmico, calentamiento de piezas. Soldadura de latón.</p>
<p>CARBURANTE Mayor Proporción de Acetileno.</p> 	<p>Para soldadura de hierro fundido.</p>

Fuente: HORWITZ, Henry. *Soldadura aplicaciones y práctica*. p.139.

3.5.2.3. **Correcta utilización de cilindros**

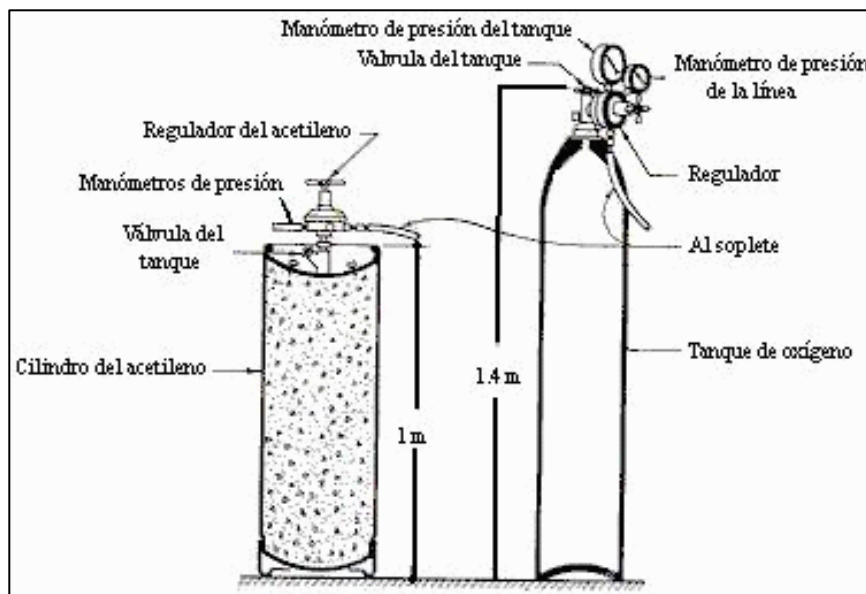
Solo deben utilizarse los cilindros que cumplen las especificaciones de la Interstate Commerce Commission (ICC), vigentes en la fecha de su manufactura. Los cilindros deben mantenerse y cargarse con gas de acuerdo con los reglamentos de la ICC.

Un cilindro de gas comprimido debe mostrar en forma legible el nombre químico, o un nombre de aceptación común, del gas que contiene.

Los cilindros deben siempre almacenarse y usarse en posición vertical. (ver figura 77.) Si se emplean los cilindros de acetileno en posición horizontal, existe la posibilidad de que la acetona sea arrastrada hacia el interior del regulador, y crearse un riesgo de incendio, interfiriendo con la correcta regulación y combustión de los gases oxiacetilénicos.

Durante el almacenaje, y mientras están en uso, todos los cilindros deben sujetarse firmemente a un objeto rígido. Si se rompe la válvula al caer el cilindro, puede dar lugar a que este sea lanzado en forma violenta. El acetileno nunca debe extraerse de un cilindro a un régimen horario que exceda de la séptima parte de la capacidad del cilindro. Para gastos mayores debe recurrirse a uso de múltiples, alimentado por varios tanques.

Figura 77. **Cilindros de acetileno y oxígeno**



Fuente: Ingeniería de Sistemas Educativos. *Procesos de soldadura*.

<http://www.aprendizaje.com.mx/>. Consulta:

25 de noviembre de 2014.

3.5.2.4. Descripción de las partes de la soldadura

El intenso calor de la llama oxiacetilénica eleva la temperatura del metal base o pieza a un grado tal, que permite que el metal en fusión. Proveniente del metal de aportación fluya fácilmente, igual como el agua corre en una placa de vidrio limpio.

El metal base no llega a fundirse, pero el metal de aportación fluye fundido sobre la superficie debidamente calentada y químicamente limpia. Mientras que una delgada película de metal de aporte es arrastrada hacia el interior de las superficies por atracción capilar, permitiendo el enfriamiento del metal base hasta que el metal de aporte se solidifique; se producirá una liga de alta resistencia entre metal base y metal de aporte.

La forma en que el metal de aporte fluye o se difunde por encima del metal base, se encuentra en las condiciones adecuadas. Esta es conocida como mojado del metal base o humectación.

Esta humectación dependerá de la naturaleza de los metales a unir y de su estado superficial. Las películas de contacto entre el líquido y sólido deben estar libres de impurezas.

Los elementos que contaminan las superficies pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos

- Fundentes: en la soldadura por fusión, así como en el proceso *brazing*, se emplean determinados agentes limpiadores, llamados fundentes.

Los fundentes están destinados a disolver o escorificar los óxidos, que se forman en la superficie de diversos metales durante el calentamiento de los mismos. También para impedir la formación de dichos óxidos. Los fundentes se presentan en forma de polvo, pasta y en algunos casos como líquidos.

Estos fundentes tienen una temperatura de fusión más baja que la del metal de aporte. Alcanzada esta temperatura, humectan la superficie en un área grande y sirven a su vez como punto de referencia para la aplicación del metal de aporte. Cada metal base o cada varilla de aportación requiere de un fundente especial, según sus propiedades características.

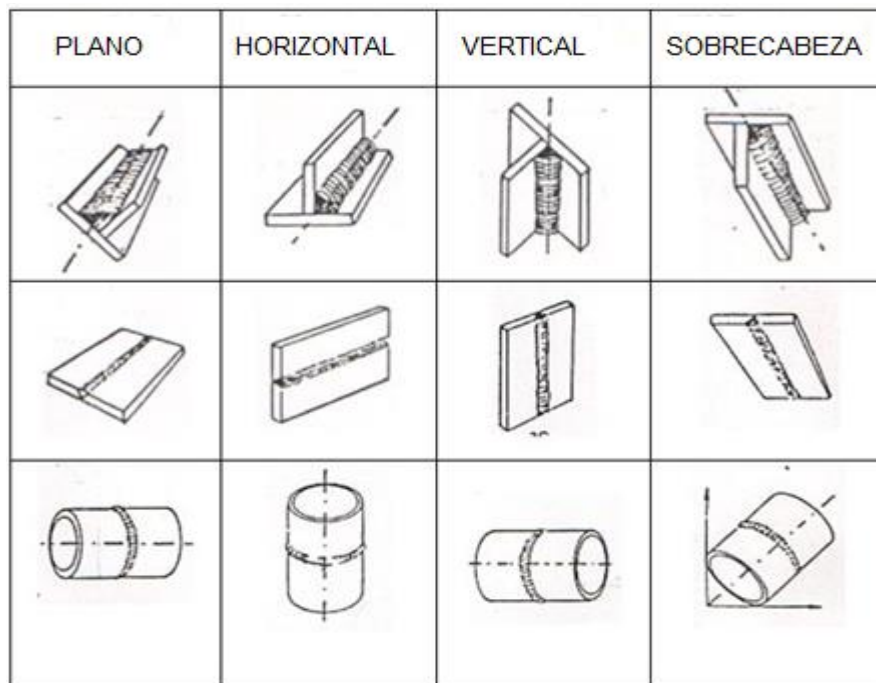
- Varillas de aportación: las varillas de soldadura, que se funde con la junta soldada, desempeña un papel importante en la calidad de la soldadura final. Las varillas de buena calidad se fabrican para que el metal fluya libremente y se fusione rápidamente con la base de metal. Esto a fin de producir soldaduras limpias y resistentes a la composición correcta.

Las varillas de soldadura se fabrican para diversos tipos de acero al carbono, para hierro fundido, aluminio, bronce, acero inoxidable y otros metales y para revestir superficies.

- Ángulos de soplete y materiales de aporte: la soldadura en posiciones incómodas o diferentes a la horizontal significa, simplemente, que la soldadura que se va a realizar no está colocada en posición plana. Hay cuatro posiciones básicas para soldar, en todas se sostiene el soplete formando un ángulo promedio de 45° con la superficie del material base.

- Posición plana: para efectos de aprendizaje, en la posición plana se pueden desarrollar soldaduras con o sin material de aporte, (ver figura 78) A la soldadura sin material de aporte se le denomina cordón simulado. El metal de la soldadura se deposita sobre el metal que se va a soldar y este sirve como soporte.

Figura 78. **Posiciones para soldadura**

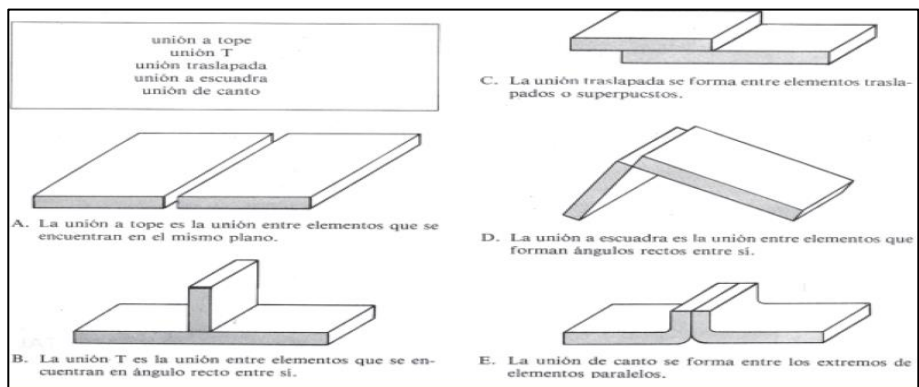


Fuente: MATURANA, Juan. *Aprende a soldar correctamente*. Taringa.Net. Consulta: 25 de noviembre de 2014.

- Posición horizontal: el metal que se va a soldar solo da soporte parcial y el metal de la soldadura que ya se ha depositado, se debe utilizar como soporte.

- Posición vertical: el metal que se va a soldar solo da soporte parcial y el metal de soldadura que ya se ha depositado se debe utilizar como ayuda.
- Posición sobre cabeza: el metal que se va a soldar solo soporta ligeramente el metal de la soldadura fundido.
- Tipos de uniones: se le llaman uniones básicas porque son la base de todas las uniones desarrolladas en la industria de la construcción. Es con estructura metálica las cuales se hacen de acuerdo a las necesidades que surgen a través del diseño de construcción (ver figura 79).
 - Unión a tope
 - Unión en "T"
 - Unión a escuadra
 - Unión de canto
 - Unión traslapada

Figura 79. Tipos de uniones



Fuente: Secretaría de Educación Unión Europea. *Soldadura oxiacetilénica*. p. 14.

3.5.2.5. Normas de seguridad en el manejo del equipo

Para un trabajo eficiente y seguro al usar equipo cortador o soldador de oxiacetileno, deben seguirse las reglas básicas que se detallan a continuación. El operario debe tener siempre en mente que está manejando gases combustibles comprimidos. Si no sigue los métodos más cuidadosos, tanto el cómo las personas que lo rodean están en peligro constante.

- Equipo:
 - Nunca usar aparatos defectuosos y con fugas.
 - No comprobar las fugas en un aparato por medio de una llave.
 - Nunca usar un regulador para gases como no sea con el aparato para el cual fue construido.
 - Usar limpiadores de picos para asear los picos soldadores y cortadores. Las herramientas improvisadas dañan los picos.
 - Al cambiar sopletes, cerrar el regulador. No doblar las mangueras, ya que esta práctica daña los forros de las mismas.
 - Usar la manguera más corta que sea posible, mientras más larga sea la manguera, mayor será la presión requerida.
 - No reparar los escapes en mangueras, con cinta aisladora.

- Conservar todo el equipo perfectamente limpio.
- Usar un encendedor de chispa para prender la llama del soplete.
- Ropa que debe usarse:
 - Usar siempre gafas o anteojos provistos con lentes que satisfagan los reglamentos de seguridad en el laboratorio.
 - Usar siempre ropa protectora que no se incendie rápidamente, especialmente al llevar a cabo operaciones de corte.
 - Al soldar o cortar en lugares cerrados, provéase de la ventilación adecuada.
 - Nunca usar un andamio o tabla suspendidos de una cuerda, al trabajar con oxiacetileno.
 - Nunca usar guantes grasientos o aceitosos.

3.5.3. Corte oxiacetilénico

Es llamado a veces oxicorte, se utiliza solo para cortar metales ferrosos. La fusión del metal tiene escasa importancia en el corte con oxiacetilénico. La parte más importante del proceso es la oxidación del metal.

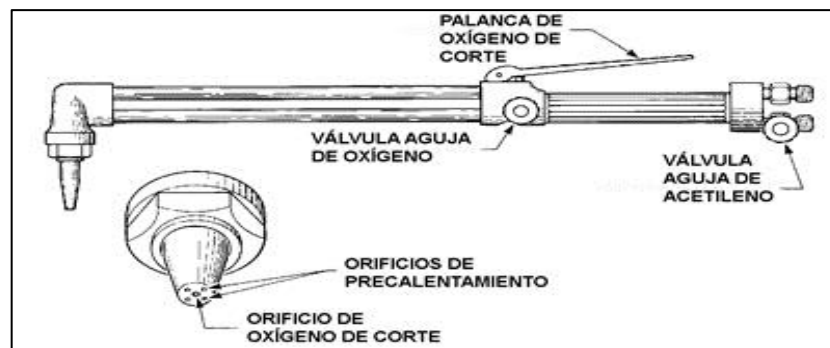
Cuando se calienta un metal ferroso hasta ponerlo rojo y luego se le expone a la acción del oxígeno puro, ocurre una reacción química entre el metal caliente y el oxígeno. Esta reacción llamada oxidación, produce una gran cantidad de calor.

3.5.3.1. Características de los elementos de un equipo de corte

El equipo básico para cortar es similar al que se utiliza para la soldadura, es decir, suministro de gas, mangueras, reguladores y un soplete de corte.

El propósito del soplete de corte es suministrar la flama para precalentar el metal y para abastecer la corriente de oxígeno puro para el corte. En el soplete de corte las válvulas de oxígeno y de acetileno en la parte trasera controlan la flama para calentamiento y la palanca controla el chorro de oxígeno a alta presión (ver figura 80).

Figura 80. Soplete para corte



Fuente: AGUILAR, Julio. *Soldadura*. <http://www.tecnoficio.com>. Consulta: 28 de noviembre de 2014.

- Boquillas para corte: tienen un anillo de agujeros o aberturas que rodean el agujero del oxígeno (como se aprecia en la parte inferior izquierda de la figura 80). Cada uno de estos agujeros suministra una flama de precalentamiento, produciendo una distribución uniforme de calor en todo el contorno del orificio para oxígeno y permite cambiar la dirección de

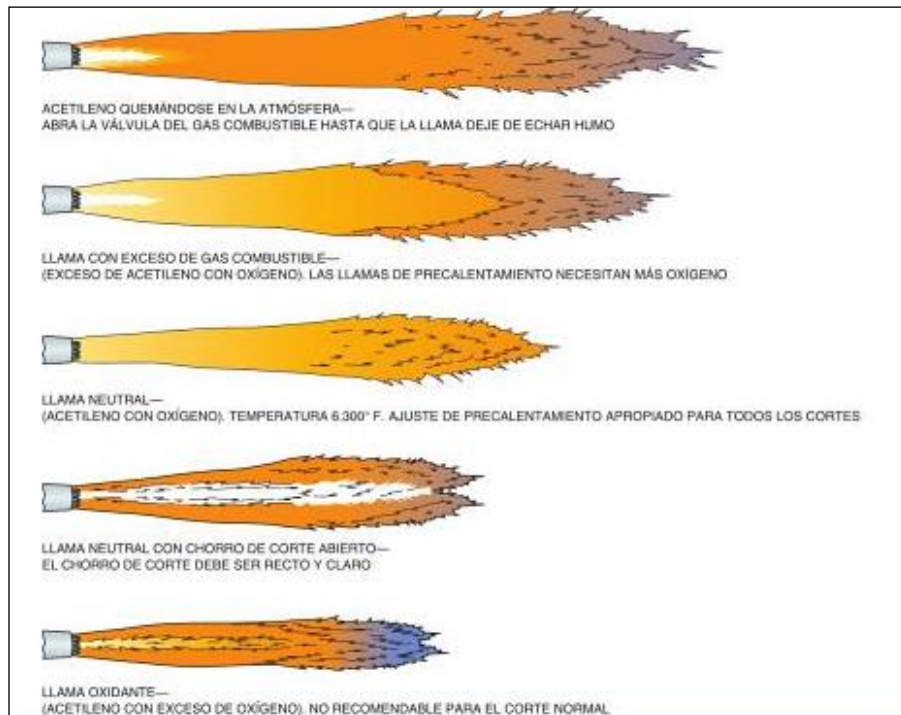
corte en cualquier momento. Si se cambia la boquilla para que vaya de acuerdo con el espesor del metal, se puede cortar casi cualquier pieza.

3.5.3.2. Tipos de llama para corte

La llama de la soldadura oxiacetilénica sigue siendo la misma para el corte: neutra, carburante y oxidante. (ver figura 81). La llama precalentadora debe ajustarse al punto donde el corte pueda continuarse con el mínimo de derretimiento en los bordes superiores de la ranura. La habilidad para hacer este ajuste rápidamente y con corrección se obtiene solo con la experiencia.

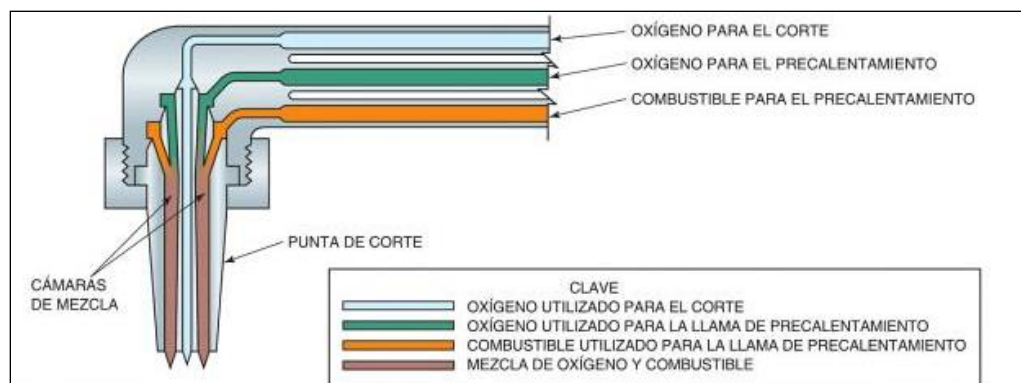
Debe recordarse que un avance muy lento o un precalentamiento excesivo tienden a derretir los bordes superiores de la ranura. Este metal derretido tiende a cerrar el corte, y crea también una pared del operador por parte del operador corrige estas dificultades.

Figura 81. **Ajustes de llama para corte**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 41

Figura 82. **Cámara de mezcla situada en la punta del soplete de corte**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 41.

3.5.3.3. Normas de seguridad en el manejo de equipos de corte

Los asientos del cabezal del soplete y de los picos cortadores deben mantenerse limpios, libres de ralladuras y deterioro para que produzcan cierres herméticos y operen satisfactoriamente. El orificio del pico debe conservarse limpio y redondo para que produzca la llama de la forma y tamaños correctos, con el objeto de obtener una ranura limpia y uniforme al cortar.

3.5.4. Soldadura de arco eléctrico

Es un proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte.

La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar a esta energía hasta una temperatura de aprox. 4 000 °C. La energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un circuito cerrado. Cuando ocurre una pequeña ruptura dentro de cualquier parte, o apertura del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre entre los dos terminales. Esto produce una chispa eléctrica, con la suficiente presión o voltaje para hacer fluir los electrones continuamente.

El arco eléctrico es, por lo tanto, un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseosos que genera luz y calor.

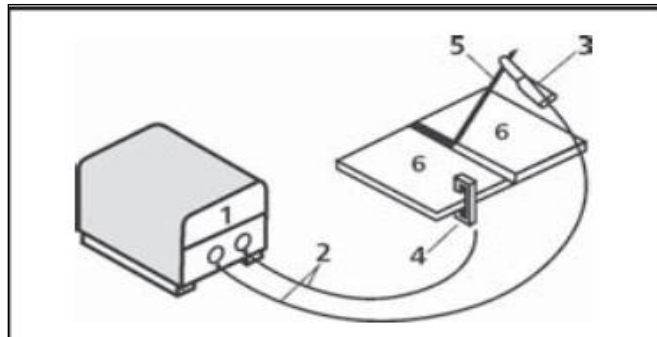
Para lograr la unión, se concentra el calor de un arco eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y una varilla metálica, llamada electrodo.

Produciéndose allí una zona de fusión que, al solidificarse, forma la unión permanente.

El equipo que se utiliza para el funcionamiento de la soldadura consta del listado siguiente. (ver figura 82)

- Generador de corriente (fuente de poder)
- Cables de conexión
- Portaelectrodo
- Masa o tierra
- Electrodo
- Pieza de trabajo

Figura 83. **Partes del circuito de soldadura por arco eléctrico**

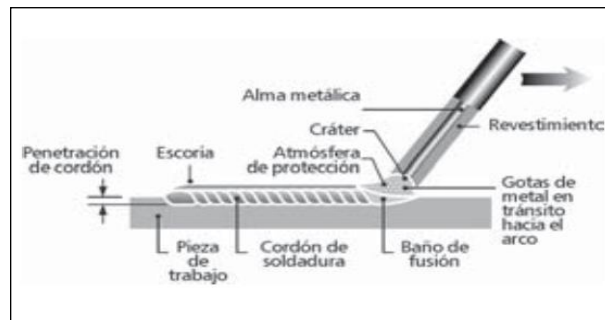


Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 25.

El circuito se cierra momentáneamente, tocando con la punta del electrodo a la pieza de trabajo, y retirándola inmediatamente a una altura preestablecida, formándose de esta manera un arco. El calor funde un área restringida del material base y la punta del electrodo, formando pequeños glóbulos metálicos, cubiertos de escoria líquida. Estos son transferidos al metal

base por fuerzas electromagnéticas, con el resultado de la fusión de dos metales y su solidificación a medida que el arco avanza (ver figura 83).

Figura 84. **Fusión del electrodo**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 25.

3.5.4.1. **Tipos de soldadura**

Existen diferentes procesos de soldadura basados en el principio del arco eléctrico.

3.5.4.1.1. **Soldadura por arco manual con electrodos revestidos**

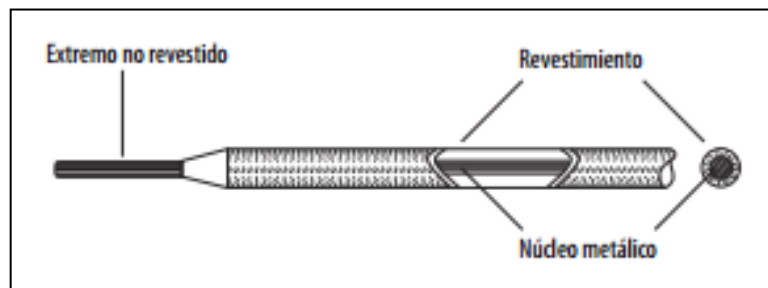
La soldadura manual con arco eléctrico es un sistema que utiliza una fuente de calor y un medio gaseosos generado por la combustión del revestimiento del electrodo. Mediante él es posible la fusión del metal de aportación y la pieza.

La alta temperatura generado en el arco permite la fusión del metal base y la varilla de aporte. Esta temperatura permite también, combustionar los

elementos componentes del revestimiento los que al gasificarse. Cumplen diversas funciones, tales como: desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente y especialmente proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas.

El electrodo revestido tiene un núcleo metálico (ver figura 84), un revestimiento a base de sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo en el porta electrodo.

Figura 85. **Electrodo revestido**



Fuente: SENATI. *Soldadura al arco eléctrico y electrodo revestido*. p.75.

El núcleo es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía y su selección se hace de acuerdo al material de la pieza a soldar.

El revestimiento es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. El cual tiene las siguientes funciones:

- Dirige el arco, conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme.

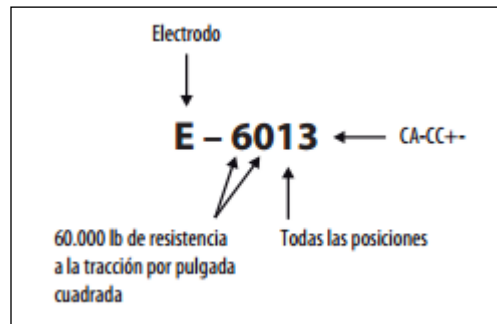
- Crea gases que actúan como protección evitando el acceso de oxígeno de nitrógeno.
- Produce una escoria que cubre el metal de aporte, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del oxígeno y del nitrógeno.
- Contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de metales.
- Estabiliza el arco.

Los electrodos se clasifican por un sistema combinado de números y letras para su identificación. Este permite seleccionar el tipo de electrodo recomendado, para un trabajo determinado. Debe atender a lo siguiente:

- Tipo de corriente que se dispone
- Posición de la pieza a soldar
- Naturaleza del metal y resistencia que debe poseer

Esta clasificación utiliza un sistema compuesto por una letra mayúscula colocada en primer término, denominada prefijo, seguida de cuatro dígitos (ver figura 85).

Figura 86. **Nomenclatura del electrodo**



Fuente: SENATI. *Soldadura al arco eléctrico y electrodo revestido*. p.76.

- Interpretación de la figura 86:

El prefijo E significa: electrodo para soldadura eléctrica por arco. Los dos primeros dígitos, de un total de cuatro, indican la resistencia a la tracción, en miles de libras por pulgada cuadrada.

El número 60 significa: 60 000 libras por pulgada cuadrada, lo que equivale a 42,2 kg por milímetro cuadrado. El tercer dígito, de un total de cuatro indica la posición para soldar. El número uno significa soldar en todas posiciones.

Los últimos dos dígitos en conjunto indican la clase de corriente a usar y la clase de revestimiento. El número trece significa revestimiento con rutilo, corriente continua o alterna, polo negativo. Para determinar el significado del tercer dígito se utiliza la equivalencia siguiente.

Para el tercer dígito, dependiendo del mismo tiene el siguiente significado:

- Todas posiciones
- Juntas en ángulo interior, en posición horizontal o plana
- Posición plana únicamente

Para el tercer y cuarto dígito:

- 10- CC (+) revestimiento celulósico.
- 11- CC (+) revestimiento celulósico.
- 12- CC o CA (-) revestimiento con rutilo.
- 13- CA o CC (\pm), revestimiento con rutilo y hierro en polvo
- 16- CC (+) bajo tenor, de hidrógeno.
- 18- CC o CA (\pm) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro polvo.
- 20- CC o CA (\pm) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro en polvo (25 % de aproximadamente).
- 24- CA o CC (\pm) con rutilo y hierro en polvo.

3.5.4.1.2. Soldadura por electrodo no consumible protegido

Este tipo de soldadura se utiliza como medio de protección un chorro de gas que impide la contaminación de la junta. La soldadura por electrodo no consumible, también llamada soldadura TIG. Esta se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente que normalmente, como indica el nombre es de tungsteno.

3.5.4.1.3. Soldadura por electrodo consumible protegido

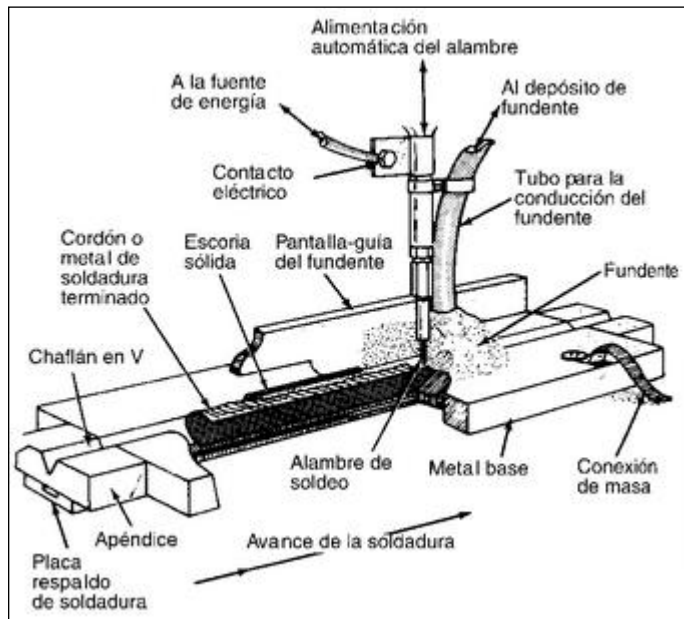
La soldadura MIG, como su nombre lo indica es el gas es inerte. No participa en modo alguno en la reacción de soldadura. Su función es proteger la zona crítica de la soldadura de oxidaciones e impurezas exteriores.

3.5.4.1.4. Soldadura por arco sumergido

Es un proceso semiautomático o automático en el cual se emplean uno o dos electrodos metálicos desnudos. El arco se protege mediante una cubierta, de suministro independiente, de un fundente granular fusible. No hay evidencia del arco en este método. El arco, el electrodo fundido y el pocillo fundido de soldadura están completamente sumergidos en el fundente conductor de alta resistencia.

Una cabeza de soldadura de diseño especial (ver figura 87) alimenta el electrodo continuo y el fundente en forma separada. Variando la composición química del fundente puede soldarse una variedad de metales y aleaciones en diversos tipos de juntas. Sin embargo, la soldadura de arco sumergido es primordialmente un proceso de producción que se emplea para soldaduras de línea recta, especialmente en la formación de marcos para cajas.

Figura 87. **Proceso de soldadura de arco sumergido**



Fuente: *Métodos de soldadura*. <http://www.tecnoficio.com>. Consulta: 25 de noviembre de 2014.

3.5.4.1.5. Normas de seguridad en el manejo del equipo

Se deben observar las siguientes reglas de seguridad:

- Nunca dejar que los cables de suministro de energía de las máquinas soldadoras portátiles se enreden con los cables de soldar, ni que queden lo suficientemente cerca de la operación de soldadura, como para que su aislamiento pueda dañarse por chispas o por metal caliente.
- Mantener siempre las terminales de soldadura y los cables primarios de alimentación de energía fuera de escaleras, pasillos o puertas.

- Reparar o cambiar inmediatamente los cables defectuosos. Desconectar la corriente antes de empalmar cables.
- Apagar siempre la máquina de soldar cuando la vaya a dejar por un tiempo prolongado.
- Nunca ingresar en agua un porta electrodo caliente.
- Mantener siempre los cables de soldar limpios de grasa y aceite.
- Nunca dejar que los cables de soldar queden asentados en agua, en tierra, en zanjas o en fondos de tanques.
- Instalar siempre las máquinas de soldar de acuerdo con las disposiciones del Código Nacional Eléctrico.
- Nunca hacer reparaciones al equipo de soldadura sin desconectar antes la corriente de alimentación a la máquina.
- Nunca sobrecargar un cable de soldadura.

3.5.5. Soldadura TIG (*tungsten inert gas*)

El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa. Este utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza de soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte. Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores

requerimientos de terminación es necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con acabado completamente liso.

3.5.5.1. Características y ventajas del sistema TIG

Las características sobresalientes de la soldadura TIG son:

- Excelente calidad de la soldadura en casi todos los metales y aleaciones empleados por la industria.
- Prácticamente no se requiere ninguna limpieza posterior.
- Arco y baño de fusión son claramente visibles para el soldador.
- No hay metal de aporte que atraviese el arco, de modo que no se producen salpicaduras.
- La soldadura es posible en todas las posiciones.
- No se produce escoria que podría quedarse atrapada en la soldadura.

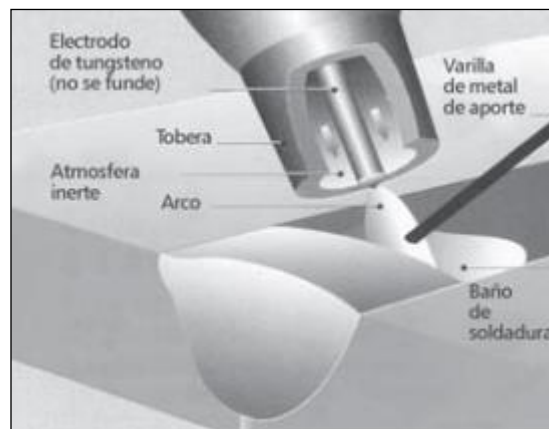
El proceso TIG puede emplearse para aluminio, magnesio, acero inoxidable, bronce, plata, cobre, níquel y aleaciones, hierro fundido, aceros dulces, aceros aleados, abarcando una amplia gama de espesores de metal.

También se emplea para pases de raíz en juntas soldadas de tubos de acero, buscando la mayor eficiencia.

3.5.5.2. Descripción del proceso de soldadura

La soldadura por arco de tungsteno con gas (TIG) es un proceso en que la fusión es producida por el calor de un arco que se establece entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza. La protección se obtiene de un gas inerte (argón o helio).

Figura 88. **Proceso de soldadura TIG**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 36.

En la figura 87 se muestra el esquema del proceso TIG. Se indica el arco, el electrodo de tungsteno y la envoltura protectora de gas sobre la pieza de trabajo. La varilla desnuda de metal de aporte es aplicada manualmente, introduciéndola en el arco y en el baño de fusión, como en el proceso oxiacetilénico. Se puede o no emplear metal de aporte.

3.5.5.3. Normas de seguridad en el manejo del equipo

Debe observar las siguientes reglas de seguridad:

- Nunca dejar que los cables de suministro de energía, de las máquinas soldadoras portátiles, se enreden con los cables de soldar, ni que queden lo suficientemente cerca de la operación de soldadura como para que su aislamiento pueda dañarse por chispas o por metal caliente.
- Mantener siempre las terminales de soldadura y los cables primarios de alimentación de energía fuera de escaleras, pasillos o puertas.
- Reparar o cambiar inmediatamente los cables defectuosos. Desconectar la corriente antes de empalmar cables.
- Apagar siempre la máquina de soldar cuando la vaya a dejar por un periodo de tiempo prolongado.
- Nunca ingresar en agua un porta electrodo caliente.
- Mantener siempre los cables de soldar limpios de grasa y aceite.
- Nunca dejar que los cables de soldar queden asentados en agua, en tierra, en zanjas o en fondos de tanques.
- Instalar siempre las máquinas de soldar de acuerdo con las disposiciones del Código Nacional Eléctrico.

- Nunca hacer reparaciones al equipo de soldadura sin desconectar antes la corriente de alimentación a la máquina.
- Nunca sobrecargue un cable de soldadura.

3.5.5.4. Electrodo para el sistema TIG

Los electrodos que se emplean para el proceso TIG son de tungsteno y aleaciones de tungsteno. Tienen un punto de fusión muy elevado (6 170 °F) y prácticamente no se consumen. El electrodo no toca el baño fundido. En posición apropiada, el electrodo es sostenido encima de la pieza de trabajo, y es el calor intenso procedente del arco el que mantiene el baño en estado líquido.

Los electrodos son de tungsteno puro (los más baratos), tungsteno con 1-2 % de torio (de larga vida: se emplean para aceros) o de tungsteno aleado con circonio (menor contaminación, mejor calidad: se emplean para aluminio). Los diferentes tipos de tungsteno son fácilmente reconocibles según un código de color. Se presentan en varios diámetros y largos de 3 a 24".

Figura 89. **Electrodos de tungsteno**

Clasificación AWS	Composición del tungsteno	Color de la punta
EWP	Puro	Verde
EWTh-1	1% de torio añadido	Amarillo
EWTh-2	2% de torio añadido	Rojo
EWZr	0,25% a 0,5% de circonio añadido	
EWZr	0,25% a 0,5% de circonio añadido	Marrón
EWCe-2	2% de cerio añadido	Naranja
EWLa-1	1% de lantano añadido	Negro
EWG	Aleación no especificada	

Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 37.

3.5.6. Soldadura MIG/MAG

Es en esencia un proceso de cd con polaridad invertida en el cual el electrodo consumible, sólido y desnudo. Es protegido de la atmósfera por medio de una atmosfera protectora proporcionada en forma externa, en general de bióxido de carbono, de mezclas de argón y bióxido de carbono, o de gases con base de helio.

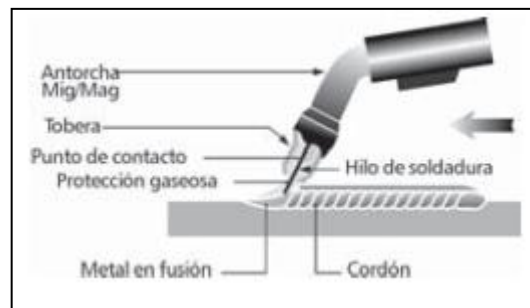
3.5.6.1. Descripción del proceso de soldadura

En la soldadura por arco metálico con gas, conocida como proceso MIG, la fusión es producida por un arco que se establece entre el extremo del alambre aportado continuamente y la pieza a soldar. La protección se obtiene íntegramente de los gases suministrados simultáneamente con el metal de aporte.

Existen dos clasificaciones en este proceso. Estas son en función del tipo de gas protector:

- MIG: el cual emplea protección de un gas puro, inerte (helio, argón, y otros.) Para metal no ferroso.
- MAG: el cual hace uso de dióxido de carbono, como gas protector. Para metal ferroso.

Figura 90. **Presentación de la soldadura con dióxido de carbono**



Fuente: EXSA. *Manual de soldadura*. p. 34.

La tarea, que cumplen los gases protectores, es la de proteger el arco, al baño de fusión y al material de aporte contra el peligroso acceso de los gases de la atmósfera.

Este proceso de soldadura se muestra en la figura 90. En ella se señala el alambre, la protección gaseosa, el arco y el metal depositado.

El tipo de transferencia del alambre de aporte a través del arco depende del valor de la corriente. A bajas corrientes, la transferencia se realiza por

grandes glóbulos o gotas (corto circuito, globular). Cuando la corriente aumenta y se usa 80 % de Argón, estas gotas se reducen progresivamente hasta que, a una determinada corriente que depende del material y del diámetro del alambre. La transferencia se efectúa en finas gotitas o por pulverización.

3.5.6.1.1. Proceso semiautomático

Es la aplicación más común, en la que algunos parámetros previamente ajustados por el soldador, como el voltaje y el amperaje, son regulados de forma automática y constante por el equipo. Pero es el operario quien realiza el arrastre de la pistola manualmente. El voltaje, es decir la tensión que ejerce la energía sobre el electrodo y la pieza, resulta determinante en el proceso: a mayor voltaje, mayor es la penetración de la soldadura.

Por otro lado, el amperaje (intensidad de la corriente), controla la velocidad de salida del electrodo. Así, con más intensidad crece la velocidad de alimentación del material de aporte, se generan cordones más gruesos y es posible rellenar uniones grandes.

3.5.6.1.2. Proceso automático

Al igual que en el proceso semiautomático, en este, la tensión y la intensidad se ajustan previamente a los valores requeridas para cada trabajo. Estos son regulados por el equipo, pero es una boquilla automatizada la que aplica la soldadura.

3.5.6.1.3. Proceso robotizado

Este proceso es utilizado a escala industrial. Todos los parámetros y las coordenadas de localización de la unión que se va a soldar se programan mediante una unidad CNC.

3.5.6.2. Productos de aporte

A continuación se especifican los productos de aporte para el proceso MIG/MAG.

3.5.6.2.1. Hilos de soldadura

La composición de los hilos para soldadura por arco metálico a gas debe seleccionarse de acuerdo al metal a soldar. Además de la variación dentro del proceso MIG/MAG y la atmósfera de protección.

Los alambres están disponibles en gran variedad de diámetros, en carretes.

3.5.6.2.2. Gases de protección

Desplaza el aire alrededor del arco para evitar la contaminación del metal fundido con gases de la atmósfera. La envoltura protectora de gas debe proteger eficientemente el área del arco para obtener un metal de aporte de buena calidad.

El gas protector para la soldadura por arco metálico a gas normalmente usado, es el argón, helio o una mezcla de metales no ferrosos. Para aceros se

emplea dióxido de carbono, dióxido de carbono con argón y a veces helio para aceros inoxidable o argón con pequeña cantidad de oxígeno para ciertos aceros y aceros inoxidable.

Los gases protectores deben tener la especificación Welding Grade (grado para soldadura). De esta manera se consigue un nivel específico de pureza y de contenido de humedad.

3.5.6.2.3. Constitución equipo de soldadura

Los componentes principales del equipo requerido para el proceso son:

- La máquina de soldar: la fuente de poder es del tipo de voltaje constante. Las fuentes de poder de voltaje constante no tienen control de amperaje y, por ello, no pueden ser empleadas para la soldadura manual con electrodos.

La corriente de soldar es determinada por la carga. Normalmente se emplea, para este proceso, corriente continua de polaridad invertida. La máquinas están disponibles desde 150 a 1 000 amperios.

- Alimentador de alambre: el sistema de alimentación es de acuerdo con el suministro de energía para voltaje constante. El sistema VC para soldar depende de la relación entre el grado de combustión del alambre y corriente para soldar. Dicha relación es constante para un determinado diámetro, composición de alambre y gas empleado.

3.5.6.3. Normas de seguridad en el manejo de equipo

Se deben observar las siguientes reglas de seguridad:

- Nunca deje que los cables de suministro de energía de las máquinas soldadoras portátiles se enreden con los cables de soldar, ni que queden lo suficientemente cerca de la operación de soldadura como para que su aislamiento pueda dañarse por chispas o por metal caliente.
- Mantener siempre las terminales de soldadura y los cables primarios de alimentación de energía fuera de escaleras, pasillos o puertas.
- Reparar o cambiar inmediatamente los cables defectuosos. Desconectar la corriente antes de empalmar cables.
- Apagar siempre la máquina de soldar cuando la vaya a dejar por un periodo prolongado.
- Nunca ingresar en agua un porta electrodo caliente.
- Mantener siempre los cables de soldar limpios de grasa y aceite.
- Nunca dejar que los cables de soldar queden asentados en agua, en tierra, en zanjas o en fondos de tanques.
- Instalar siempre las máquinas de soldar de acuerdo con las disposiciones del Código Nacional Eléctrico.

- Nunca hacer reparaciones al equipo de soldadura sin desconectar antes la corriente de alimentación a la máquina.
- Nunca sobrecargar un cable de soldadura.

3.6. Manual práctico procesos de manufactura II

Una guía para la aprender a utilizar las diferentes máquinas herramienta en el curso.

3.6.1. Práctica núm. 1: soldadura oxiacetilénica

Formación de cordones sobre placa plana, usando metal de aporte.

Para la realización de esta práctica se deben tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Paso 1: seleccionar el tamaño adecuado de punta del soplete.
- Paso 2: colocar la placa de acero sobre el ladrillo refractario.
- Paso 3: encender el soplete, y ajústelo a llama neutra.
- Paso 4: trabajar de derecha a izquierda, si es derecho, el cordón debe formarse sobre la superficie de la lámina, debiendo hacerse esfuerzos para mantener uniformes la altura, el ancho y la separación de las ondulaciones.

- Paso 5: la posición de la varilla de soldadura es semejante a la del soplete, con la diferencia de que la varilla de soldadura se sostiene con la mano contraria.
- Paso 6: para llevar tanto el metal de base como la varilla de soldadura a la temperatura de fusión al mismo tiempo, sostenga la varilla de soldadura apenas dentro de la envolvente exterior de la llama, mientras concentra esta sobre una región reducida del metal de base, la comenzar el cordón.
- Paso 7: tan pronto como comience a fundirse el metal, alimente la varilla de soldadura, hundiéndola en el pocillo de metal fundido, y moviendo simultáneamente la punta del soplete, transversalmente al metal de base.
- Paso 8: si no se apunta la llama directamente a la varilla de soldadura, la varilla puede pegarse (congelarse o soldarse) al metal de base. Si ocurre esto, no tire la varilla para que se desprenda; dirigir simplemente la punta del soplete hacia la varilla y esta se soltará inmediatamente del metal de base.
- Paso 9: si se mantiene la llama demasiado tiempo en un lugar, el pocillo de metal fundido se hará muy grande, y podrá hasta pasar otro lado. Si el pocillo se hace demasiado grande, retirar la varilla de soldadura del pocillo y levante la llama hasta que solo su envolvente exterior este en contacto con el pocillo. Separando la llama enteramente del pocillo se logrará que el aire actúe contra el metal de base, y lo oxide. Si el pocillo para al otro lado, trate de tapar el agujero antes de continuar.

- Paso 10: antes de proceder al siguiente paso, observar cómo se han encorvado y alabeado las láminas soldadas después de haber terminado la soldadura. Si levanta las láminas con unas pinzas, y examina su parte inferior, observará que hay una cierta cantidad de oxidación y de formación de escamas directamente bajo la soldadura. También podrá observar que en los lugares en que fue lenta la acción de la soldadura, y resultó grande el pocillo de metal fundido, y consecuentemente profundo, hay más oxidación que en los lugares en que el pocillo tuvo poca profundidad.

3.6.1.1. Materiales a utilizar

Equipo oxiacetilénico, encendedor de fricción (chispero), equipo de protección personal (careta de oxiacetileno, guantes, manguitos de cuero y pechera de cuero), varilla de soldadura, de clasificación GA50, AWG, de 1/8 de pulgada de diámetro, placas de acero común.

3.6.1.2. Especificaciones para la entrega de reporte

Se entregará un reporte en el cual deben investigar: el retroceso de llama oxiacetilénica y los usos especiales de las llamas. El contenido mínimo del reporte es el siguiente:

- Carátula
- Introducción
- Objetivos
- Contenido
- Conclusiones
- Recomendaciones

- Bibliografía

3.6.1.3. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XXII. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia

3.6.2. Práctica núm. 2: corte oxiacetilénico

Para la realización de esta práctica se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Paso 1: seleccionar la punta del soplete del tamaño correcto para cortar placa de acero de $\frac{1}{4}$ " de espesor, como se lo indicará el instructor.
- Paso 2: encender el soplete y ajustarlo a llama neutra, utilizando las válvulas de precalentamiento con gas.

- Paso 3: apuntar el soplete de corte de manera que la punta o boquilla quede a un ángulo de 45° respecto a la orilla de la placa de acero, y aproximadamente 1/16 pulgada por encima de la superficie de la placa.
- Paso 4: mantener la llama de precalentamiento a 1/16 de pulgada por encima de la superficie del metal, oprima lentamente el gatillo para oxígeno de corte, y simultáneamente comience a dar al soplete una posición tal que la boquilla de corte quede perpendicular a la superficie de la placa por cortar.
- Paso 5: sostener el soplete con buen pulso, se lleva hacia con la suficiente lentitud para ir cortando el metal, aunque lo bastante rápido como para lograr un corte limpio.
- Paso 6: continuar cortando el metal hasta que obtenga cortes limpios.
- Paso 7: pagar el soplete y limpie la boquilla usando un limpiador de puntas del tamaño correcto.
- Paso 8: dejar enfriar las piezas de metal, y preséntelas a su instructor para su aprobación.

3.6.2.1. Materiales a utilizar

Una pieza de placa de acero 8 X 12 X 1/4 de pulgada, un soplete oxiacetilénico para corte, con boquilla del tamaño apropiado.

3.6.2.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XXIII. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

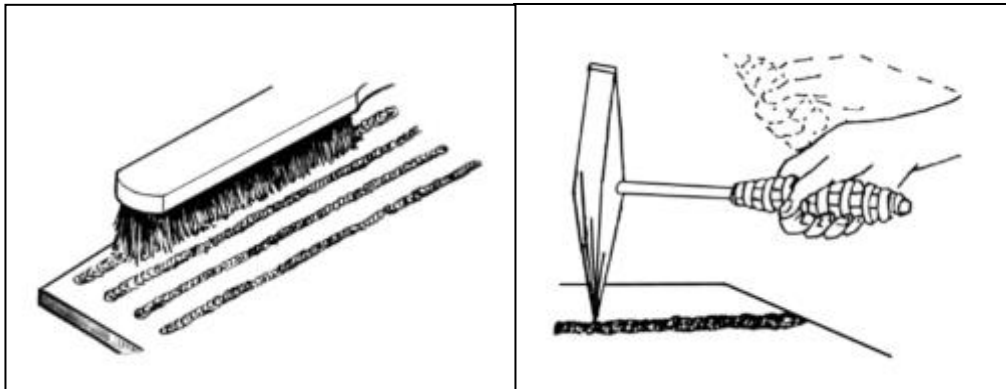
3.6.3. Práctica núm. 3: soldadura de arco eléctrico

Esta práctica debe realizarse de la siguiente forma:

- Paso 1: preparar el equipo de soldadura con la ayuda del instructor.
- Paso 2: preparar el material base.
- Paso 3: encender y mantener el arco eléctrico, aproximando el extremo del electrodo a la pieza, encender el electrodo por toque a la pieza de trabajo con electrodo y retirarlo a 3 mm aprox. para formar el arco eléctrico. Encender por frotamiento raspando el material con el electrodo, y luego manteniéndola a una distancia de 3 mm aproximadamente.

- Paso 4: depositar cordones angostos, manteniendo el arco sobre la superficie de la pieza de trabajo, inclinando el electrodo y avanzando con velocidad adecuada manteniendo la altura del arco.
- Paso 5: antes de reanudar los cordones, limpiar la terminación con el pica escoria.
- Paso 6: limpiar los cordones, sujetar la pieza y quitar la escoria con el picador.

Figura 91. **Limpieza de los cordones de soldadura**



Fuente: SENATI. *Soldadura al arco eléctrico y electrodo revestido*. p.7.

Nota: la escama o escoria no debe quitarse tan pronto como se termina de hacer el cordón, esperar que la soldadura se enfríe para evitar rajaduras.

3.6.3.1. Materiales a utilizar

Placa de acero dulce de 1/8 X 2 X 6 pulgadas, y electrodos E-6010 apropiados, portaelectrodo.

3.6.3.2. Especificaciones para la entrega de reporte

Se entregará un reporte en el cual deben investigar diferentes tipos de defectos en soldadura. El contenido mínimo del reporte debe ser:

- Carátula
- Introducción
- Objetivos
- Contenido
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía

3.6.3.3. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XXIV. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos

Fuente: elaboración propia.

3.6.4. Práctica núm.4: soldadura MIG/MAG

- Paso 1: conseguir el hilo adecuado. Se debe usar el mismo tipo de hilo que el material que se va a soldar. Para soldadura de acero hay dos tipos principales de hilo. El AWS ER70S-3 es un hilo de hacer para todo propósito. Usualmente esta es la opción más económica. El AWS ER70S-6 es un hilo de hacer de alta calidad, para soldar sobre acero oxidado o sucio. El E71TGX no requiere de gas protector. Está hecho para soldar en vientos fuertes y para materiales oxidados o pintados.
- Paso 2: apretar la tensión en la bobina para que el hilo no se salga a causa de su propia tensión. Hacer que las primeras 3" del hilo sean lo más

rectas posible, para evitar que se enrede o dañe la línea de alimentación, usar un cortador de alambre para recortar el hilo adecuadamente.

- Paso 3: alimentar el hilo en el soplete, insertando el hilo dentro del tubo de guía y alimentándolo sobre el rodillo. Insertar al forro del hilo. Asegurarse de que el hilo esté libre de óxido o grasa, esto causará soldaduras erróneas.
- Paso 4: ajustar la tensión, una vez que el hilo haya pasado por el alimentador, es necesario ajustar la tensión. Mucha tensión causará que los montajes se doblen, dañando el soldador. Mantener la cantidad de la tensión al mínimo, pero que aún permita que la línea siga alimentándose.
- Paso 5: abrir la válvula de salida del cilindro de gas de protección.
- Paso 6: ajustar la polaridad de la máquina para soldar a DCEP (corriente directa con polaridad invertida).
- Paso 7: mantener una longitud de electrodo consistente. Mientras esté soldando, mantener tu electrodo extendiendo entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{8}$ del tubo de contacto.
- Paso 8: usar el gas protector adecuado, según indicaciones del instructor.
- Paso 9: hacer una soldadura plana usando el soldador para colocar el material directamente en la unión. Usar el método de hacer la soldadura de un lado a otro para llenar grandes espacios. Para hacer las uniones planas, sostener la pistola en un ángulo de 90° .

- Paso 10: al terminar con el proceso de soldadura, eliminar cualquier exceso de relleno con la ayuda de un abrasivo. Si la soldadura queda defectuosa, deshacerla con la ayuda de un material abrasivo y volver a soldar la unión.

3.6.4.1. Materiales a utilizar

Un equipo para soldadura de arco metálico y gas, piezas de metal de 50 cm hojas de resorte para depositar cordones y sus accesorios.

3.6.4.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XXV. **Evaluación sugerida**

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.6.5. Práctica núm.5: soldadura TIG

- Paso 1: eliminar los óxidos del aluminio.

- Paso 2: colocar una pieza de aluminio sobre la mesa de soldar. Estar atento a las indicaciones del instructor para determinar las situaciones de la soldadura.
- Paso 3: encender la máquina de soldar.
- Paso 4: verificar la posición del soplete y el metal de aporte en relación con el metal de base.
- Paso 5: iniciar el arco, oprimiendo el pedal lo suficiente para fundir el metal de base y formar un pocillo de metal fundido de $\frac{1}{4}$ ".
- Paso 6: comenzar a hacer el cordón.
 - La longitud del arco debe ser igual al diámetro del electrodo.
 - El ancho de la cara del cordón debe ser igual al doble del diámetro del electrodo.
 - Después de recorrer toda la longitud de la tira de aluminio, inspeccione las soldaduras.
- Paso 7: apagar la máquina de soldar, como sigue:
 - Cerrar la válvula del tanque de gas, apretándola bien con la mano.
 - Oprimir una vez el pedal, y suéltelo inmediatamente, para purgar la tubería de gas.
 - Cerrar la válvula de paso del gas cuando la esfera descansa sobre el fondo.
 - Desconectar la alimentación de fuerza a la máquina de soldar.

3.6.5.1. Materiales a utilizar

Pieza de aluminio de 6 X 2 X 1/8, electrodos de tungsteno puro de 3/32 pulgada de diámetro, aluminio 4043 como metal de aporte, de 1/8 de pulgada de diámetro.

3.6.5.2. Criterios de evaluación sugeridos

Se propone la siguiente forma para evaluar al estudiante tomando en cuenta varios aspectos.

Tabla XXVI. Evaluación sugerida

Material	20 puntos.
Utilización de equipo de seguridad	20 puntos.
Técnica empleada y entrega de reporte	20 puntos.
Acabado y exactitud	20 puntos.
Orden y limpieza	<u>20 puntos.</u>
Total	100 puntos.

Fuente: elaboración propia.

3.7. Proyecto final

Se propone en conjunto con el instructor del laboratorio, una mejora para el módulo, para la maquinaria o para el instituto. Además, se debe entregar un documento escrito el cual debe contener las especificaciones dadas en el inciso 3.7.8.

3.7.1. Descripción del proyecto útil para ITUGS

Se describe un proyecto el cual mejore todos los aspectos académico de los estudiantes en el curso de procesos de manufactura uno. Esto con el objetivo de aumentar los conocimientos vistos en cada una de las prácticas, y mejorar el uso de las máquinas herramienta, así como las medidas de seguridad para ponerlas en práctica.

- Ejemplo 1
Colocar botiquines fabricados por los alumnos en diferentes aéreas del laboratorio con el fin de disponer de manera rápida ante cualquier emergencia.
- Ejemplo 2
Realizar sillas, basureros y mesas o según las necesidades del laboratorio.

3.7.2. Materiales a utilizar

Estos quedarán a discreción del instructor en conjunto con los estudiantes pudiendo utilizar todo, durante la realización de cada una de las prácticas.

3.7.3. Planos de fabricación

De ser necesario deberán presentar los planos de fabricación del proyecto al instructor del curso. Para verificar las medidas de la pieza, estos deberán realizarse en AutoCAD.

3.7.4. Costos

Debido a que se incurrirá en gastos los cuales deberá cubrir todo el grupo de estudiantes, para así minimizar el gasto individual, ya que se dividirá dentro del número total de estudiantes. Acá se deben presentar en forma de lista cuanto se gastó en cada material para la realización del proyecto.

Ejemplo:

Costos de fabricación

Materiales	Valor
5 electrodos de hierro colado	Q 100,00

Costos adicionales

Recursos	Valor
Impresiones	Q 26,00
Investigación	<u>Q 6,00</u>
Costo total	Q132,00

3.7.5. Cronogramas

Se debe presentar un cronograma realizado en Microsoft Project. En él se describirá cada una de los procedimientos que se llevarán a cabo cada semana que se impartirá el laboratorio. Esto con el fin de aprovechar cada una de las prácticas.

3.7.6. Herramientas y máquinas herramientas a utilizar

Las herramientas que se utilizarán en la realización del proyecto, serán las proporcionadas por el Laboratorio de Procesos de Manufactura II.

3.7.7. Ensamblado de las piezas trabajadas

Finalmente, se procede a ensamblar piezas trabajadas, si las hubiere, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el instructor del laboratorio.

3.7.8. Contenido del informe del proyecto final

Se describirá en forma concisa lo que debe contener el informe. En él se deben colocar datos sobre la investigación teórica del proyecto final.

3.7.8.1. Introducción y objetivos

Es un planteamiento claro y ordenado, enfocado al proyecto final a realizar. Los objetivos es lo que se pretende alcanzar con la realización del proyecto.

3.7.8.2. Marco teórico

Es el cuerpo del trabajo de investigación. Este deberá estar referido con fuentes de consulta como libros o manuales.

3.7.8.3. Instrucciones y diagramas

Si fuera necesaria la realización de instrucciones y diagramas en las cuales se describe las operaciones para la realización del proyecto. Es necesario adjuntarlas en este inciso.

3.7.8.4. Conclusiones

Estas se relacionan con los objetivos. Son los resultados que se obtienen del proyecto final.

3.7.8.5. Bibliografía

Se describen todas las referencias teóricas, consultadas para la realización del proyecto.

3.7.9. Cuidado de los equipos y herramientas a utilizar

- Siempre asegurarse que el equipo esté en buenas condiciones de trabajo.
- Comprobar que tanto la máquina de soldar como sus accesorios estén limpios, libres de grasa y aceite.
- Nunca enfriar los portaelectrodos calientes sumergiéndolos en agua; esto puede exponerlo a un choque eléctrico.

4. PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

4.1. Autorización del manual

Este se logrará al finalizar las revisiones del asesor. Luego por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial y finalmente la revisión en la Unidad de Lingüística.

4.1.1. Aprobación del decano de la Facultad de Ingeniería

La aprobación del decano es el paso final para la revisión y aprobación del presente manual. Esto para luego imprimirlo y distribuirlo.

4.2. Publicación del manual

Se hará por medio de los catedráticos que imparten los laboratorios de Procesos de Manufactura I y II. Estos instan a los estudiantes a usarlo previo a la realización de cada una de las prácticas.

4.3. Distribución del manual a catedráticos en ITUGS

La distribución del manual se realizará por medio del director de ITUGS a los catedráticos. Estarán disponibles en las bibliotecas de la Facultad de Ingeniería y en la Central.

4.3.1. Planificación estructurada de prácticas

Los catedráticos podrán planificar de mejor forma y más rápido cada una de las prácticas a realizar. Así abarcar más actividades, pudiendo unir las que se realizan actualmente con las propuestas.

4.3.2. Planificación estructurada de costos

Los catedráticos podrán planificar los gastos varios necesarios para el funcionamiento dentro del semestre de cada maquinaria, tales gastos como gas acetileno, electricidad, y otros. Esto gracias a que una vez planificadas las prácticas se podrá verificar el tiempo de uso de cada máquina. Aunque en el ITUGS esto no es viable, ya que no solo los alumnos de proceso de manufactura utilizan la maquinaria instalada, sino que también los estudiantes de las carreras técnicas.

4.4. Distribución del manual a alumnos

Esto se realizará por medio de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería y la Biblioteca Central, así como los catedráticos y las autoridades del ITUGS.

4.4.1. Planificación estructurada de prácticas en el semestre

Cada alumno el primer día de clase podrá planificar durante el semestre los materiales requeridos a cada práctica. Así como, leer previamente, para realizar la práctica más fácilmente.

4.4.2. Planificación de entrega de proyecto final

También, podrán planificar la entrega del proyecto al final del semestre pudiendo utilizar cada una de las prácticas para la realización del mismo. Así lograr terminar a tiempo y satisfactoriamente su laboratorio.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

5.1. Resultados

Deberán evaluarse los resultados del manual. Esto se llevará a cabo por medio de los catedráticos de cada laboratorio, con el fin de verificar si el manual está siendo utilizado eficientemente y logrando que los estudiantes se preparen mejor.

5.2. Capacitaciones para uso del manual

Es importante capacitar a los catedráticos para el uso del manual. Esto en el contenido de cada uno de los capítulos, explicando que el manual consta de una base teórico y una base práctica.

Además, se debe realizar una explicación sobre la forma en que se evaluara cada práctica, así como también el procedimiento para su realización.

5.3. Metodología para uso del manual de práctica

Se presenta la metodología para el uso de cada uno de los manuales para el buen uso de parte de los estudiantes así como de los catedráticos del laboratorio.

5.3.1. Actividades propuestas dentro de la práctica

Actividades que se pueden realizar para mejorar el uso del manual:

- Realizar una lectura previa del manual teórico de cada práctica
- Entregar los manuales a cada estudiante con el manual práctico
- Presentación del proyecto de la práctica
- Enseñarle al estudiante el uso adecuado de las máquina herramienta
- Trabajar en grupo

5.3.2. Ejercicios propuestos

Se proponen ejercicios extras para que los alumnos puedan practicarlos.

- Preparar equipo de soldadura: esta operación consiste en instalar la fuente de poder a un interruptor manual que permita conectar y desconectar la máquina, así como preparar sus accesorios quedando lista para soldar.
 - Paso 1: instalar la fuente de poder a la red de energía eléctrica (seleccionar los cables de alimentación y conectar la máquina, y los cables en el borne positivo negativo).
 - Paso 2: instalar el cable tierra sobre la mesa de trabajo.
 - Paso 3: ajustar el amperaje a la máquina de soldar.
 - Paso 4: colocar el material base sobre la mesa.
 - Paso 5: colocar el electrodo en el portaelectrodo.
 - Paso 6: colocar los accesorios a utilizar.

- Paso 7: encender el motor para aspirar el humo.
- Paso 8: preparar el equipo de protección personal.

Debe estar acompañado por el instructor del curso para supervisar su trabajo.

5.4. Auditoría del manual

El objetivo de la realización de una auditoría al manual, es que el contenido sea actualizado al finalizar cada año o cada semestre. Para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de los laboratorios.

5.4.1. Revisión del contenido

Es necesario revisar y actualizar el contenido del manual con la ayuda de los catedráticos de los cursos. Se aportan de su conocimiento y nuevas metodologías para mejorar el contenido del manual.

5.4.2. Procedimiento de mejora

El procedimiento de mejora continua del manual se llevará a cabo, por medio de los catedráticos de los cursos. Así como de los alumnos y director del ITUGS, estos deben ser revisados y actualizados cada semestre, con el fin de buscar problemas, causas y posibles soluciones.

El procedimiento de mejora continua que se utilizará será una autoevaluación en la cual detectan los puntos fuertes del manual que se tratará

de mantener y las aéreas que se mejoran. Esto se realizará por medio del ciclo (planificar, hacer, verificar, actuar):

- Planificar: los catedráticos en conjunto con el director de ITUGS serán los encargados de identificar, observar y analizar cuáles son las fallas. Esto tanto en el manual teórico como en el práctico y a partir de esto establecer si se están cumpliendo los objetivos y proponer nuevas prácticas.
- Hacer: implementar las prácticas propuestas por cada uno de los implicados con el fin de mejorar el manual. En esta etapa se deberá hacer cambios si lo fuere necesario como agregar o quitar temas al manual teórico y práctico.
- Verificar: realizar un seguimiento para determinar si las propuestas se están cumpliendo.
- Actuar: luego de verificar el presente manual se debe tomar acciones para corregir los errores encontrados anteriormente. Esto a fin de cumplir con los objetivos definidos en la planificación.

5.4.3. Actualización del contenido

La actualización del contenido de los laboratorios de procesos de manufactura I y II tiene como objetivo facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje. Además de desarrollar en los estudiantes las habilidades de investigación, aplicación de las técnicas aprendidas y métodos experimentales que los conducirán a la obtención de un criterio al momento de obtener un puesto de trabajo.

- Se recibirán propuestas de parte de las personas que estén interesadas en dar su aporte, tanto teóricas como prácticas.
- El instructor del curso será el que revisará los aportes y decidirá si los cambios cumplen con los objetivos.
- Si los aportes son aprobados, deberán reestructurar el contenido del manual con el fin de facilitar la comprensión del estudiante como de los catedráticos.
- Luego de aprobar la reestructuración del manual se procede a efectuar los cambios.
- Se presentará una copia total del manual señalando las actualizaciones realizadas al instructor para que sea aprobado.
- Se procederá a la distribución del manual a los instructores y alumnos.

CONCLUSIONES

1. Este manual sirve de apoyo y para facilitar el proceso de enseñanza. Dichas prácticas tienen una base teórica con una información breve y concisa en apoyo a la teoría proporcionada en el curso, mientras la base práctica sirve de ayuda, ya que contiene un procedimiento paso a paso de la realización de cada una de ellas.
2. Los aspectos teóricos y prácticos que contiene el manual hará fácil su comprensión y aprendizaje, ya que describe de forma rápida y accesible cada una de las prácticas. Esto lo convierte en un documento completo y a disposición de los estudiantes.
3. Los alumnos podrán colaborar en conjunto para que todos utilicen las máquinas y puedan practicar. Aprovechando este manual, los alumnos leen previamente cada uno de ellos al instructor le será más fácil dar la explicación previa y así aprovechar el tiempo.
4. Cada manual práctico explica paso a paso la realización de la práctica. Para que estas se realicen con las medidas de seguridad y equipo de protección (caretas, lentes, guantes, bata, botas) que el estudiante debe utilizar y así con la ayuda del instructor finalizarlas satisfactoriamente.
5. La elaboración de reportes de las prácticas seleccionadas aportan un valor agregado a los temas vistos, ya que fortalece los conocimientos adquiridos al realizar la práctica.

6. El “Manual para el desarrollo del Laboratorio de Procesos de Manufactura I y II”, cuenta con los pasos para la realización del proyecto final. En el cual se instruye al estudiante con el fin de entregar en forma escrita un proyecto, el cual ayude al mejoramiento del laboratorio y gracias a esto, poner en práctica lo aprendido durante cada semestre. Fortaleciendo su aprendizaje para que al salir al mercado laboral puedan aplicar con mayor facilidad los conocimientos adquiridos.

7. El “Manual teórico-práctico de Procesos de Manufactura I y II” proporcionará a la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, una guía que les permitirá, a los estudiantes y catedráticos, utilizarlo como una bibliografía fundamental en cada laboratorio.

RECOMENDACIONES

1. Que las autoridades de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería aumenten a seis las prácticas, ya que actualmente únicamente se realizan cuatro. De tal forma que para el proyecto final, algunos alumnos tendrán el tiempo necesario para realizarlo.
2. Actualizar el contenido de las prácticas y mejorar el manual de aprendizaje constantemente.
3. Para la seguridad personal cada estudiante del Laboratorio de Procesos de Manufactura I y II deben portar lo siguiente: pantalón de lona, botas de cuero, lentes o careta, gabacha, casco y guantes.
4. Apoyar al estudiante a la lectura previa de los manuales, e impulsarlo a que participe durante las clases, para mejorar su aprendizaje.
5. Mantener el arco formado a la altura correcta, ya que es igual al diámetro del núcleo del electrodo.
6. El (ITUGS) deberá adquirir equipo de protección personal para el Laboratorio de Procesos de Manufactura II. Esto para evitar accidentes, ya que el que se utiliza actualmente está deteriorado.
7. Revisar la máquina herramienta antes de utilizarla, ya que debe estar limpia. Así como, mantener su área de trabajo limpia, ordenada y despejada.

BIBLIOGRAFÍA

1. EXSA. *Manual de soldadura*. Perú: 2000. 250 p.
2. HORWITZ, Henry. *Soldadura: aplicaciones y práctica*. México, D.F: Alfa omega, 1990. 391 p.
3. KIBBE, Richard R. *Manual de máquinas herramientas*. Volumen 2 México: Limusa, 1985. 70 p.
4. KRAR, Steve. *Tecnología de las máquinas herramienta*. 6a ed. México: Alfaomega, 2009. 120 p.
5. PAÍZ HERNÁNDEZ, Erick Yuviny. *Manual de guías de práctica para el laboratorio de procesos de manufactura 1, para estudiantes de Ingeniería Mecánica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 85 p.
6. Secretaría de Educación Unión Europea. *Área técnica de metales*. Honduras: 2005. 10 p.
7. SENATI. *Manual de aprendizaje: Módulo soldadura al arco eléctrico*. Perú: 2009. 29 p.
8. Universidad de Almería. *Apuntes de teoría*. España: 2015. 230 p.

9. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. *Historia*. [en línea]. <<http://www.ingenieria-usac.edu.gt/historia.php>>. [Consulta: 25 de julio de 2014].

10. Universidad Nacional de Ingeniería. *Mecánica de banco*. Perú: 2009. 30 p.