



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

**MANUALES DE OPERACIÓN PARA LOS TRABAJOS DEL TALLER DE
MÁQUINAS HERRAMIENTAS, DEL INGENIO SAN DIEGO**

Jorge Alberto Cruz Cruz

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Mena Moreira

Guatemala, abril de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUALES DE OPERACIÓN PARA LOS TRABAJOS DEL TALLER DE
MÁQUINAS HERRAMIENTAS, DEL INGENIO SAN DIEGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE ALBERTO CRUZ CRUZ

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL MENA MOREIRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCALII	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. César Leonel Ovalle Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANUALES DE OPERACIÓN PARA LOS TRABAJOS DEL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, DEL INGENIO SAN DIEGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Mecánica Industrial, en agosto de 2003.

Jorge Alberto Cruz Cruz

DEDICATORIA A:

- DIOS** Sobre todas las cosas, por ser guía en cada momento de mi vida y ser fuente de toda sabiduría.
- MIS PADRES** PEDRO ANTONIO CRUZ BONILLA
ANGELINA CRUZ HERNÁNDEZ
Por sus consejos, sabiduría y apoyo incondicional.
- MIS HERMANOS** A todos y cada uno de ellos por haberme apoyado en todo momento.
- MI FAMILIA** Sobrinos, tíos y primos.
- MI NOVIA** Por el apoyo que me ha brindado desde el momento en que nos conocimos, por ser y por estar.
- MIS AMIGOS** Por las experiencias vividas y compartidas.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Víctor Manuel Mena Moreira, por su valiosa ayuda en la asesoría del presente trabajo.

Ing. Carlos Ramón López de León.

Ingenio San Diego S.A. Por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo de graduación.

Ing. Mauricio Ramírez, Ing. Henry Peña, Jorge Andrés, Luís Hernández.

Equipo de trabajo Fábrica de Ingenio San Diego, por su apreciable colaboración y amistad.

Todas las personas Que de una u otra forma contribuyeron para la culminación de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Reseña histórica de la empresa	01
1.2. Organización dentro de la empresa	02
1.2.1. Organigrama general de la empresa	04
1.2.2. Organigrama de la fábrica de la empresa	04
1.3. Descripción del proceso de producción dentro del ingenio	05
1.3.1. Pesaje de la caña	05
1.3.2. Descarga de la caña	06
1.3.3. Extracción del jugo de caña	07
1.3.4. Clarificación	09
1.3.5. Evaporación	10
1.3.6. Cristalización	11
1.3.7. Centrifugación o purga	12
1.3.8. Diagrama de flujo del proceso	13

2. SITUACIÓN ACTUAL, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS

2.1. Descripción de la maquinaria dentro del taller de máquinas herramientas	19
2.2. Diagrama de distribución de maquinaria	26
2.3. Beneficios y alcance al elaborar los manuales operativos	27

3. SITUACIÓN PROPUESTA, ELABORACIÓN DE LOS MANUALES OPERATIVOS

3.1. Manual para el torno	29
3.1.1. Definiciones	29
3.1.2. Propósito y alcance	30
3.1.3. Responsabilidades	30
3.1.4. Recursos necesarios	32
3.1.5. Procedimientos	33
3.1.5.1. Pasos	33
3.1.5.2. Formas	40
3.2. Manual para la fresadora	41
3.2.1. Definiciones	42
3.2.2. Propósito y alcance	43
3.2.3. Responsabilidades	43
3.2.4. Recursos necesarios	45
3.2.5. Procedimientos	46

3.2.5.1. Pasos	46
3.2.5.2. Formas	48
3.3. Manual para el cepillo	49
3.3.1. Definiciones	49
3.3.2. Propósito y alcance	50
3.3.3. Responsabilidades	50
3.3.4. Recursos necesarios	52
3.3.5. Procedimientos	53
3.3.5.1. Pasos	53
3.3.5.2. Formas	63
3.4. Manual para el taladro	64
3.4.1. Definiciones	64
3.4.2. Propósito y alcance	65
3.4.3. Responsabilidades	65
3.4.4. Recursos necesarios	67
3.4.5. Procedimientos	68
3.4.5.1. Pasos	68
3.4.5.2. Formas	70
3.5. Mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas	71
3.5.1. Definiciones	71
3.5.2. Propósito y alcance	72
3.5.3. Responsabilidades	72
3.5.4. Recursos necesarios	74
3.5.5. Planificación de tareas de mantenimiento	75
3.5.5.1. Tareas de mantenimiento	76
3.5.5.2. Rutinas de inspección	77

3.5.6. Registros	78
3.5.6.1. Fichas de control de mantenimiento	79
3.5.6.2. Fichas de control de repuestos y/o suministros	79
3.5.6.3. Control de bitácora diaria de operación de las máquinas	79

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Capacitación a personal interesado	80
4.1.1. Conferencias	80
4.1.1.1. Mandos medios	80
4.1.1.2. Operadores	81
4.1.2. Inducción	81
4.1.2.1. Operadores	81

5. SEGUIMIENTO

5.1. Índices de medición de la implementación	82
5.1.1. Parámetros de medición de eficiencia de operadores	83
5.1.2. Parámetros de medición de eficiencia de mantenimiento	84
5.2. Auditorías internas	85
5.2.1. Planificación de auditorías	85
5.2.2. Auditorías mensuales	86

CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
BIBLIOGRAFÍAS	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1	Organigrama general de la empresa	4
2	Organigrama de la fábrica	4
3	Virador	6
4	Molino de ingenio azucarero	7
5	Eje de cuchilla troceadora	8
6	Torre de sulfitación	9
7	Clarificador de jugo de caña	10
8	Evaporadores al vacío de múltiple efecto	11
9	Diagrama de flujo del proceso	13
10	Mesa recibidora de caña a granel	14
11	Eje de troceadora de caña	15
12y13	Molinos de ingenio azucarero	16
14	<i>Setting</i> de molino, especificaciones de dimensiones de molinos	17
15	Caldera acuotubular para bagazo de caña	18
16	Torno de mazas <i>niles benment</i>	20
17	Torno <i>swift</i>	20
18	Torno <i>reed-prentice</i>	21
19	Torno <i>south bend</i>	22
20	Fresadora semi universal <i>cervinia</i>	22
21	Cepillo de codo <i>M. F. D.</i>	23
22	Cepillo de codo <i>T. U. M.</i>	24
23	Cepillo de mesa <i>widenned</i>	24
24	Barreno <i>colburn</i>	25
25	Diagrama de distribución de maquinaria	26
26	Cilindrado derecho e izquierdo	35

27	Refrentado de piezas en voladizo y con apoyo de contrapunto	36
28	Tallado de dientes para una maza de molino	37
29	Detalle de una maza que conforma el tandem de molinos para un ingenio	40
30	Detalle de eje central de maza para molino de un ingenio	40
31	Detalle de diente de maza para molino de un ingenio	41
32	Fabricación de cuñero en eje cilíndrico con fresa de disco	47
33	Cuñero ciego en eje cilíndrico	48
34	Fresado vertical con fresa de perfil angular	48
35	Montaje y sujeción de piezas en el cepillo de mesa	54
36	Maquinado de cuchilla de molino en el cepillo de mesa	55
37	Montaje y sujeción de piezas en el cepillo de codo	57
38	Detalle de perfil de cuchilla central de molino	58
39	Tallado de dientes de cuchilla para molino	60
40	Cepillado de cuñero con cepillo de codo	63
41	Trazado de piezas para su taladrado	69
42	<i>Flange</i> para unión de tubería de altas presiones	70
43	Tabla de programación de mantenimiento a máquinas	77
44	Formato de verificación de inspección	78
45	Registro de control de trabajos a realizar	83
46	Registro de medición de la eficiencia de mantenimiento	84

TABLAS

I.	<i>Setting</i> de molinos zafra 2004-2005 Ingenio San Diego	95
II.	Especificaciones de números de agujeros, diámetros y distancias del taladrado en <i>flanges</i> .	97
III.	Plantilla para taladrar bridas, válvulas con bridas y accesorios con bridas, de fundición de hierro.	98

IV. Plantilla para taladrar bridas y accesorios con bridas de acero, para tubería (ANSI B16.5-1968)	99
V. Valores de orientación para velocidades de corte en el torno	100
VI. Velocidades de corte en relación a los diámetros y rpm de las piezas	101
VII. Lubricantes para el tallado de roscas en diferentes materiales	102
VIII. Valores de orientación para velocidad de corte y avance en la fresadora	103

GLOSARIO

Alcalizado	Proceso mediante el cual se le agrega al jugo extraído de la caña, cierta cantidad de una dilución de cal con agua para neutralizar la acidez del jugo.
Bagazo	Fibra esponjosa que se obtiene del producto de la trituración y extracción del jugo que sale del último molino.
Cachaza	Pasta con alto grado de densidad que se forma en el proceso de clarificación, por la sedimentación de los sólidos en suspensión, contenidos en el jugo clarificado.
Clarificación	Proceso en el cual, mediante la adición de un químico especial, floculante, y reposo del jugo dentro del clarificador, se obtiene la separación de la mayor cantidad de sólidos en suspensión e impurezas del jugo volviéndolo de un color turbio a un color ámbar.
Evaporador	Intercambiador de calor que utiliza vapor para extraer el exceso de humedad contenida en el jugo, es en éste donde se forma la meladura.

Extracción	Proceso mediante el cual se separa el jugo de la caña de la fibra de la caña, por medio de la molienda.
Guarapo	Es el jugo de la caña que se obtiene directamente del proceso de extracción dentro de los molinos.
Imbibición	Proceso mediante el cual se aplica cierta cantidad de agua a una temperatura determinada al bagazo que sale del penúltimo molino para poder extraer de esta manera la mayor cantidad de azúcar contenido en éste.
Lechada de cal	Dilución de cal en agua.
Magma	Es el resultado del producto que se obtiene de los tachos, mezcla de cristales de azúcar y miel.
Meladura	Miel con alto grado de densidad y pureza que se obtiene de los evaporadores, la cual se utiliza en la formación de los granos de azúcar dentro de los tachos.
Molienda	Proceso de extracción del jugo de caña en los molinos.
Sulfitación	Proceso mediante el cual se le agrega gas de azufre al jugo de caña, para disminuir su color y devolverle su acidez a un nivel adecuado.

Tacho	Intercambiador de calor de cuerpo cilíndrico, dentro del cual se obtiene magma.
Templa	Es el <i>batch</i> o lote obtenido por cada cocimiento dentro de un tacho.
Virador	Equipo mecánico que consta de un cilindro hidráulico y una serie de cables acerados, que se utilizan para voltear los carretones que transportan la caña, y depositarla en las mesas de recepción de caña.

RESUMEN

La elaboración de azúcar dentro de todo ingenio, se inicia con el corte de la caña, para luego ser transportada hacia la fábrica del ingenio, donde se le da un manejo adecuado para la extracción eficiente del jugo y transformación en azúcar.

El proceso de la elaboración de azúcar consta de una serie de pasos ordenados, los cuales son, pesaje, descarga, preparación y extracción, clarificación o purificación, evaporación, cristalización y centrifugación o purga, todos y cada uno son de vital importancia y cuidado para poder obtener un azúcar de calidad, con las características correspondientes.

Ingenio San Diego, consta de una serie de equipos que son comunes y necesarios dentro del proceso para la fabricación del azúcar; de los equipos principales podemos mencionar, la mesa recibidora de caña, transportadores de cadenas y tablillas, los molinos, calderas, clarificadores, precalentadores, las turbinas, los evaporadores, cristalizadores, tachos y turbinas.

La fábrica del Ingenio San Diego, cuenta con un taller de máquinas herramientas que se encarga del mantenimiento del equipo de la fábrica, las cuales son de vital importancia para las operaciones, en dicho taller se realizan trabajos de reparación y fabricación de piezas que se utilizan dentro de los equipos que se tienen en la fábrica; el taller cuenta con un torno de mazas marca *Niles-Benment*, un torno marca *swift*, torno *Reeb-Prentice corp, worchester*, torno *south bend*, una fresadora semi universal *Cervinia*, cepillo de cono *rockford machine tool hidráulyc*, cepillo *T.U.M.*, un cepillo de mesa *Widened*, un barreno de pedestal marca *Colburn*, un barreno radial marca *Fesdikc radial*.

En dichas máquinas se realizan trabajos como *flanges*, ejes para soportes de las cuchillas de los molinos, se maquinan y tallan dientes a las cuchillas, cuñeros, vástagos de válvulas, se maquinan y tallan dientes a las mazas de los molinos, se fabrican engranes, poleas y piezas prismáticas que son necesarias en los equipos de la fábrica del ingenio.

Para la buena y eficiente operación de los trabajos que se realizan dentro del taller de máquinas herramientas, es necesario estandarizar los procesos de fabricación y reparación, es por esto que se hace necesaria la elaboración de manuales operativos, donde se estandaricen los procesos de los trabajos, anotando los objetivos y alcance, paso a paso los procedimientos para la ejecución, describiendo las formas detalladas de las piezas a fabricar o trabajos a realizar con planos que especifiquen las características y dimensiones.

OBJETIVOS

General

Elaborar los manuales operativos de las diferentes máquinas del taller de máquinas herramientas del ingenio San Diego, que sirvan éstos como apoyo para los mecánicos del taller de máquinas herramientas en sus labores dentro de éste, y así poder hacer eficientes los procesos de elaboración de piezas dentro del taller.

Específicos

1. Establecer, mediante un estudio técnico y visual, la situación actual dentro del taller de máquinas herramientas, para tener un parámetro de la situación en que se encuentra éste, describiendo las características de la maquinaria y equipo.
2. Elaborar los diferentes manuales operativos de las máquinas herramientas que se encuentran dentro del taller.
3. Describir los procedimientos operativos de las máquinas, para la elaboración de las piezas que son específicas para el Ingenio.
4. Estandarizar los procedimientos de operaciones dentro del taller de máquinas herramientas.
5. Establecer un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas que se encuentran dentro del taller.
6. Dar una guía para la implementación y seguimiento de los manuales operativos y los procedimientos estandarizados.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de manuales de operación para un taller de máquinas herramientas es importante, debido a que en muchas de las empresas que se dedican a la manufactura de un producto, se cuenta con un área que se encarga del mantenimiento dentro de sus instalaciones, maquinaria y equipo en general.

Hoy en día, muchas empresas se están certificando o se encuentran en el proceso de la gestión, hacia la certificación de la calidad, ya sea de sus operaciones administrativas, operaciones del proceso para la calidad del producto final, o de alguna área específica como lo son las operaciones de mantenimiento para certificar su maquinaria, equipo e instalaciones.

Los manuales serán de mucha utilidad para los operarios de máquinas herramientas, que se encuentran laborando dentro de dicha área o posibles operadores para una eficiente operación en la elaboración de piezas que se fabrican dentro de un taller de máquinas herramientas, teniendo con éste un material de apoyo para las operaciones de una manera rápida y segura, así como material de apoyo a estudiantes o profesionales que estén interesados en el conocimiento de los trabajos que se realizan dentro del mantenimiento, por parte del taller de máquinas herramientas en un ingenio azucarero, además, se encuentra lo que es el mantenimiento aplicado a las máquinas herramientas para obtener un buen desempeño de éstas durante la época de reparación del equipo e instalaciones del ingenio.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Reseña histórica

La finca e Ingenio San Diego se encuentra localizado a 8 kilómetros de la ciudad de Escuintla, a una altura de 2000 pies sobre el nivel del mar, con una extensión de 23 caballerías, 36 manzanas y 3,896 varas cuadradas. Habitan aproximadamente 846 personas según censo de población, realizado por el personal docente de la escuela de esta finca en el mes de noviembre de 2002, conformadas en más de 200 familias, la población esta integrada por personas de origen indígena y ladino, de diferentes culturas y regiones del país.

El ingenio se fundo en 1890, con una empresa alemana, esta fue vendida después a un grupo empresarial netamente guatemalteco constituyéndose en sociedad anónima el 12 de marzo de 1964, actualmente se conoce como una modificación de la escritura social San Diego S.A., para adecuarse a las leyes vigentes, habiéndose realizado este proceso el 12 de febrero de 1981.

Al inicio el ingenio San Diego tenía un trapiche cuya cuota asignada de azúcar era de 10,000 quintales anuales para comercio en el exterior, su ubicación antigua es lo que hoy en día se conoce como bodega de perfiles, pero gracias a la ampliación de instalaciones, se traslado a otra área, donde se encuentra actualmente, se compró un equipo mexicano, ampliación de los molinos a 60 pulgadas, aumento del recurso humano en un aproximado de 120 empleados en el tiempo de reparación y más de 230 en tiempo de zafra, lo que ha permitido una producción de zafra de 1,200,000 quintales de azúcar por año en temporada de zafra.

Actualmente se producen aproximadamente 9,000 quintales diarios, cada año se aumenta la cuota de producción de azúcar en la época de zafra que dura aproximadamente cinco meses, en las presentaciones de azúcar blanca y cruda, siempre que se logren las metas establecidas.

1.2 Organización de la empresa

La corporación San Diego, es de capital netamente nacional, está constituida en sociedad anónima y una de sus funciones principales es de nombrar a los directores de área, siendo estos los que conforman la junta directiva. Esta junta directiva, atiende problemas específicos con el fin de encontrarle la solución más adecuada, el presidente quien sugiere a la junta directiva la aprobación y contratación de gerentes específicos de cada departamento.

Las áreas están conformadas en 6 actividades principales

- gerencia general
- superintendencia de fabrica San Diego
- superintendencia del campo y transporte
- superintendencia de taller
- gerencia administrativa
- gerencia de recursos humanos.

En este caso en particular nos enfocaremos principalmente a lo que es el área industrial conocida como fábrica, donde se tiene directamente el proceso de la transformación de la azúcar de caña.

A) Superintendencia de fábrica

Es responsable de la operación, organización y dirección del ingenio dentro de lo que es la fábrica, en la elaboración de azúcar, superintendencia de San Diego, reporta directamente al gerente general.

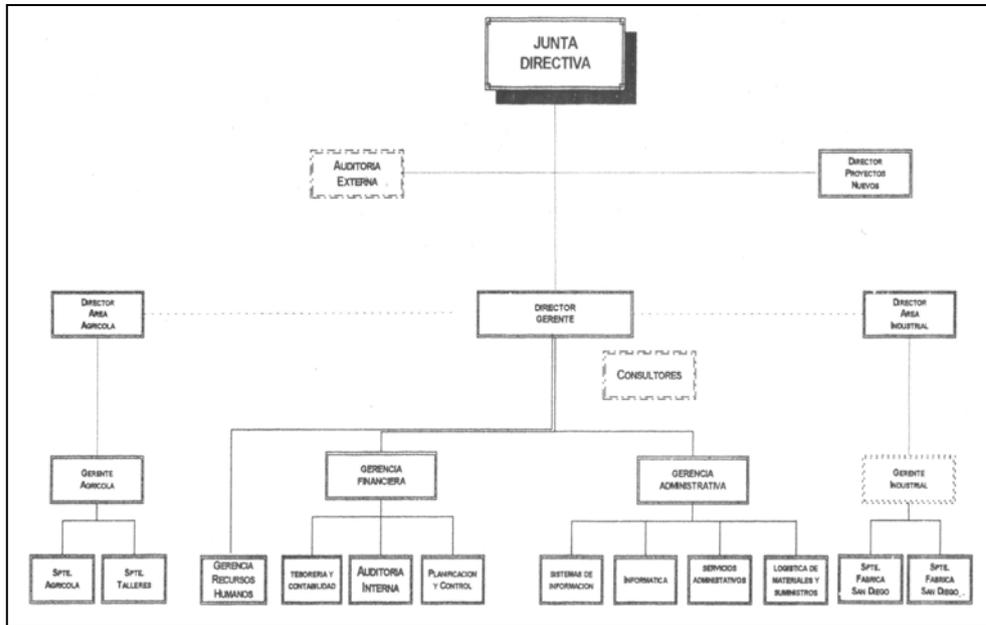
La fabricación se encarga de la extracción y recuperación del azúcar que trae la caña en una forma eficiente, optimizando los recursos humanos y materiales.

1.2.1 Organigrama general de la empresa

La estructura organizacional que se tiene dentro de la empresa es de forma departamental con un diagrama del árbol ínter funcional distribuida en ramales por categorías de jerarquía como se presenta en la **figura 1**, iniciando en la parte superior con la junta directiva que la conforman los socios accionistas, luego hacia abajo los directores de áreas o departamentos agrícola, industrial y gerente apoyándose estos con sus consultores, luego hacia abajo los gerentes agrícola, financiero, administrativo e industrial quienes tiene a cargo algunas áreas más detalladamente como lo son los superintendentes tanto agrícola como de taller, gerencias de recursos humanos, tesorería y contabilidad, planificación y control, informática, servicios administrativos, logística de materiales y suministros, superintendente de fábrica.

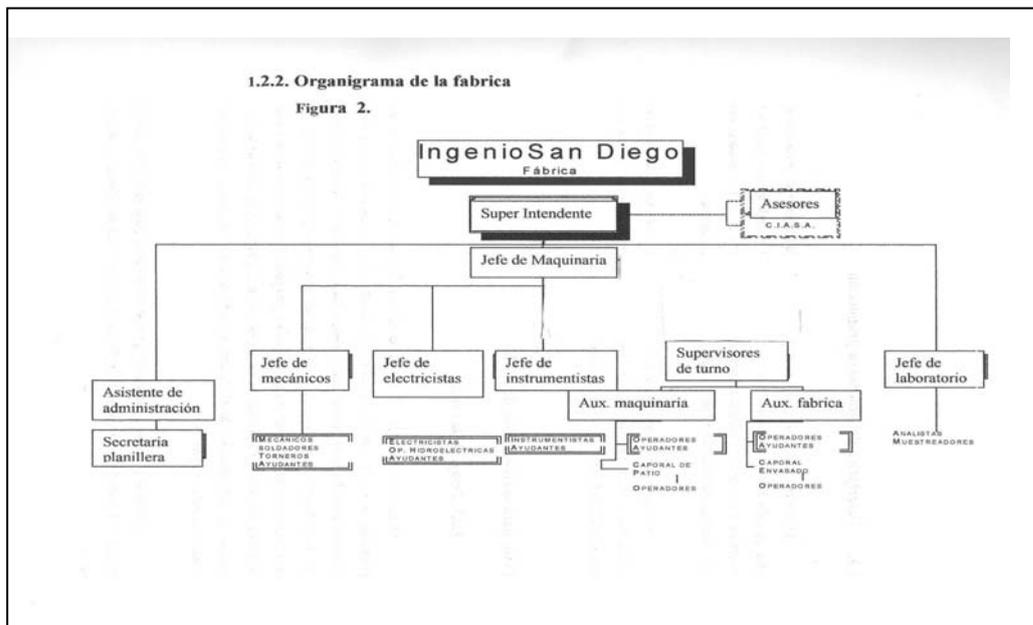
La comunicación en esta organización es bi-direccional debido a la cantidad de información que se maneja para su respectiva retroalimentación y conseguir con esto mejoras a los sistemas departamentales o de áreas dando como resultado una mejora continua para las operaciones de la estructura organización.

Figura 1. Organigrama general de la empresa



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

Figura 2. Organigrama de la fábrica de la empresa



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

1.3 Descripción del proceso de producción

El proceso de elaboración de azúcar dentro de todo ingenio se inicia con el corte de la caña en los campos, frentes, donde es cultivada y cuidada, para luego ser cosechada y transportada hacia la fábrica del ingenio donde se le da un manejo adecuado para la extracción eficiente del jugo y transformación en azúcar de este.

El proceso de la elaboración de azúcar consta de una serie de pasos ordenados los cuales, todos y cada uno son de vital importancia y cuidado para poder obtener una azúcar de calidad, con las características correspondientes.

Pasos para la elaboración de azúcar

1.3.1 Pesaje de la caña

El pesaje de la caña dentro de la fábrica del ingenio, se hace debido a dos propósitos, uno de los cuales es cuantificar la cantidad de caña que entrega cada finca dentro de las cuales se encuentran fincas propias, fincas arrendadas y fincas particulares para luego hacer los respectivos pagos, dependiendo de la cantidad de caña recibida.

El otro propósito es que se utiliza como una medida para poder comparar el rendimiento de la fábrica con respecto a la cantidad de azúcar obtenida a través de lo largo de todo el proceso de transformación haciendo una relación de libras de azúcar obtenido por tonelada de caña recibida.

La caña se pesa por lo general en grandes básculas de plataforma junto con la unidad de transporte en la que se le recibe en el ingenio, camión, remolque, jaulas, etc.

Estas básculas se encuentran en diferentes tamaños o capacidades en toneladas de medida de la caña, las cuales se adecuan a la cantidad de toneladas de caña que se transporten, en el caso del ingenio San Diego S.A., se trabaja con una capacidad de tonelaje que oscila entre las 40 y 45 toneladas por remolque o unidad de medida.

1.3.2 Descarga de la caña

La descarga de la caña se efectúa a través de ciertos dispositivos mecánicos como grúas radiales, viradores, como se muestra en la **figura 3** los cuales hacen de una manera más fácil y eficiente su manejo.

Figura 3. Virador



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

Hoy en día la mayoría de los ingenios emplean descargadores mecánicos conocidos como grúas de pluma que cubren un radio de 20 a 30 metros para poder apilar la caña, esta misma pluma eleva la caña de las pilas y las deposita directamente en la mesa recibidora de caña.

Esta misma operación de descarga se realiza con los viradores a través de dispositivos basculantes en los grandes carretones localizados en las laterales de dichos carretones para poder depositar la caña en las mesas de alimentación lateral o mesas receptoras de caña, es aquí donde se efectúa un lavado a la caña para poder eliminar la mayor cantidad de materiales extraños que contenga esta, producto de su recolección.

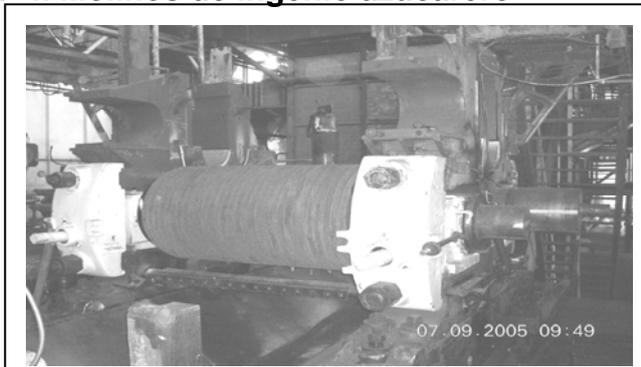
Después de ser descargada, la caña se transporta hacia las troceadoras y luego a las picadoras en transportadores de cadenas provistas de tablillas de metal, accionada por un motor hidrostático y es aquí donde se efectúa la preparación de la caña para poder obtener un flujo uniforme de fibra el cual debe hacerse pasar por el grupo de cinco molinos para la extracción del jugo.

Los transportadores o elevadores de caña son movidos por motores independientes de los que mueven a los molinos, con el objeto de obtener mayor flexibilidad y uniformidad en la alimentación a la desmenuzadora y por consiguiente a todo el tren de molinos.

1.3.3 Extracción del jugo de caña

La extracción del jugo moliendo la caña entre pesados rodillos o mazas como se muestra en la **figura 4**, constituye la principal etapa del procesamiento del azúcar.

Figura 4. Molinos de ingenio azucarero



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

Primero se prepara la caña para la molienda haciéndola pasar a través de troceadoras y picadoras según se muestra la **figura 5**, conformadas por cuchillas giratorias que cortan la caña en pequeños pedazos de aproximadamente 20 a 30 cms. de largo, y desmenuzan la caña para exponer así su fibra y facilitar la extracción de jugo.

Figura 5. Eje de cuchillas troceadoras.



Fuente, Ingenio San Diego, S.A.

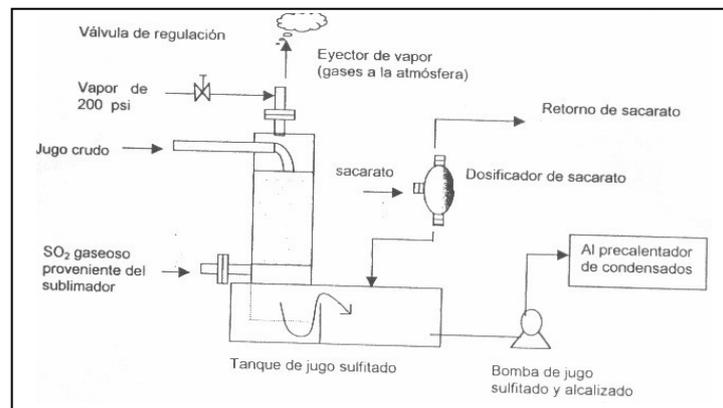
Para ayudar a la extracción del jugo se aplican aspersiones de agua o guarapo diluido sobre la capa de bagazo a una temperatura de entre 85 y 90°C según sale de cada unidad de molienda.

1.3.4 Clarificación o purificación del guarapo

El jugo de un color oscuro procedente de los molinos es ácido y turbio. El proceso de clarificación o defecación tiene como fin primordial el remover las impurezas tanto solubles como insolubles, dentro de este proceso se tienen otros subprocesos como lo es el alcalizado, precalentado, sulfitación y en si lo que es la clarificación, empleando de forma universal cal y calor como agentes clarificantes.

El jugo proveniente de los molinos es llevado hacia una torre de sulfitación como se muestra en la **figura 6**, en donde a contra flujo, el jugo se pone en contacto con dióxido de azufre proveniente de la combustión en un horno de azufre.

Figura 6. Torre de sulfitación

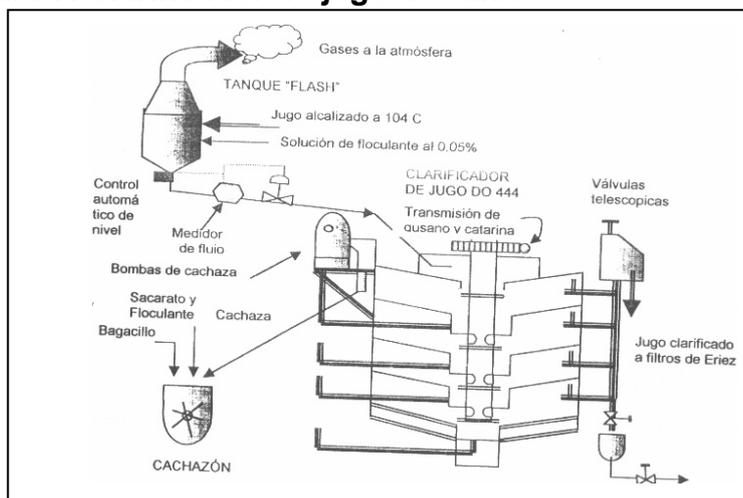


Fuente, manual de ingeniero azucarero.

El alcalizado no es mas que agregar cierta dosificación de lechada de cal alrededor de 1 libra de cal hidratada (CaO), por tonelada de caña, neutralizando la acidez natural guarapo, formado sales insolubles de calcio, en su mayor parte fosfato de calcio, posteriormente el jugo es calentado por un juego de intercambiadores de calor de tipo concha y tubos, el calentamiento del guarapo alcalizado hasta el punto de ebullición o ligeramente arriba, coagula la albúmina y algunas grasas, ceras y gomas.

El clarificado es el proceso por medio del cual y a través de los clarificadores **figura 7**, se eliminan los sólidos que se asientan debido a la dosificación de un floculante especial, se deposita el jugo dentro de dichos tanques los cuales están provistos de 3 o 4 bandejas en las cuales se asientan los sólidos y grasas o cachaza, los cuales son retirados por medio de espas que los llevan hacia el centro a un tubo de evacuación. Los lodos se separan del jugo clarificado por sedimentación y se filtran en tambores rotativos de filtración.

Figura 7. Clarificador de jugo de caña



Fuente, manual de ingeniero azucarero.

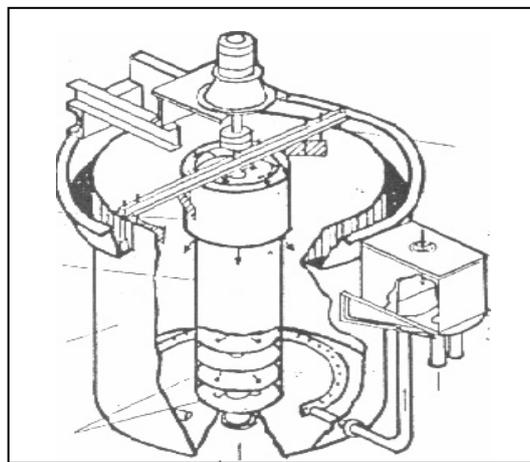
El jugo filtrado regresa al proceso o pasa directamente al jugo clarificado y la torta o cachaza se desecha o se regresa a los campos como fertilizantes, el jugo clarificado transparente y de un color parduzco pasa a los evaporadores sin tratamiento adicional.

1.3.5 Evaporación

El jugo clarificado, que tiene mas o menos la misma composición que el jugo crudo extraído excepto las impurezas precipitadas por el tratamiento con cal, contiene aproximadamente 85% de agua.

Dos terceras partes de esta agua se evapora en evaporadores al vacío de múltiple efecto, **figura 8**, los cuales consisten en una sucesión de celdas de ebullición al vacío o cuerpos dispuestos en serie de manera que cada cuerpo subsiguiente tiene un grado mas alto de vacío y por consiguiente hierve a una temperatura más baja.

Figura 8. Evaporadores múltiples al vacío.



Fuente, manual del Ingeniero azucarero.

Los vapores del cuerpo hacen hervir de esta manera el jugo contenido en el siguiente cuerpo. Mediante este sistema el vapor introducido en el primer cuerpo efectúa una evaporación de múltiple efecto. El vapor del cuerpo final pasa a un condensador. El jarabe sale en forma continua del último cuerpo con aproximadamente 65% de sólidos y 35% de agua.

1.3.6 Cristalización

La cristalización tiene lugar en los tachos al vacío de simple efecto, donde el jarabe o jugo filtrado se evapora hasta quedar saturado de azúcar. En este momento se añaden semillas o azúcar en grano a fin de que sirvan de núcleos para los cristales de azúcar, y se va añadiendo más jarabe según se evapora el agua.

El crecimiento de los cristales continúa hasta que se llena el tacho. Bajo la vigilancia de un tachero y con los instrumentos adecuados, los cristales originales crecen sin que se formen cristales adicionales, de manera que cuando el tacho está totalmente lleno todos los cristales tienen el tamaño deseado y los cristales y el jarabe forman una masa densa conocida como masa cocida.

La “Templa” o contenido del tacho se descarga luego por medio de una válvula de pie a un mezclador o cristalizador. La ebullición de las masas cocidas y la re-ebullición de las mieles se llevan a cabo utilizando sistemas de ebullición escogidos para ajustarse a muchas condiciones.

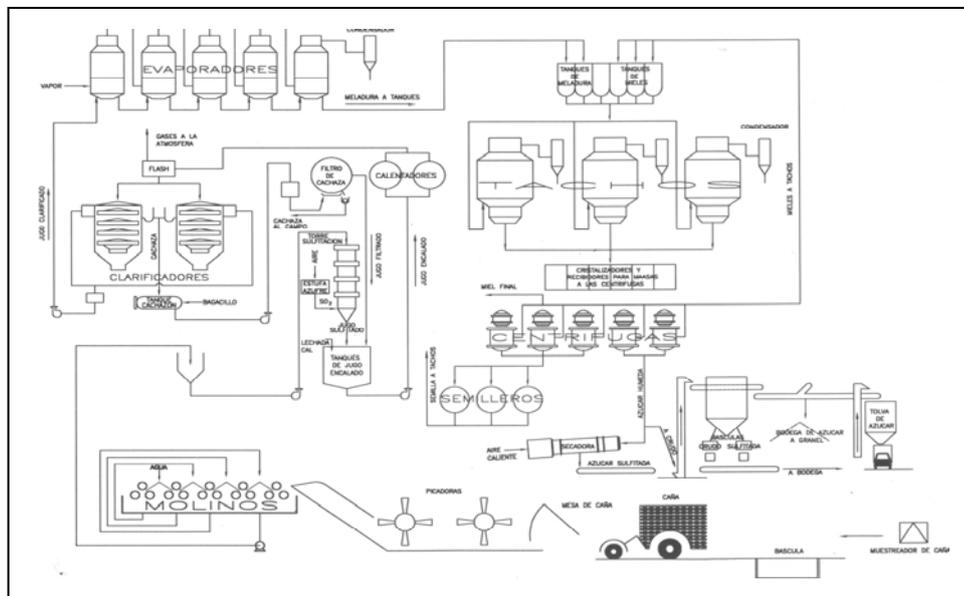
1.3.7 Centrifugación o purga

La masa cocida proviene del mezclador o cristalizador, se lleva a máquinas giratorias llamadas centrifugas. El tambor cilíndrico suspendido en un eje tiene paredes laterales perforadas, forradas en el interior con tela metálica, entre esta y las paredes, hay laminas metálicas que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada. El tambor gira a velocidades que oscilan entre 1000 y 1800 rpm., el revestimiento retiene los cristales de azúcar que pueden lavarse con agua si se desea. La miel pasa a través del revestimiento debido a la fuerza centrífuga ejercida de 500 hasta 1800 veces la fuerza de gravedad, y después de que el azúcar es purgado se corta, dejando la centrifuga lista para recibir otra carga de masa cocida.

1.3.8 Diagrama de flujo del proceso

En el siguiente diagrama **figura 9**, se presenta gráficamente el recorrido o flujo del proceso de la elaboración del azúcar de caña, donde se ilustra perfectamente los diferentes pasos que se llevan a cabo para la obtención del azúcar de caña.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso



Fuente, Ingenio San Diego, S.A.

A) Descripción del equipo principal

Dentro de lo que se clasifican como equipo principal para el funcionamiento de la fábrica del Ingenio San Diego S.A., se tienen lo que es el patio de caña donde se encuentran las mesas donde se recibe la caña a granel o en forma de maletas, las cuchillas troceadoras de la caña, el tandem de molinos de caña, las calderas y la fabrica en si que consta de una serie de evaporadores, tachos, clarificadores, centrifugas etc.

B) Mesas recibidoras de caña

Este equipo tiene como función principal el de recibir la caña que llega del campo en transporte de trailers con jaulas para luego ser transferida por medio de unas bandas sin fin, conductores de caña, hacia los molinos.

Las mesas recibidoras de caña son unas bandejas metálicas con dimensiones de 6 metros por 10 metros donde en estas se deposita la caña como se muestra la **figura 10**, es aquí donde se da el proceso de preparación haciéndola pasar por las troceadoras y picadoras para poderla introducir a los molinos.

Figura 10. Mesa recibidora de caña a granel.



Fuente, Ingenio San Diego, S.A.

En estas mesas se le hace un lavado previo a la caña agregándole agua a esta para poder evacuar materiales ajenos al proceso como tierra, arena etc.

C) Cuchillas troceadoras

El principal funcionamiento de estas cuchillas es el de segmentar las barras de cañas en trozos de aproximadamente 10 y 20 centímetros para poder hacer una mejor extracción del jugo y así aumentar la eficiencia en el trabajo de los molinos.

Estas troceadoras cuentan con una serie de cuchillas giratorias intercambiables las cuales van dispuestas en forma angular sobre sus bases para poder cortar la caña progresivamente según se muestra la **figura 11**, disminuir las vibraciones en el eje central.

Figura 11. Eje de troceadora de caña.



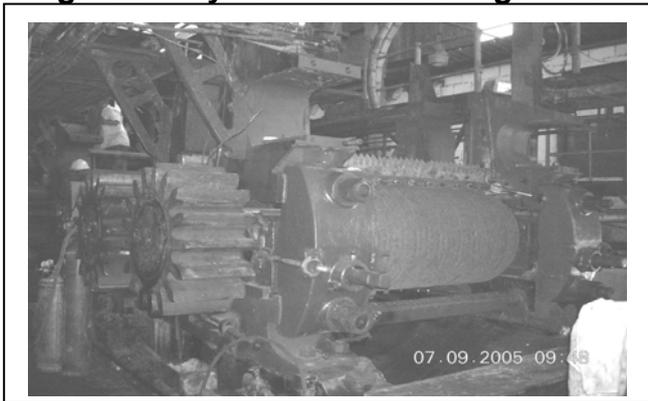
Fuente, Ingenio San diego S.A.

D) Tandem de molinos

El tandem de molinos cuenta con cinco molinos los cuales tienen como función principal extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible, hasta alcanzar la separación de todo el jugo de la fibra de la caña extrayendo la mayor cantidad de sacarosa y obtener bagazo con la menor cantidad de azúcar presente.

Cada molino cuenta con un juego de cuatro mazas debidamente posicionadas y una serie de cuchillas las cuales cuentan con un rallado especial por medio de los cuales se hace pasar la caña para poder comprimirla y así extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible.

Figuras 12 y 13. Molinos de ingenio azucarero.



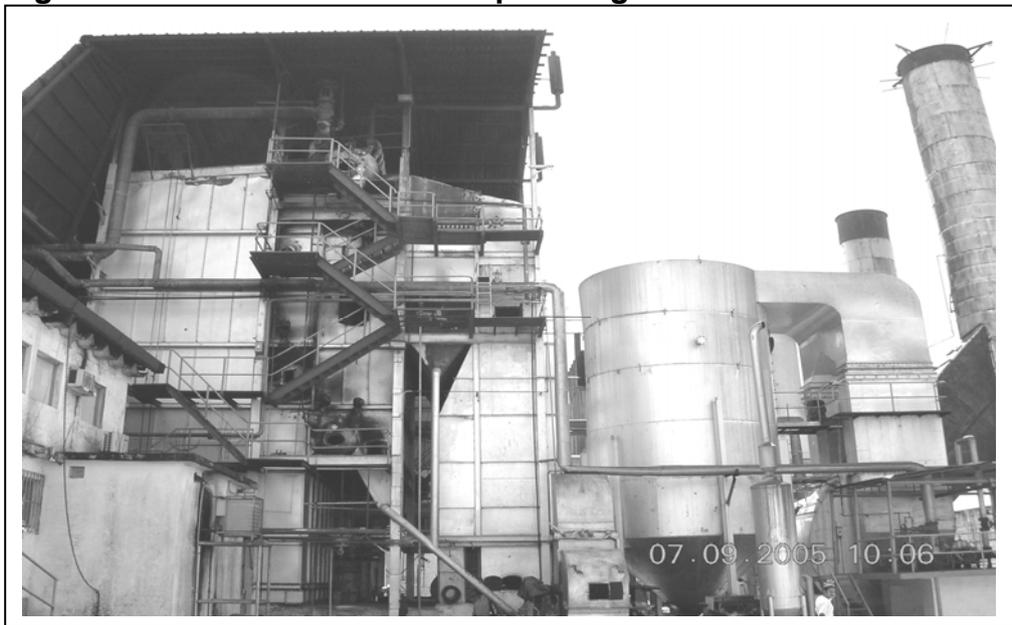
Fuente, Ingenio San Diego S. A.

Para cada molino se tiene diferentes separaciones entre mazas y cuchillas con lo cual se pretende hacer progresiva la compresión de la fibra de caña, disminuyendo gradualmente la distancia entre las mazas en cada molino a lo cual se le conoce como *setting* de molinos que son las especificaciones en medidas de los molinos y aberturas entre mazas.

E) Calderas

Se cuenta con dos calderas de tipo acuotubular cada una con capacidad de 150,000 libras por hora y operan a 450 y 200 psi respectivamente, su función principal es la de proporcionar vapor a los equipos para la transmisión de potencia como lo son las turbinas en los molinos y el turbogenerador.

Figura 15. Caldera acuotubular para bagazo de caña



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

F) Fábrica

La función con que cuenta la fábrica es en si la de convertir el jugo extraído de la caña en azúcar pura, para lo cual cuenta con un proceso de sulfitación, alcalizado, precalentado, clarificación, cristalizado y centrifugado o purga.

2. SITUACIÓN ACTUAL, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

2.1 Descripción de las máquinas dentro del taller de máquinas herramientas

El taller de máquinas herramientas del Ingenio San Diego S.A. cuenta con una serie de máquinas y herramientas que se utilizan para la elaboración de piezas que se necesitan para la reparación de dicho ingenio. Dentro de las máquinas que se tienen dentro del taller se cuentan:

2.1.1 Torno marca *NILES-BENMENT Co.*

Con una capacidad de volteo de 22" y una longitud de 15'. Dicho torno es el de mayores dimensiones que se encuentra dentro del taller, en esta máquina se trabajan especialmente lo que son las mazas de los molinos, y ejes de similares dimensiones con longitudes de 11' y 12' aproximadamente como lo son ejes de las troceadoras o piezas que sean de diámetros de aproximadamente 22" pulgadas o mas ya que esta máquina debido a la necesidad que se han presentado se le han realizado algunas modificaciones como levantar el cabezal principal para poder montar y trabajar piezas de mayores dimensiones a las de su capacidad.

Figura 16. Torno de mazas *niles-benment*



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.2 Torno marca *SWIFT*.

Con una capacidad de volteo de 18" y una longitud de 8', dicho torno es el segundo en cuanto a dimensiones respecta, en esta máquina se trabajan generalmente piezas de tamaños intermedios como chumaceras de bronce de los molinos con unas dimensiones de 18" pulgadas de diámetro y longitudes de 28" aproximadamente, ejes de longitudes aproximadamente a 5' o 6' pies para los conductores de caña o bagazo o ejes de transmisión, ejes de vástagos de válvulas etc.

Figura 17. Torno *swift*

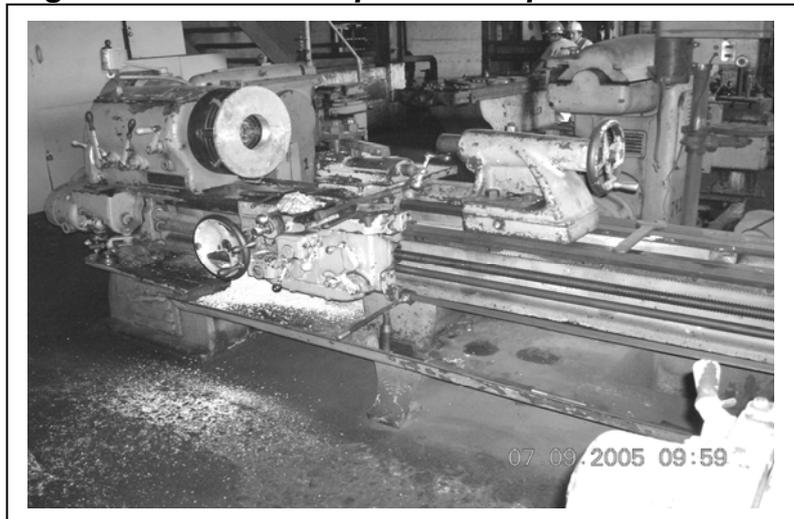


Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.3 Torno marca *reeb-prentice corp. worchester*.

Con una capacidad de volteo de 10" y una longitud de 7'. En esta máquina se trabajan piezas tanto de tamaño intermedio o pequeñas como ejes de vástagos de válvulas, masas de *esproket*, ejes de bombas, buges para chumaceras, pernos con diferentes tipos y pasos de roscas dependiendo de la aplicación de se necesiten.

Figura 18. Torno *reeb-prentice cop.worchester*



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.4 Torno marca *SOUTH BEND*.

Con una capacidad de volteo de 8" y una longitud de 5'. En esta máquina se fabrican o rectifican especialmente piezas de dimensiones pequeñas como lo son acoples, *esproket*, ejes de reductores, buges de bronce, tornillos pequeños con pasos de roscas pequeños adecuados a las necesidades.

Figura 19. Torno *south bend*

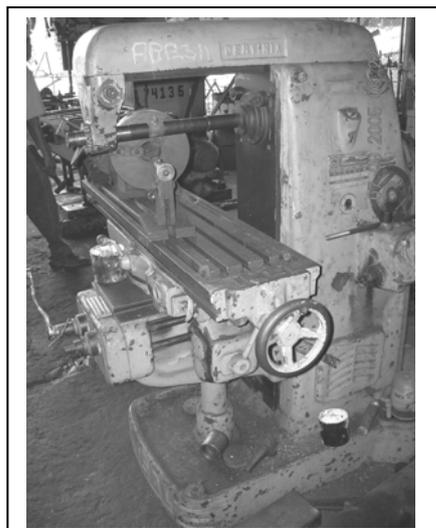


Fuente, Ingenio San diego S. A.

2.1.5 Fresadora semi universal marca CERVINIA.

Dicha fresadora cuenta con una capacidad de carrera principal de 3' pies y una altura de 2' pies. En esta máquina se trabajan únicamente lo que son los cuñeros exteriores rectos, de media luna en ejes y vaciados o canales a piezas prismáticas como acoples para válvulas, cuñas etc.

Figura 20. Fresadora semi universal cervinia



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.6 Cepillo marca *M.F.D. ROCKFORD MACHINE TOOL. HY-DRAULIC.*

Con una capacidad de carrera del torpedó de 24” y una capacidad de trabajar piezas en la mesa de 24 pulgadas de altura. En esta máquina se trabajan principalmente lo que son las cuchillas de los molinos para el tallado de sus dientes además lo que son los cuñeros interiores a piezas como camisas tornillos sin fin, *esproket*, acoples, fabricar cuñas y piezas prismáticas como cuñas cónicas o guías de molinos etc.

Figura 21. Cepillo de codo *M. F. D.*

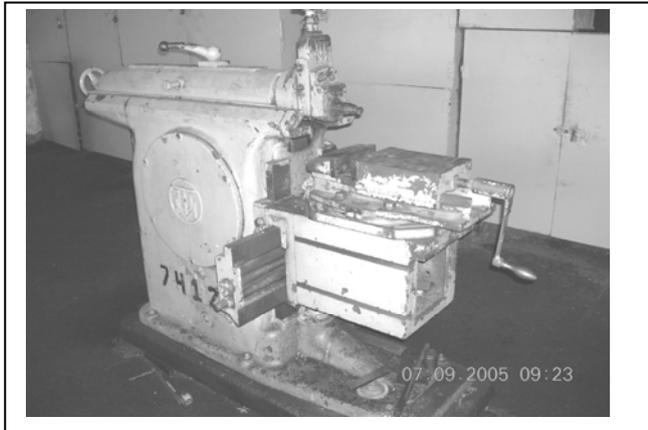


Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.7 Cepillo marca *T.U.M.*

Con una capacidad de carrera del torpedó de 18” y una altura de 20” pulgadas, en esta máquina se trabajan piezas de tamaño intermedio como cuñeros a *esproket*, *coupling*, engranes.

Figura 22. Cepillo de codo *T. U. M.*



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.8 Cepillo de mesa marca *WIDENNED*.

Con una capacidad de carrera de la mesa principal de 10' pies y un ancho de 30" pulgadas. En esta máquina se trabajan específicamente piezas planas de dimensiones grandes como lo son las cuchillas de los molinos para el rectificado de superficies tanto de perfiles rectos y angulares, además se trabajan ejes de perfil cuadrado o cuñeros a ejes que se encuentran dentro de un rango de longitud de 2' a 9' pies.

Figura 23. Cepillo de mesa *widenned*



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

2.1.9 Barreno marca **COLBURN**.

Con una capacidad de carrera de mesa de 2' pies y 1' pies longitudinal y transversal respectivamente. En esta máquina se trabajan principalmente lo que son las cuchillas de los molinos para hacer agujeros que se utilizan para poder sujetar a los ejes soportes, agujeros para *flanges*.

Figura 24. Barreno colburn



Fuente, Ingenio San Diego S. A.

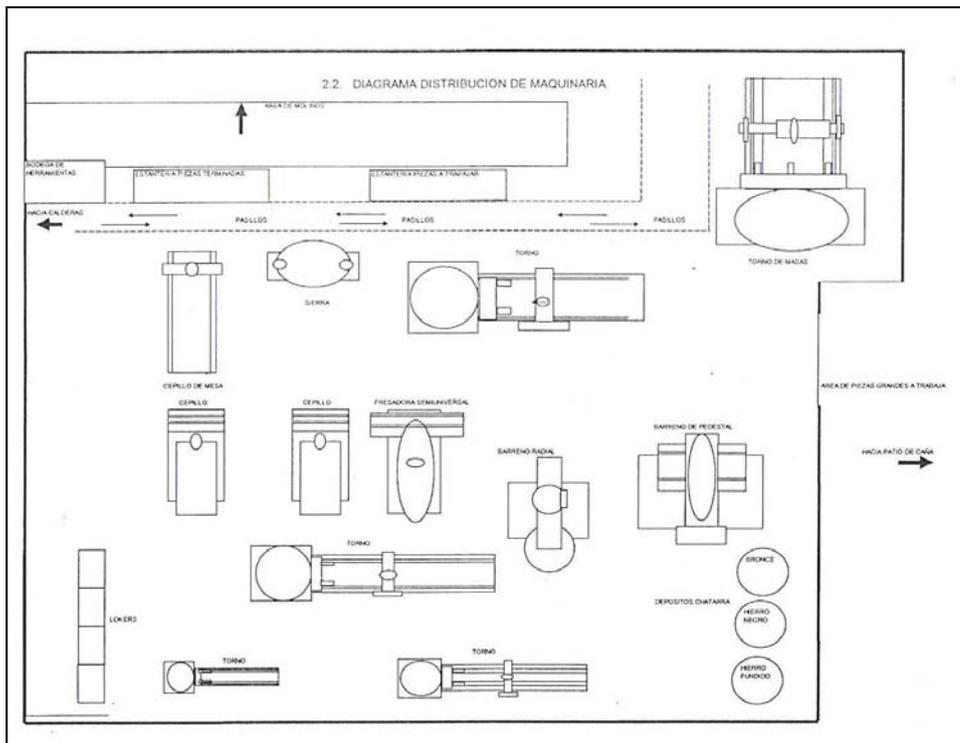
2.1.10 Barreno radial marca **FESDIKC RADIAL**

Con una longitud de brazo principal de 3' pies , un radio de trabajo de 1' a 2' pies y una altura de trabajo de 3' pies. En esta máquina se trabajan piezas que se necesiten perforar en una forma agujeros que no se encuentren en una línea recta o uniforme como pueden ser los espejos de los equipos calentadores, *flanges*, platinas de dimensiones considerablemente grandes, agujeros a ejes para castigadores.

2.2 Diagrama de distribución de maquinaria.

La distribución de la maquinaria y equipo dentro del taller de máquinas herramientas se ha diseñado por estaciones como se muestra en la **figura 25**, ya que en cada máquina únicamente se elaboran trabajos específicos de acuerdo a las necesidades de espacio aprovechando de esta manera la mayor cantidad de área disponible, dejando de una manera ordenada y sistematizada para poder operar las máquinas sin inconveniente alguno por falta de espacio.

Figura 25. Diagrama de flujo del proceso



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

2.3 Beneficios y alcance al elaborar los manuales operativos

A) Beneficios

- Contribuir a la estandarización y al proceso de certificación dentro de la empresa.
- Facilitar a la jefatura, supervisión, mandos intermedios y al área administrativa la supervisión y control de los trabajos que realizan los operadores para obtener un trabajo de calidad.
- Obtener dentro de estos manuales la información necesaria y de una manera accesible para el personal tanto operario como de supervisión.
- Proporcionar la información de una manera clara y precisa a todo el personal que necesite de este.
- Obtener de una manera estandarizada los trabajos que se elaboren dentro del taller.
- Ayudar a los operadores a realizar sus trabajos de acuerdo a un conjunto de pasos estandarizados ya establecidos para facilitar sus operaciones.
- Obtener un proceso de elaboración de piezas estandarizado, disminuyendo tiempos de entrega, para hacer más eficiente las operaciones dentro del taller de máquinas herramientas.

B) Alcance

- Los manuales operativos del taller de máquinas herramientas estarán al alcance del área administrativa, jefe de maquinaria, jefes de turno u mandos intermedios así como a los operadores torneros.
- Los manuales estarán al alcance del personal de las auditorias tanto internas como externas para la verificación del uso y aplicación de estos.
- Los manuales operativos estarán a la disposición de los entes certificados, así como de los encargados de la asesoría para la estandarización de los procesos de la planta.

3. SITUACIÓN PROPUESTA, ELABORACIÓN DE LOS MANUALES OPERATIVOS.

3.1 Manual para el torno

Dentro de este se encontrarán los conceptos y definiciones básicas utilizados en el lenguaje técnico dentro del taller para la ejecución de los diferentes trabajos que aquí se realizan, las responsabilidades o las personas que se encuentran a cargo de las diferentes operaciones y los procedimientos que se deberán de implementar para la estandarización de dichas operaciones para la elaboración de los trabajos que se realizan dentro del taller.

3.1.1 Definiciones

- A) SHUCK:** mandril o plato con una serie de mordazas que se utilizan para la sujeción de piezas a trabajar.
- B) MORDAZAS:** quijadas o bloques escalonados que se encuentran dispuestos en el mandril o plato del torno, las cuales se pueden ajustar para poder sujetar la pieza que se va a trabajar.
- C) CILINDRADO:** proceso por el cual se reduce el diámetro de la pieza con un corte de material o desalajo de viruta en su periferia.
- D) REFRENTADO:** proceso por el cual se reduce la longitud de la pieza que se trabaja con un corte de material en el extremo libre derecho.
- E) VIRUTAS:** desperdicios de material que son productos de la operación de corte.

F) VOLTEO: son las dimensiones en la capacidad del torno de poder trabajar piezas de un determinado diámetro.

3.1.2 Propósito y alcance

Estandarizar los procesos de fabricación de piezas en el torno dentro del taller de máquinas herramientas, este manual estará al alcance del área de máquinas herramientas.

3.1.3 Responsabilidades

Estas son las principales actividades de las cuales se encuentra a cargo una determinada persona como lo pueden ser tanto el jefe de maquinaria, encargado de taller o hasta el operador o mecánico tornero, definiendo de una manera clara sus responsabilidades y actividades asignadas a su puesto de trabajo.

A) Jefe de maquinaria

- verificar que los trabajos sean programados y asignados a cada operador.
- controlar que los trabajos sean realizados en un tiempo específico que sea adecuado al tipo de trabajo que se realice.
- verificar la prioridad de los trabajos urge, no urge para la fabricación.
- programar a los trabajos dependiendo de la fecha de ingreso al taller y de sus características o dimensiones para asignarlo a cada operador por máquina.

B) Encargado de taller:

- recibir los trabajos que ingresen al taller de tornos para su fabricación o rectificado.
- llenar las verificaciones de trabajo para poder obtener control por fecha del ingreso de los trabajos que se solicitan.
- hacer listado y actualizarlo constantemente de los trabajos que ingresan al taller para saber la cantidad de trabajos en espera. Este listado se registra en un libro de actas el cual deberá constar con la fecha exacta indicando día, mes y año para poder tener un registro tanto de los trabajos por áreas como por fecha de ingreso.
- reportar los trabajos terminados a cada persona encargada de estos para que pasen a recogerlos.
- programar la limpieza del taller a cada una de las personas que trabajan en este por día.
- supervisar que se cumplan con las tareas asignadas a los operadores y del mantenimiento de las máquinas.
- reportar cualquier tipo de falla en las máquinas al jefe de maquinaria para su reparación.
- reportar al jefe de electricistas o electricista de turno cualquier falla en el sistema eléctrico de los motores de las máquinas.

C) Operador mecánico tornero

- elaborar la pieza que le fue asignada según la programación.
- cumplir con las especificaciones del trabajo asignado.

- lubricar la máquina donde se encuentre trabajando antes y después de sus actividades diarias, esta lubricación se hará de manera manual con engrasadoras de presión y con aceiteras manuales, revisando los diferentes niveles de las cajas de engranes y partes deslizantes o de movimiento de la máquina.
- mantener limpia su área de trabajo y maquina asignada.
- cumplir con su día de limpieza general en el taller de máquinas herramientas.

3.1.4 Recursos necesarios

Se describe detalladamente los diferentes recursos que utilizan cada persona que labora dentro del taller incluyendo recursos de consumo como los materiales utilizables y equipo en general como las diferentes máquinas y equipo o herramientas que son importantes para la ejecución de sus distintas tareas.

A) Jefe de maquinaria

- radio transmisor-receptor.

B) Encargado de taller

- radio transmisor-receptor.

C) Operador mecánico tornero

- maquina asignada torno.
- herramientas de corte, buril, brocas, etc.
- instrumentos de medición, cinta métrica, vernier, compás de interiores, compás de exteriores, gramil de centrar.

- herramientas, llaves de cola y corona, llave ajustable, martillo, llaves de la máquina y sus complementos.
- materiales si fuera necesarios.
- polipasto.
- cadenas o cuerdas para sujetar la pieza en su montaje.
- botonera de encendido y apagado del motor.
- equipo de protección, guantes de cuero, anteojos de protección, botas industriales, etc.

3.1.5 Procedimientos

Aquí se detallan uno a uno los pasos con que deben de contar los distintos procedimientos que se deben llevar para la ejecución de los trabajos a realizar.

3.1.5.1 Pasos

Es el conjunto de operaciones que se realizan y son parte del procedimiento para la elaboración de una pieza que se vaya a elaborar.

A) Pasos para el montaje de la pieza

El montaje de una pieza es la actividad de centrar, alinear, nivelar y sujetar la pieza firmemente para su posterior maquinado.

- verificar que el torno se encuentra en buen estado.
- verificar que el polipasto y el puente se encuentren en buen estado.

- colocar la cadena adecuadamente en la pieza para poder sujetarla, balancearla y levantarla adecuadamente.
- ajustar las mordazas del *shuck* a las medidas aproximadas de la parte o extremo donde se va a sujetar la pieza.
- montar la pieza al torno en el *shuck* apoyándose con el contrapunto si fuera necesario.
- centrar la pieza con respecto a un área de esta que tenga la mejor superficie o que se encuentre lo más cilíndricamente posible, aflojando y apretando dos mordazas que se encuentren en posiciones opuestas, apoyándose con un gramil de centrar.
- apretar las mordazas del *shuck* y contrapunto con un apriete adecuado.

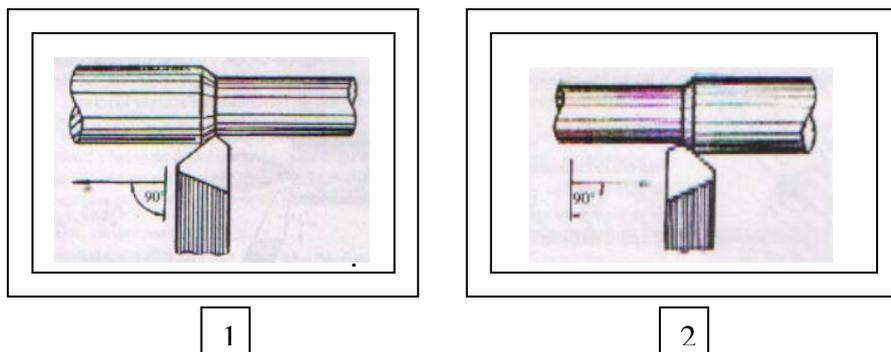
B) Pasos para el cilindrado

El cilindrado es el proceso mediante el cual se disminuye el diámetro de una pieza en revolución, este puede ser cilindrado derecho o cilindrado izquierdo como se muestra en la **figura 26**.

- montar el buril en la torreta porta herramientas.
- verificar la medida de la pieza y determinar el área a trabajar.
- encender el torno.
- aproximar el buril a la superficie de la pieza para determinar el corte que se va a iniciar.
- ubicar el buril en uno de los extremos de la pieza o área a maquinar para dar la profundidad del corte.
- echar a andar la máquina con la palanca de marcha de la máquina.

- embragar el automático longitudinal del torno para realizar el avance de corte o si es necesario realizarlo manualmente.

Figura 26. Cilindrado derecho e izquierdo



1. cilindrado derecho
2. cilindrado izquierdo

Fuente, manual de mecánica básica INTECAP.

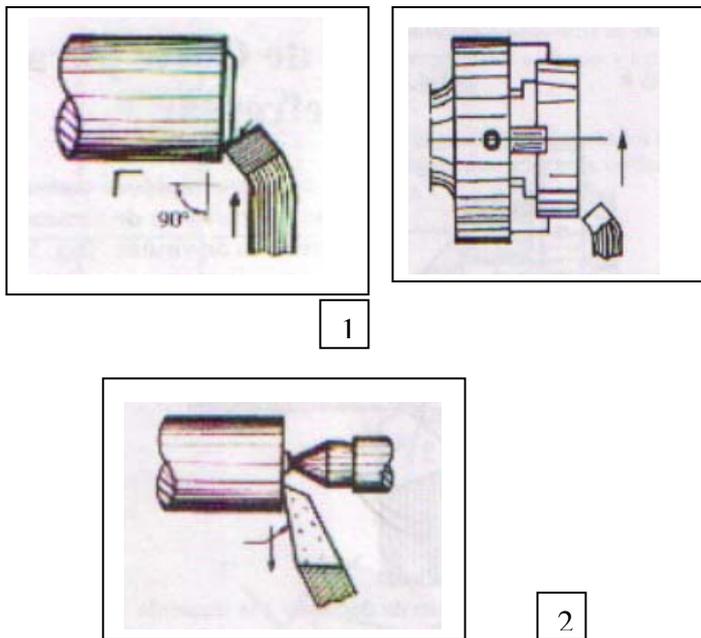
B) Pasos para el Refrentado

El refrentado es el procedimiento mediante el cual se disminuye la longitud de una pieza desbastando uno de sus extremos pudiendo ser este en voladizo o con apoyo de contrapunto como se ilustra en la **figura 27**.

- montar el buril en la torreta porta herramientas.
- verificar la medida de la pieza y determinar el área a trabajar.
- encender el torno.
- aproximar el buril a la superficie de la pieza para determinar el corte que se va a iniciar.
- ubicar el buril en el área a maquinar para dar la profundidad del corte.

- echar a andar la máquina con la palanca de marcha de la máquina.
- embragar el automático transversal del torno para realizar el avance de corte o si es necesario realizarlo manualmente.

Figura 27. Refrentado en voladizo y con apoyo de contrapunto



1. Refrentado en voladizo
2. Refrentado con apoyo de contrapunto

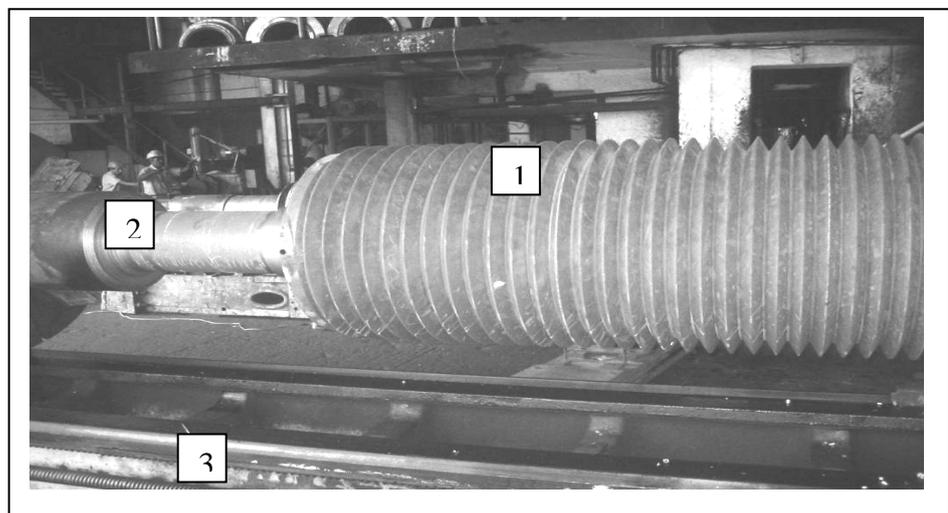
Fuente, manual de mecánica básica Intecap.

D) Pasos para el tallado de dientes de una maza

El tallado de dientes de una maza es el procedimiento en el cual se ejecuta un rallado o fabricación de surcos o ranuras en la periferia de la maza los cuales llevan una determinada abertura, ángulo y profundidad según las especificaciones del *setting* de molinos, ver **figura 28**.

- trazar las distancias entre crestas de dientes de maza partiendo del centro del molote de la maza según las especificaciones (si es masa superior es macho al centro, si es maza inferior es hembra al centro).
- marcar con un punzon los puntos de las crestas de los dientes de las mazas, las crestas de los dientes deben quedar de 1/8" de pulgada de grosor.
- afilar el buril con el ángulo indicado para los dientes (50 grados).
- montar el buril en la torreta porta herramienta perpendicularmente a la superficie de la maza.
- tallar diente por diente dando cortes para desbastar la profundidad del diente hasta alcanzar la profundidad deseada.
- medir con una plantilla la profundidad y abertura entre dientes o con un vernier.

Figura 28. Tallado de dientes de una maza para molino



1. Maza para molino de ingenio azucarero

2. Eje de maza

3. Bancada y guías de torno.

Fuente, Ingenio San Diego S.A.

E) Pasos para el rectificado de mazas

- verificar las especificaciones de la maza que se está trabajando.
- cilindrar la maza al diámetro especificado.
- trazar las distancias entre crestas de dientes de maza según las especificaciones.
- marcar con un punzón los puntos de las crestas de los dientes de las mazas.
- afilar el buril con el ángulo indicado para los dientes, 50 grados.
- montar el buril en la torreta porta herramienta perpendicularmente a la superficie de la maza.
- taller diente por diente dando cortes de para desbastar la profundidad del diente hasta alcanzar la profundidad deseada.
- medir con una plantilla o con un vernier la profundidad y abertura entre dientes.

F) Pasos para rectificado de chumaceras

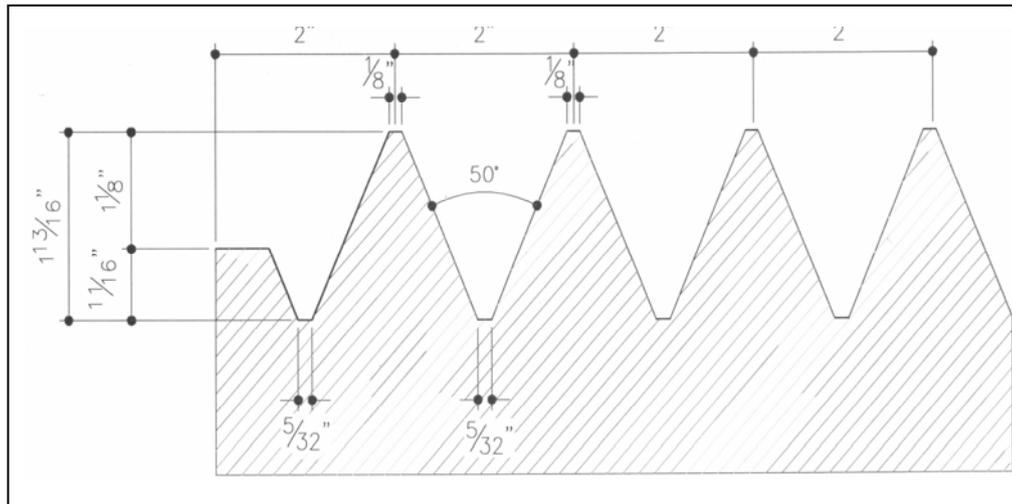
- montar la chumacera, ver pasos para el montaje de piezas en el torno.
- verificar las medidas de la chumacera tanto internas como externas.
- montar la barra para cilindrar interiores en la torreta porta herramientas.
- cilindrar el diámetro interior hasta dar la medida deseada.
- verificar la medida final con un vernier o con un compás de interiores.
- cambiar de posición la pieza sujetándola del interior para poder trabajar el exterior, centrarla con respecto al diámetro interior ya trabajado.

- cambiar la herramienta de corte, montando un buril a cambio de la barra de interiores.
- cilindrar el diámetro exterior dando las medidas especificadas.

G) Pasos para la fabricación de una polea múltiple

- montar la maza o eje al torno, ver procedimiento de montaje de piezas en el torno.
- barrenar el diámetro interior de la polea a un diámetro aproximado inferior dejando una tolerancia de cinco milímetros aproximadamente.
- cilindrar la maza al diámetro especificado.
- trazar la distancia entre las crestas de las ranuras y marcar los puntos con un punzón.
- desbastar las ranuras a una medida aproximada con un buril de filo triangular de 60 grados.
- afilar el buril con el ángulo adecuado de acuerdo al tipo de faja que se vaya a utilizar, a, b o c.
- dar el acabado final de las ranuras con el buril de forma y afilado indicado para las fajas a utilizar.
- cilindrar el diámetro interior con una barra de cilindrar para dar el diámetro interno especificado.

Figura 31. Detalle de diente de maza para molinos de ingenio azucarero



Fuente, *Setting* de molinos Ingenio San Diego.

3.2 Manual para la fresadora

Dentro de este se encontrarán los conceptos y definiciones básicas utilizados en el lenguaje técnico dentro del taller para la ejecución de los diferentes trabajos que aquí se realizan, las responsabilidades o las personas que se encuentran a cargo de las diferentes operaciones y los procedimientos que se deberán de implementar para la estandarización de de dichas operaciones para la elaboración de los trabajos que se realizan dentro del taller.

3.2.1 Definiciones

- A) FRESA:** herramienta de corte con una serie de bordes afilados dispuestos en su periferia que se utilizan para desbastar el material que se va a trabajar.
- B) USILLO:** eje principal de la máquina herramienta (fresadora), que transmite el movimiento giratorio a la herramienta de corte para que esta ejecute su tarea de desbastado sobre el material que se está trabajando.
- C) ÁRBOL PORTA HERRAMIENTA:** eje cilíndrico que consta con un cono en uno de sus extremos y rosca interna, el cual se aloja en la nariz del usillo de la máquina herramienta, en este van montadas las herramientas fresa, ajustándose a las condiciones de montaje con una serie de anillos espaciadores.
- D) LLAVE DE GANCHO:** llave especial con forma curva que se utiliza en la máquina herramienta para el recambio de las herramientas de corte.
- E) BRIDAS DE SUJECIÓN:** son elementos que se utilizan para una fácil sujeción de piezas que no se puedan sujetar en las prensas de las máquinas herramientas, cuentan con tornillo o perno de sujeción y un prisma soporte donde se aplica la fuerza opuesta para la sujeción.
- F) CUÑERO O CHAVETERO:** son ranuras de perfil cuadrado, uniforme que se perforan longitudinalmente en ejes que se utilizan para la transmisión de potencia con acoples y cuñas.
- G) CUÑA O CHAVETA:** son porciones de metal de perfil cuadrado, las cuales van insertas en los chaveteros para el acople de ejes de las transmisiones de potencia.

3.2.2 Propósito y alcance

Estandarizar los procesos de fabricación de piezas en la fresadora dentro del taller de máquinas herramientas, este manual estará al alcance del área de máquinas herramientas.

3.2.3 Responsabilidades

Estas son las principales actividades de las cuales se encuentra a cargo una determinada persona como lo pueden ser tanto el jefe de maquinaria, encargado de taller o hasta el operador o mecánico tornero, definiendo de una manera clara sus responsabilidades y actividades asignadas a su puesto de trabajo.

A) Jefe de maquinaria

- verificar que los trabajos sean programados y asignados a cada operador.
- controlar que los trabajos sean realizados en un tiempo específico que sea adecuado al tipo de trabajo que se realice.
- verificar la prioridad de los trabajos, urge, no urge, para la fabricación.
- programar a los trabajos dependiendo de la fecha de ingreso al taller y de sus características, dimensiones, para asignarlo a cada operador por máquina.

B) Encargado de taller

- recibir los trabajos que ingresen al taller de tornos para su fabricación o rectificado.

- llenar las órdenes de trabajo para poder obtener control por fecha del ingreso de los trabajos que se solicitan.
- hacer listado y actualizarlo constantemente de los trabajos que ingresan al taller para saber la cantidad de trabajos en espera.
- reportar los trabajos terminados a cada persona encargada de estos para que pasen a recogerlos.
- programar la limpieza del taller a cada una de las personas que trabajan en este por día.
- supervisar que se cumplan con las tareas asignadas a los operadores y del mantenimiento de las máquinas.
- reportar cualquier tipo de falla en las máquinas al jefe de maquinaria para su reparación.
- reportar al jefe de electricistas o electricista de turno cualquier falla en el sistema eléctrico de los motores de las máquinas.

C) Operador mecánico tornero

- elaborar la pieza que le fue asignada según la programación.
- cumplir con las especificaciones del trabajo asignado.
- lubricar la máquina donde se encuentre trabajando antes y después de sus actividades diarias, esta lubricación se hará de manera manual con graseras de presión y con aceiteras manuales, revisando los diferentes niveles de las cajas de engranes y pastes deslizantes o de movimiento de la máquina.
- mantener limpia su área de trabajo y maquina asignada.
- cumplir con su día de limpieza general en el taller de máquinas herramientas.

3.1.4 Recursos necesarios

Se describe detalladamente los diferentes recursos que utilizan cada persona que labora dentro del taller incluyendo recursos de consumo como los materiales utilizables y equipo en general como las diferentes máquinas y equipo o herramientas que son importantes para la ejecución de sus distintas tareas.

A) Jefe de maquinaria

- radio transmisor-receptor.

B) Encargado de taller

- radio transmisor receptor.

C) Operador mecánico tornero

- máquina asignada, fresadora.
- herramientas de corte, fresas, brocas, etc.
- instrumentos de medición, cinta métrica, vernier, compás de interiores, compás de exteriores, gramil de centrar.
- herramientas, llaves de cola y corona, llave ajustable, martillo, llaves de la máquina y sus complementos.
- materiales si fuera necesario
- polipasto.
- cadenas o cuerdas para sujetar la pieza en su montaje.
- botonera de encendido y apagado del motor.
- equipo de protección, guantes de cuero, anteojos de protección, botas industriales, etc.

3.2.5 Procedimientos

Aquí se detallan uno a uno los pasos con que deben de contar los distintos procedimientos que se deben llevar para la ejecución de los trabajos a realizar.

3.2.5.1 Pasos

Es el conjunto de operaciones que se realizan y son parte del procedimiento para la elaboración de una pieza que se vaya a elaborar.

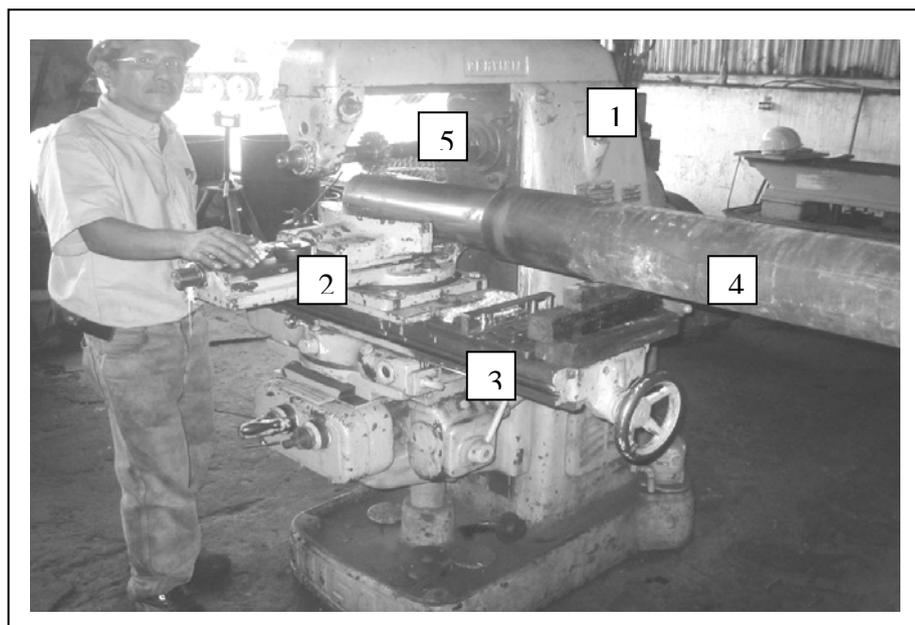
A) Pasos para la elaboración de cuñeros ciegos en ejes

Uno de los trabajos más comunes que se pueden ejecutar en la fresadora son los cuñeros en ejes, estas son ranuras de perfil cuadrado el cual se utiliza en ejes de transmisión de potencia o movimiento, estos se pueden realizar con las fresadoras verticales con fresas de vástago y/o fresadoras horizontales con fresas circulares o de disco según se muestra en la **figuras 32, 33 y 34**.

- verificar que la máquina se encuentre en buen estado, mesa principal, usillo principal, mandos, sistema eléctrico, encendido, etc.
- montar la pieza a trabajar a la mesa de la fresadora, sujetándola con bridas de sujeción o con la prensa, teniendo cuidado de que esta quede libre de movimiento ayudándose con alzas de láminas de un material no ferroso cobre, bronce o aluminio.
- nivelar y/o alinear la pieza con respecto al corte de la herramienta de trabajo apoyándose con una campana de centrar y un nivel a noventa grados.

- sujetar la pieza con el apriete necesario para que esta quede libre de movimiento alguno al momento de trabajarla.
- montar la herramienta de corte a utilizar dependiendo del tamaño del cuñero y del material a trabajar.
- dar a la máquina las revoluciones o velocidad de corte adecuado de acuerdo a la herramienta a utilizar y del material a trabajar, ver anexos tablas de especificaciones de usos de herramientas en máquinas herramientas, velocidades y refrigerantes.

Figura 32. Fabricación de un cuñero en eje cilíndrico con fresa de disco.



1. Cuerpo o bastidor de la fresadora.
2. Prensa de sujeción.
3. Mesa soporte de la fresadora.
4. Eje o pieza a trabajar.
5. Eje porta herramienta.

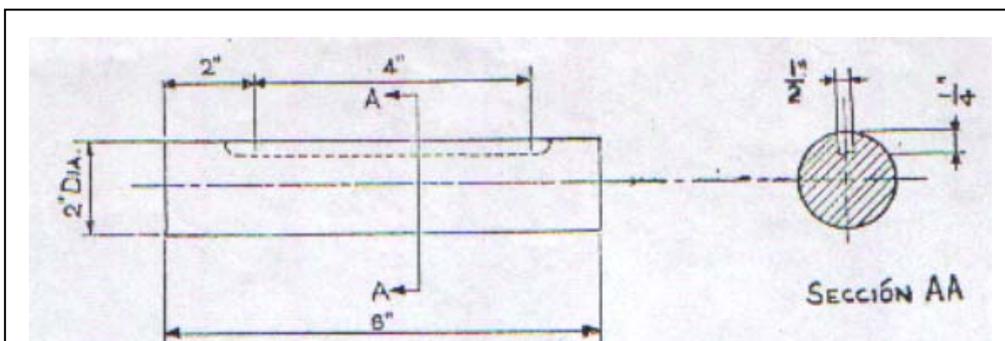
Fresado horizontal

Fuente, Ingenio San Diego S.A.

3.2.5.2 Formas

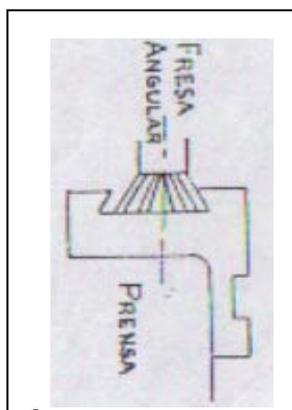
Es aquí donde se detalla o especifica técnicamente con dibujos las diferentes piezas o los trabajos que se realizan dentro del taller de máquinas herramientas como se ilustra en las **figuras 33, 34**.

Figura 33. Cuñero ciego en eje cilíndrico.



Fuente, manual de mecánica básica INTECAP.

Figura 34. Fresado vertical con fresa de perfil angular.



Fuente, manual de mecánica básica INTECAP.

3.3 Manual para el cepillo de codo y cepillo de mesa.

Dentro de este se encontrarán los conceptos y definiciones básicas utilizados en el lenguaje técnico dentro del taller para la ejecución de los diferentes trabajos que aquí se realizan, las responsabilidades o las personas que se encuentran a cargo de las diferentes operaciones y los procedimientos que se deberán de implementar para la estandarización de de dichas operaciones para la elaboración de los trabajos que se realizan dentro del taller.

3.3.1 Definiciones

- A) BRIDAS:** piezas que constan de un tornillo con tuerca de una pieza soporte que se utiliza para sujetar piezas en las diferentes máquinas de un taller de máquinas herramientas.
- B) CARRERA DEL CEPILLO:** es el desplazamiento que tiene la herramienta horizontalmente en el momento de estar trabajando, la cual puede ajustarse a las necesidades de la pieza que se trabaja.
- C) CUÑEROS CIEGOS:** son los cuñeros en los cuales los extremos no tienen salida a los extremos de la pieza donde se esta haciendo.
- D) RECTIFICADO:** maquinado de piezas planas en las cuales se necesita una superficie lisa para su buen desempeño.
- E) CUCHILLA:** se le da este nombre a unas piezas que se utilizan en los molinos de los ingenios, las cuales cuentan con una serie de dientes triangulares y que van incrustadas en las mazas de los molinos para extraer el bagazo de la caña que queda sujeto a estas y evitar que se embagacen y dejen de cumplir su función de extracción.

3.3.2 Propósito y alcance

Estandarizar los procesos de fabricación de piezas en el cepillo dentro del taller de máquinas herramientas, este manual estará al alcance del área de máquinas herramientas.

3.3.3 Responsabilidades

Estas son las principales actividades de las cuales se encuentra a cargo una determinada persona como lo pueden ser tanto el jefe de maquinaria, encargado de taller y el operador o mecánico tornero, definiendo de una manera clara sus responsabilidades y actividades asignadas a su puesto de trabajo.

A) Jefe de maquinaria:

- verificar que los trabajos sean programados y asignados a cada operador.
- controlar que los trabajos sean realizados en un tiempo específico que sea adecuado al tipo de trabajo que se realice.
- verificar la prioridad de los trabajos de acuerdo a la situación urge, no urge, para la fabricación.
- programar a los trabajos dependiendo de la fecha de ingreso al taller y de sus características y dimensiones para asignarlo a cada operador por máquina.

B) Encargado de taller:

- recibir los trabajos que ingresen al taller de tornos para su fabricación o rectificado.

- llenar las órdenes de trabajo para poder obtener control por fecha del ingreso de los trabajos que se solicitan.
- hacer listado y actualizarlo constantemente de los trabajos que ingresan al taller para saber la cantidad de trabajos en espera.
- reportar los trabajos terminados a cada persona encargada de estos para que pasen a recogerlos.
- programar la limpieza del taller a cada una de las personas que trabajan en este por día.
- supervisar que se cumplan con las tareas asignadas a los operadores y del mantenimiento de las máquinas.
- reportar cualquier tipo de falla en las máquinas al jefe de maquinaria para su reparación.
- reportar al jefe de electricistas o electricista de turno cualquier falla en el sistema eléctrico de los motores de las máquinas.

C) Operador

- elaborar la pieza que le fue asignada según la programación.
- cumplir con las especificaciones del trabajo asignado.
- lubricar la máquina donde se encuentre trabajando antes y después de sus actividades diarias.
- mantener limpia su área de trabajo y máquina asignada.
- cumplir con su día de limpieza general en el taller de máquinas herramientas.

3.3.4 Recursos necesarios

Se describe detalladamente los diferentes recursos que utilizan cada persona que labora dentro del taller incluyendo recursos de consumo como los materiales utilizables y equipo en general como las diferentes máquinas y equipo o herramientas que son importantes para la ejecución de sus distintas tareas.

A) Jefe de maquinaria

- radio transmisor-receptor.

B) Encargado de taller

- radio transmisor-receptor.

C) Operador

- máquina asignada.
- herramientas de corte.
- instrumentos de medición, cinta métrica, vernier, compás de interiores, compás de exteriores, gramil de centrar.
- herramientas, llaves de cola y corona, llave ajustable, martillo, llaves de la máquina y sus complementos.
- materiales, si fuera necesario.
- polipasto.
- cadenas, cables o cuerdas para sujetar la pieza en su montaje.
- botonera de encendido y apagado del motor.
- equipo de protección, guantes de cuero, anteojos de protección, botas industriales, etc.

3.3.5 Procedimientos

Aquí se detallan uno a uno los pasos con que deben de contar los distintos procedimientos que se deben llevar para la ejecución de los trabajos a realizar.

3.3.5.1 Pasos

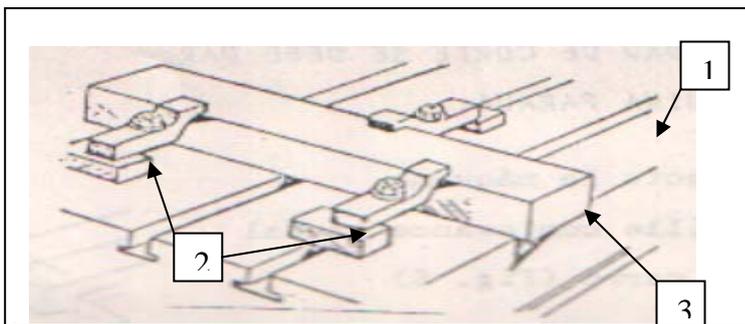
El buen montaje de las piezas en las máquinas es la principal tarea que se deberá de realizar para poder trabajar cualquier pieza de una manera efectiva y segura, del montaje de las piezas de trabajo en las máquinas y equipo depende mucho la calidad del acabado y exactitud con que las piezas se fabricaran, para el montaje de la mayoría de piezas se utilizan las prensas de tornillo o en algunas ocasiones las bridas soportes según se observa en la **figuras 35 y 37**.

A) Pasos para el montaje de una cuchilla en el cepillo de mesa

- verificar que la máquina se encuentre en buen estado, los movimientos de carrera del torpedo y de la base porta herramienta de corte, así como de los sistemas y automáticos de la máquina.
- preparar la pieza, pulirla, limpiarla.
- trazar el perfil de la pieza y punzonar su contorno en los extremos de la pieza.
- montar la pieza a la mesa del cepillo.
- alinear y nivelar la pieza en la mesa del cepillo, con respecto al perfil trazado de esta colocando las alzas necesarias.

- colocar los topes o bridas de sujeción en cada uno de los extremos de la pieza para poder sujetarla.
- apretar las bridas de sujeción con el apriete necesario para fijar la pieza e evitar que esta se mueva.

Figura 35. Montaje y sujeción de piezas en el cepillo de mesa



1. Mesa del cepillo
2. Bridas de sujeción.
3. Pieza a trabajar.

Fuente, manual de mecánica básica INTECAP

B) Pasos para el maquinado de cuchillas de molinos

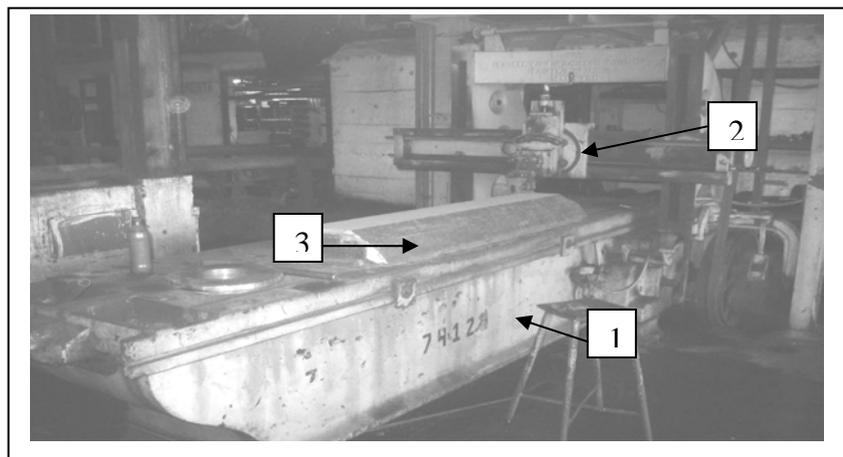
El maquinado o rectificado de las cuchillas de los molinos es la operación donde se le da la forma a la cuchilla de acuerdo a su perfil según **figura 48**, debiendo haberse trazado con anterioridad con una plantilla a escala real en los extremos de la pieza en bruto fundida y darle el acabado deseado como se muestra la **figura 46**.

- montar el buril en la porta herramientas.
- encender el cepillo.
- calibrar la carrera del cepillo a la longitud de la pieza haciendo que la herramienta salga en ambos extremos de esta, aproximadamente 3" pulgadas.

- aproximar el buril a la superficie de la pieza para determinar el corte que se va a iniciar.
- ubicar el buril en uno de los extremos de la pieza o área a maquinar para dar la profundidad del corte.
- desplazar el porta herramienta de manera vertical para dar la profundidad del corte.
- dar avances manualmente para realizar el avance de corte de manera lateral izquierda a derecha o viceversa desplazando el carro porta herramienta, en el caso de cepillado horizontal.
- en el caso de cepillado vertical dar avances manualmente desplazando el porta herramienta de manera vertical.
- en el caso de corte en ángulo inclinar el porta herramientas al ángulo necesario y dar avances de corte desplazando el porta herramienta manualmente.

NOTA: El avance de corte se efectúa en la carrera de retroceso de la máquina.

Figura 36. Maquinado de cuchilla de molino en cepillo de mesa



1. Mesa y cuerpo del cepillo.
2. Cabezal porta herramienta.
3. Cuchilla a rectificar.

Fuente, Ingenio San Diego S.A.

C) Pasos para el maquinado de cuñeros ciegos en el cepillo de mesa

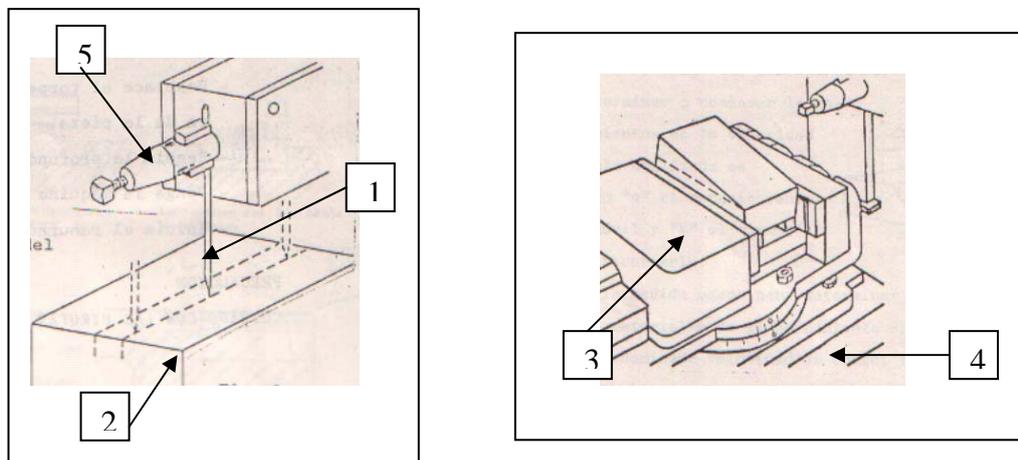
- barrenar los extremos del cuñero previamente con una broca del diámetro del ancho del cuñero.
- montar, nivelar y alinear la pieza en la mesa del cepillo.
- sujetar la pieza en la mesa del cepillo, fijándola con bridas de sujeción.
- calibrar la carrera del cepillo para que la herramienta se desplace exactamente hasta los centros de los agujeros perforados previamente.
- dar avances de cortes desplazando el porta herramienta lateralmente para desbastar la profundidad aproximada del cuñero con un buril de filo triangular.
- dar avances de corte desplazando el porta herramienta lateralmente para desbastar la profundidad aproximada del cuñero con un buril de filo triangular.
- dar el acabado del cuñero con un buril de forma (cuadrado) para formar los perfiles del cuñero adecuadamente.
- medir para verificar la profundidad del cuñero con un vernier.

D) Pasos para el montaje de una pieza en el cepillo de codo

- verificar que la máquina se encuentre en buen estado.
- colocar el polipasto en el puente para poder montar la pieza.

- montar la pieza a la mesa del cepillo.
- alinear y nivelar la pieza en la mesa del cepillo, con respecto a la línea de corte de la herramienta de corte colocando las alzas necesarias.
- sujetar la pieza con bridas o con la prensa del cepillo para evitar que esta se mueva, dando el apriete necesario.

Figura 37. Montaje y sujeción de piezas en el cepillo de codo



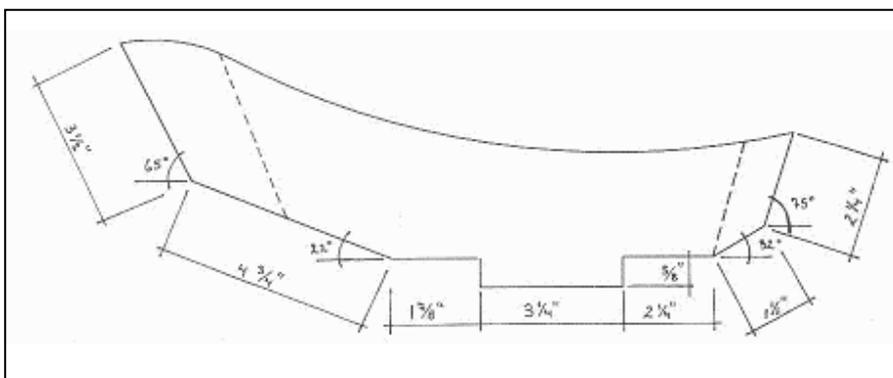
1. Barra guía para alineación de pieza a trabajar
2. Pieza a alinear y nivelar
3. Prensa de sujeción
4. Mesa soporte del cepillo
5. Porta herramienta.

Fuente, manual de mecánica básica INTECAP

E) Pasos para el montaje de una cuchilla de molino en el cepillo de codo

- verificar que la máquina se encuentre en buenas condiciones.
- preparar la pieza, pulirla y limpiarla.
- colocar el polipasto en el puente para poder montar la pieza.
- montar la base auxiliar en la mesa para sujetar la cuchilla.
- montar la pieza en la base auxiliar del cepillo.
- colocar el pedestal soporte en el extremo sobrante para nivelar y alinear la pieza.
- alinear y nivelar la pieza en la mesa del cepillo con respecto al movimiento de la herramienta del cepillo, colocando las alzas necesarias.
- colocar las bridas de sujeción en cada uno de los extremos de la pieza para poder sujetarla.
- apretar las bridas de sujeción con el apriete necesario adecuado para fijar la pieza y evitar que esta se mueva cuando se este trabajando.

Figura 38. Detalle del perfil de cuchilla central de molino



Fuente, *setting* de molino Ingenio San Diego S.A.

F) Pasos para el maquinado de los extremos de la cuchilla

- montar el buril en el porta herramientas.
- encender el cepillo.
- calibrar la carrera del cepillo a la longitud de la pieza haciendo que la herramienta de corte salga en ambos extremos de esta aproximadamente 3" pulgadas.
- aproximar el buril a la superficie de la pieza para determinar el corte que se va a iniciar.
- ubicar el buril en uno de los extremos de la pieza o área a maquinar para dar la profundidad del corte.
- desplazar el porta herramienta de manera vertical para dar la profundidad del corte horizontal.
- dar avances manualmente para realizar el avance de corte vertical desplazando el porta herramienta de manera vertical.

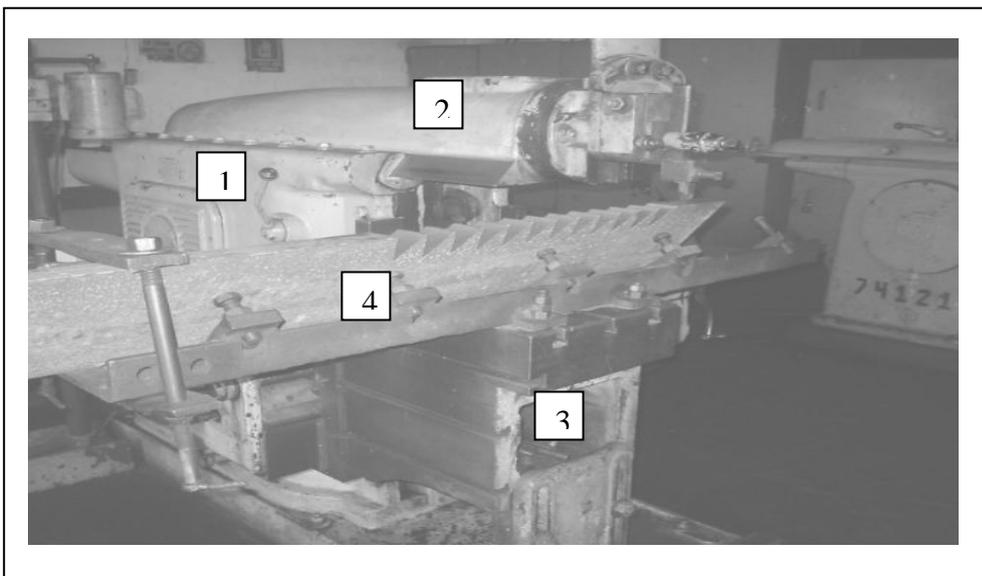
NOTA: El avance de corte se efectúa en la carrera de retroceso de la máquina.

G) Pasos para el tallado de diente de cuchilla

- trazar la distancia entre crestas de dientes de las cuchillas según las especificaciones, cuchilla central macho al centro, cuchilla bagacera macho al centro, cuchilla zapatón hembra al centro.
- montar la pieza en la base auxiliar con el perfil de manera vertical haciendo que el extremo de los dientes queden de manera horizontal con respecto a la herramienta de corte como se muestra en la **figura 49**.
- sujetar la pieza en la mesa del cepillo, fijándola con bridas de sujeción.

- calibrar la carrera del cepillo a la longitud de la pieza haciendo que la herramienta salga en ambos extremos de esta aproximadamente 3” pulgadas.
- dar profundidad de corte manualmente desplazando el porta herramienta verticalmente.
- dar avances de corte desplazando el porta herramienta lateralmente para desbastar la profundidad del diente con un buril de filo triangular con el ángulo especificado.
- medir con una plantilla la profundidad y abertura entre dientes o con un vernier.

Figura 39. Tallado de dientes a cuchilla para molino.



1. Cuerpo o bastidor del cepillo
2. Torpedo o parte móvil del cepillo (movimiento de vaivén)
3. Mesa soporte
4. Cuchilla con tallado de diente.

Fuente, Ingenio San Diego S.A.

H) Pasos para el maquinado de cuñeros ciegos en el cepillo de codo.

- barrenar los extremos del cuñero previamente con una broca del diámetro del ancho del cuñero.
- montar, nivelar y alinear la pieza en la mesa del cepillo.
- sujetar la pieza en la mesa del cepillo, fijándola con bridas de sujeción.
- calibrar la carrera del cepillo para que la herramienta de corte se desplace exactamente hasta los centros de los agujeros perforados previamente.
- dar profundidad de corte manualmente desplazando el porta herramienta de manera vertical.
- dar avance de corte desplazando el porta herramienta lateralmente para desbastar la profundidad aproximada del cuñero con un buril de filo triangular.
- dar el acabado del cuñero con un buril de forma cuadrado para formar los perfiles del cuñero adecuadamente según se muestra en la **figura No. 20**.
- medir para verificar la profundidad del cuñero con un vernier.

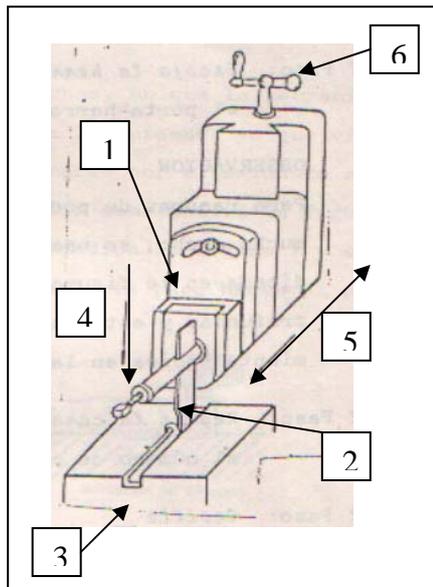
l) Pasos para el maquinado de cuñeros interiores en el cepillo de codo.

- montar, nivelar y alinear la pieza en la mesa del cepillo.
- sujetar la pieza en la mesa del cepillo, fijándola con bridas de sujeción.
- montar la barra de interiores para calcular la carrera del cepillo.
- calibrar la carrera del cepillo para que la herramienta se desplace hasta que salga en ambos extremos de la pieza aproximadamente 3 pulgadas.
- dar profundidad de corte manualmente desplazando el porta herramienta de manera vertical.
- dar avances de corte desplazando el porta herramienta lateralmente para desbastar la profundidad aproximada del cuñero con un buril de filo triangular.
- dar el acabado del cuñero con un buril de forma cuadrado para formar los perfiles del cuñero adecuadamente.
- medir para verificar la profundidad del cuñero con un vernier.

3.3.5.2 Formas.

Es aquí donde se detalla o especifica técnicamente con dibujos las diferentes piezas o los trabajos que se realizan dentro del taller de máquinas herramientas como se ilustra en las **figura 40**.

Figura 40. Cepillado de un cuñero pasado con cepillo de codo.



- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Cabezal porta herramienta | 4. Movimiento de penetración de corte |
| 2. Herramienta de corte | 5. Movimiento de corte |
| 3. Pieza a maquinar | 6. Manguito para penetración de corte |

Fuente, manual de mecánica básica INTECAP.

3.4 Manual para el taladro

Dentro de este se encontrarán los conceptos y definiciones básicas utilizados en el lenguaje técnico dentro del taller para la ejecución de los diferentes trabajos que aquí se realizan, las responsabilidades o las personas que se encuentran a cargo de las diferentes operaciones y los procedimientos que se deberán de implementar para la estandarización de de dichas operaciones para la elaboración de los trabajos que se realizan dentro del taller.

3.4.1 Definiciones

A) FLANGES: ciegos y abiertos, son platos circulares metálicos, los cuales cuentan con una serie de agujeros a un determinado diámetro distanciados uniformemente, que se utilizan para la unión o sello de tuberías.

B) VIRUTAS: desperdicios de materiales que son producto de la operación de corte.

C) LUBRICANTES REFRIGERANTES: pueden ser estos aceites, agua o una mezcla de ambos que se utilizan para el enfriamiento y protección del filo de la herramienta de corte eliminando cierta cantidad de fricción producida entre la herramienta y la pieza de trabajo.

D) MACHUELEAR: es el proceso de hacer rosca de forma manual con una herramienta de acero rápido para herramientas llamado machuelo, el cual consta de tres piezas cada una con un aumento progresivo en el diámetro y forma de hilo de rosca.

3.4.2 Propósito y alcance

Estandarizar los procesos de fabricación de piezas en el taladro dentro del taller de máquinas herramientas, este manual estará al alcance del área de máquinas herramientas.

3.4.3 Responsabilidades

Estas son las principales actividades de las cuales se encuentra a cargo una determinada persona como lo pueden ser tanto el jefe de maquinaria, encargado de taller o hasta el operador o mecánico tornero, definiendo de una manera clara sus responsabilidades y actividades asignadas a su puesto de trabajo.

A) Jefe de maquinaria

- verificar que los trabajos sean programados y asignados a cada operador.
- controlar que los trabajos sean realizados en un tiempo específico que sea adecuado al tipo de trabajo que se realice.
- verificar la prioridad de los trabajos para la fabricación.
- programar a los trabajos dependiendo de la fecha de ingreso al taller y de sus características, dimensiones, para asignarlo a cada operador por máquina.

B) Encargado de taller

- recibir los trabajos que ingresen al taller de tornos para su fabricación o rectificado.
- llenar las órdenes de trabajo para poder obtener control por fecha del ingreso de los trabajos que se solicitan.
- hacer listado y actualizarlo constantemente de los trabajos que ingresan al taller para saber la cantidad de trabajos en espera.
- reportar los trabajos terminados a cada persona encargada de estos para que pasen a recogerlos.
- programar la limpieza del taller a cada una de las personas que trabajan en este por día.
- supervisar que se cumplan con las tareas asignadas a los operadores y del mantenimiento de las máquinas.
- reportar cualquier tipo de falla en las máquinas al jefe de maquinaria para su reparación.
- reportar al jefe de electricistas o electricista de turno cualquier falla en el sistema eléctrico de los motores de las máquinas.

C) Operador

- elaborar la pieza que le fue asignada según la programación.
- cumplir con las especificaciones del trabajo asignado.
- lubricar la máquina donde se encuentre trabajando antes y después de sus actividades diarias.
- mantener limpia su área de trabajo y máquina asignada.
- cumplir con su día de limpieza general en el taller de máquinas herramientas.

3.4.4 Recursos necesarios

Se describe detalladamente los diferentes recursos que utilizan cada persona que labora dentro del taller incluyendo recursos de consumo como los materiales utilizables y equipo en general como las diferentes máquinas y equipo o herramientas que son importantes para la ejecución de sus distintas tareas.

A) Jefe de maquinaria

- radio transmisor-receptor.

B) Encargado de taller

- radio transmisor-receptor.

C) Operador

- máquina asignada.
- instrumentos para trazado y marcado de la pieza.
- herramientas de corte.
- instrumentos de medición, cinta métrica, vernier.
- herramientas, llave de cola y corona, llave ajustable, martillo, llaves de la máquina y sus complementos.
- materiales, si fuera necesario.
- polipasto.
- cables acerados o cadenas.
- botonera de encendido del motor, marcha, parada y contramarcha.
- equipo de protección, guantes de cuero, anteojos de protección.

3.4.5 Procedimientos

Aquí se detallan uno a uno los pasos con que deben de contar los distintos procedimientos que se deben llevar para la ejecución de los trabajos a realizar.

3.4.5.1 Pasos

Es el conjunto de operaciones que se realizan y son parte del procedimiento para la elaboración de una pieza que se vaya a elaborar.

A) Pasos para el montaje de la pieza a la mesa del taladro:

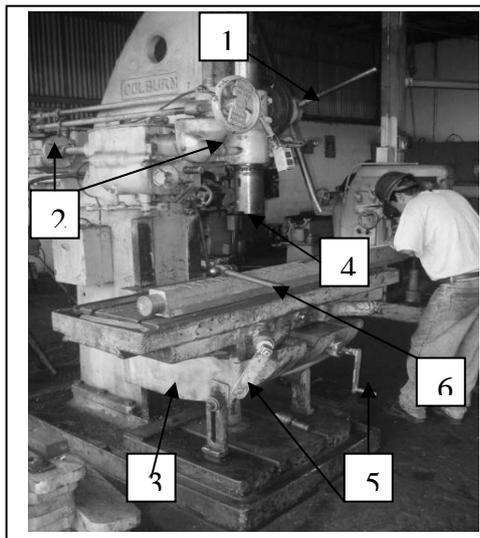
- verificar que la máquina se encuentre en buenas condiciones.
- preparar la pieza, trazarla y marcarla.
- preparar la mesa del taladro eliminando cualquier objeto ajeno a esta para una buena colocación y sujeción de la pieza de trabajo.
- montar la pieza a la mesa del taladro, sujetándola con bridas de sujeción o con la prensa, teniendo cuidado de que esta quede libre de movimiento.

B) Pasos para el taladrado

- trazar y marcar los centros y la periferia de los agujeros con cuatro punzonas según se muestra en la **figura 41**.
- seleccionar la o las brocas necesarias para la perforación de los agujeros, en el caso de los *flanges* el diámetro de la broca es 1/16" mayor que el diámetro de los tornillos.

- si se debe de hacer agujeros mayores de $\frac{1}{2}$ " de diámetro se deberá de pretaladrar dichos agujeros con una broca de menor diámetro para facilitar la operación.
- montar la broca en el mandril porta brocas apretándola de la manera necesaria para que no se mueva o directamente en el cono del eje del taladro.
- se deberá de aplicar un lubricante en la parte cortante de la herramienta para proteger la herramienta y hacer más fácil la operación de corte.
- evacuar el exceso de virutas que se extraigan de la operación de corte con una brocha o un gancho de metal para tener fácil visualización del trabajo que se lleva a cabo.

Figura 41. Trazado de piezas para su taladrado.



1. Cuerpo o bastidor del taladro
2. Caja de engranes y palancas para cambio de velocidades
3. Mesa soporte del taladro
4. Usillo porta herramienta
5. Palancas para movimientos de la mesa
6. Pieza a trabajar

Fuente, Ingenio San Diego S.A.

3.4.5.2 Formas

Es aquí donde se detalla o especifica técnicamente con dibujos las diferentes piezas o los trabajos que se realizan dentro del taller de máquinas herramientas, como se ilustra en la **figura 42**.

Figura 42. Flange para unión de tubería que maneja altas presiones



Fuente, Ingenio San Diego S.A.

3.5 Mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas

Serie de actividades que se realizan para evitar que las máquinas fallen inesperadamente, este tipo de mantenimiento se realiza de acuerdo a un programa establecido tomando en cuenta que todas las partes de la máquina se desgastan por igual, realizando cambio de cojinetes, retenedores, correas etc., sin hacer previamente un análisis de las condiciones de la máquina.

3.5.1 Definiciones

- A) MANTENIMIENTO:** conjunto de actividades de revisión, reparación o mejora que se realizan de una manera planificada en una maquinaria y/o equipo e instalaciones, para obtener de estas un óptimo servicio de trabajo.
- B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** conjunto de actividades que utiliza el principio de que todas las partes de una maquinaria se gastan por igual y que es necesario hacer algunos cambios de partes de acuerdo al número de horas trabajadas de la maquinaria según las especificaciones del fabricante.
- C) BITÁCORA DE OPERACIONES:** es un registro diario que se lleva de una maquinaria o equipo, para determinar el número de horas trabajadas de dicha maquinaria, en la bitácora se anotan cualquier tipo de falla o suceso que se presente para poder tener un control de los paros forzados y anomalías para poder programar sus mantenimientos.

3.5.2 Propósito y alcance

El mantenimiento preventivo se realizará para que todas las máquinas herramientas y equipo en general brinde un óptimo rendimiento y servicio de trabajo, evitando así los paros por fallas inesperadas y acciones correctivas que perjudican la eficiencia de las operaciones del ingenio, este mantenimiento se realizará de una manera programada a todas las máquinas herramientas del taller y equipo auxiliar que se utiliza dentro del taller.

Se recomienda que se programe un primer mantenimiento general de la maquinaria y equipo en general para poder evaluar las condiciones de estas y así obtener información acerca de las partes como fajas, poleas, cojinetes, buges, engranes, retenedores, y obtener información para hacer un inventario de las partes de las máquinas y poder formar un *estock* de repuestos en almacén para cualquier trabajo de mantenimiento que se realice a cualquiera de las máquinas.

El primordial fin de este primer mantenimiento es el de obtener la mayor cantidad de información con respecto a las cantidades de partes, sus número de especificaciones y medidas.

3.5.3 Responsabilidades

Estas son las principales actividades de las cuales se encuentra a cargo una determinada persona como lo pueden ser tanto el jefe de maquinaria, encargado de taller o hasta el operador o mecánico tornero, definiendo de una manera clara sus responsabilidades y actividades asignadas a su puesto de trabajo.

A) Jefe de maquinaria

- verificar que los trabajos sean programados y asignados para cada operador.
- controlar que los trabajos sean realizados en un tiempo especificado que sea adecuado al tipo de trabajo que se realice.
- proporcionar los medios necesarios para la ejecución del trabajo programados.

B) Encargado de taller

- dar seguimiento a los trabajos de mantenimiento e inspección que se programen.
- dar apoyo al personal operativo en cualquier situación que se presente en las rutinas de mantenimiento.
- llenar las verificaciones de trabajo de mantenimiento para obtener control por fechas y trabajos que se realizan por maquina herramienta.
- hacer listado y actualizarlo constantemente de las piezas que se cambian por maquina herramienta para considerar un *estock* mínimo de repuestos dentro del almacén.
- llevar un archivo de cada máquina donde se registren las órdenes de trabajo y mantenimiento indicando la fecha y los períodos de mantenimiento correspondientes así como periodicidad con que se deben de realizar.
- supervisar que se cumpla con las tareas asignadas a los operadores y del mantenimiento de las máquinas.

- reportar cualquier tipo de falla en las máquinas al jefe de maquinaria para su reparación.
- reportar al jefe de electricistas o electricista de turno cualquier falla en el sistema eléctrico de los motores eléctricos de las máquinas.

C) Operador

- cumplir con las tareas del trabajo asignado, dejando la tarea finalizada y con el funcionamiento correcto de la máquina haciendo sus pruebas respectivas.
- reportar al encargado de taller cualquier anomalía que este fuera de su alcance para programar la reparación que sea necesaria.
- lubricar la máquina donde se encuentre trabajando antes y después de sus actividades diarias.
- mantener limpia su área de trabajo y maquinaria asignada.
- cumplir con su día de limpieza general en el taller.

3.5.4 Recursos necesarios

Se describe detalladamente los diferentes recursos que utilizan cada persona que labora dentro del taller, incluyendo recursos de consumo, como los materiales utilizables y equipo en general, como las diferentes máquinas y equipo o herramientas que son importantes para la ejecución de sus distintas tareas.

A) Jefe de maquinaria

- radio transmisor-receptor.

B) Encargado de taller

- radio transmisor-receptor.
- hoja técnica de mantenimiento.
- archivo.

C) Operador

- herramientas necesarias, llaves y equipo auxiliar.
- equipo de protección, guantes de cuero, anteojos de protección, gabachas, etc.
- repuestos, materiales y/o suministros, lubricantes.

3.5.5 Planificación de las tareas de mantenimiento

El mantenimiento preventivo de las máquinas herramientas se programaran para la temporada de producción o zafra de acuerdo a la necesidad del caso, tomando en cuenta las fallas de las máquinas en operación, el diagnostico de la verificación realizadas en las rutinas diarias de inspección, debido a que en este período es cuando existe la menor cantidad de trabajos para el taller de máquinas herramientas, teniendo así el tiempo necesario para poder realizar las revisiones y reparaciones si fueran necesarias, programando el mantenimiento de una máquina a la vez para que siempre existan máquinas disponibles en caso de cualquier emergencia o falla inesperada dentro de las operaciones de la fábrica.

Figura 43. Tabla de programación de mantenimiento a las máquinas herramientas

Semana	Torno de mazas	Torno	Torno	Torno	Cepillo	Cepillo	Fresadora	Taladro	Cepillo
1	■								
2	■								
3		■							
4		■							
5			■						
6			■						
7				■					
8				■					
9					■				
10					■				
11						■			
12						■			
13							■		
14							■		
15								■	
16								■	
17									■
18									■
19									
20									

Fuente, ingenio San Diego S.A.

3.5.5.1 Tareas de mantenimiento

Estas tareas se programaran de acuerdo a las necesidades ó a la programación del número de horas trabajadas por máquina, siendo estas las siguientes:

- desmonte de piezas, cojinetes, poleas, engranes, fajas, buges, etc., para su cambio por desajuste y desgaste.
- ajuste de partes, apriete de tornillos y tuercas, ajuste de cuñas, tornillos opresores, tensores de fajas, ajustes de guías, etc.

- lubricación, cambio de aceite lubricante en las cajas de transmisión de movimiento y recambio de velocidades, engrase y lubricación de partes deslizantes, guías, cojinetes, cadenas y *esprocket*, tornillos de desplazamiento.
- limpieza en general de la máquina herramienta.

3.5.5.2 Rutinas de inspección

Las tareas de inspección se limitan a lo que es la verificación visual y sonora de las máquinas herramientas, para determinar cualquier anomalía de ruidos extraños y vibraciones severas o desgaste de partes deslizantes como lo pueden ser guías de bancadas y mesas de máquinas herramientas, llevando un registro de estas en el formato que continuación de muestra.

Figura 44. Formato de verificación de inspección

Formato de Verificación de Inspección				
Maquina				Fecha
Medición cualitativa	Alto	Medio	Bajo	Observaciones
Ruidos extraños			X	
Vibraciones			X	
Sistema de lubricación en general		X		Necesita lubricación en eje central
Sistema mecánico			X	
Sistema eléctrico			x	
Temperatura de trabajo		x		
Limpieza general de la maquina	x			
Comentarios generales:				
Vo.Bo. encargado:			Quien realizo rutina:	

Fuente, ingenio San Diego S.A.

- verificación visual de desgaste y desajuste en partes deslizantes.
- verificación sonora de ruidos extraños en partes giratorias.
- revisión de medios de transmisión de potencia como correas, tornillos de desplazamiento etc.

Estas rutinas de inspección se realizarán diariamente por los mismos operadores al momento de ingresar a sus labores diarias, esto con el fin de evitar tener un deterioro prematuro de la maquinaria y equipo del taller.

3.5.6 Registros

Se deberá llevar una serie de registros y fichas de control de los diferentes trabajos de mantenimiento y/o reparaciones que se le efectúen a las máquinas herramientas, como lo son las fichas de registros de inspección diaria, las fichas de verificación de trabajo, hojas de control de eficiencias de mantenimiento y las hojas de control de repuestos y/o suministros según se muestran en las **figuras 43, 44, 45 y 46**, las cuales deberán de ser autorizadas y asignadas por el jefe de maquinaria, indicando las actividades a realizarse en cada máquina de acuerdo al número de horas trabajadas o dependiendo de la necesidad o las condiciones de la misma.

Estos registros deben de ser archivados para que posteriormente puedan ser utilizados y poder determinar una tendencia en las fallas más comunes de cada máquina, así como evaluar el costo del mantenimiento y poder determinar la eficiencia de dicho mantenimiento con respecto al número de horas trabajadas por máquina.

3.5.6.1 Fichas de control de mantenimiento

Estas son hojas técnicas donde se describen las actividades de mantenimiento que se deberán realizar a las máquinas, indicando a que máquina, fecha, mecánico a cargo, además en ella se harán las anotaciones como observaciones que sean de importancia para el buen funcionamiento del equipo, como se muestra en la **figura 45**, deberán llevar el visto bueno del encargado del taller o del jefe de maquinaria del ingenio quien supervisa y acepta el trabajo de mantenimiento realizado a la máquina.

3.5.6.2 Fichas de control de repuestos y/o suministros.

Estas fichas son hojas donde se registran detalladamente las partes o repuestos que se utilizan dentro de una rutina de mantenimiento a una máquina, en ella se describen el número de partes, tipo y código, para poder obtener de esta manera información y mantener una cantidad mínima de repuestos en el almacén.

3.5.6.3 Control de bitácora diaria de operaciones de las máquinas.

En esta se registran diariamente las distintas operaciones o trabajos que se ejecutan en cada una de las máquinas, especificando la pieza de trabajo, material y tiempo de trabajo.

La bitácora diaria se llevara en una libro de actas debidamente autorizado por el jefe de maquinaria, de estos se tendrá uno para cada máquina identificado debidamente.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Capacitación a personal interesado

Se le dará capacitación técnica y teórica tanto a los mecánicos como a los operadores para una eficiente aplicación de los manuales dentro del taller, dándoles a conocer los procedimientos básicos para la ejecución de sus operaciones a través de conferencias y cursos impartidos por personal con conocimiento en el tema e instructores capacitados o asesores.

Las capacitaciones de llevaran a cabo periódicamente en periodos no mayores de un mes para personal nuevo y reforzamiento cada seis meses para todo el personal involucrado.

4.1.1 Conferencias

Las conferencias se deberán impartir en una forma obligatoria para todo el personal, debido a que debe ser de conocimiento de todos los interesados, mandos medios y operadores, para obtener de esta manera el resultado deseado en la implementación de los manuales operativos en el taller de máquinas herramientas.

4.1.1.1 Mandos medios

Las conferencias hacia los mandos medios deben impartirse desde el punto de vista administrativo y de supervisión, dando a conocer los principales puntos de control llevando los registros correspondientes de las actividades que se ejecuten en la implementación de dichos manuales.

4.1.1.2 Operadores

Las conferencias que se impartirán hacia los operadores serán de carácter instructivo técnico, dando a conocer los diferentes procedimientos que se deberán de ejecutar en las diferentes operaciones dentro del taller de máquinas herramientas, para lograr de esta manera una eficiente implementación y colaboración del personal operativo, alcanzando así una rápida implementación de los manuales.

4.1.2 Inducción

La inducción se impartirá al personal con poca o ninguna experiencia en lo que al contenido de los manuales se refiere, personal de nuevo ingreso en la planta, indicándoles las generalidades del contenido de estos, dándoles a conocer los objetivos, propósitos y alcance para que participen de una forma correcta en lo que a la implementación de los manuales se refiere.

4.1.2.1 Operadores

La inducción se impartirá específicamente con el personal operativo ya que es a estos quienes tendrán un contacto directo con las operaciones que en los manuales se describen, participando de una forma directa y colaborando con ello a logro de la implementación de los manuales.

5. SEGUIMIENTO

5.1 Índices de medición de la implementación

Se deberá contar con una serie de índices o parámetros contra los cuales se hagan comparaciones de la eficiencia de la implementación, midiendo de esta manera el porcentaje de aplicación y cumplimiento de la ejecución de los manuales.

Los índices son:

- calidad en el acabado de los trabajos , uniformidad
- tiempo de entrega de los trabajos
- orden y capacidad de cubrir o realizar los trabajos que se presenten
- facilidad de realizar los trabajos por parte de los operadores
- disponibilidad de maquinas en optimas condiciones
- porcentaje de cumplimiento con los trabajos que se soliciten

Se programará una serie de auditorías tanto internas como externas para verificar que se esté gestionado la implementación de los manuales, teniendo así una manera mas de medir la eficiencia de la ejecución y cumplimiento de los métodos aplicables de operación dentro del taller de máquinas herramientas, tomando en cuenta el número de horas hombre trabajadas y calidad en el trabajo dentro del taller.

Las auditorías internas serán realizadas por el encargado del área verificando que los tiempos de realización de los trabajos se cumplan al igual que las características y procedimientos de los trabajos a realizar.

Las auditorías externas se llevaran a cabo cada seis meses por personas técnicas que se especialicen en la materia conocedores del ramo de metal mecánica y trabajos de máquinas herramientas, personal subcontratado de otras empresas o asesores de estas.

5.1.1 Parámetros de medición de eficiencia de operadores

Los parámetros de medición de eficiencia de los operadores que se deberá de llevar debe de tomar en cuenta la aplicación correcta de los métodos de operación que se encuentra descritos en los manuales dentro del taller, la eficiencia con que se realicen los trabajos y la calidad de estos, llevando un registro de los tiempos de operación para cada trabajo y logrando que estos se realicen de una manera eficiente cada vez que se realicen.

Figura 45. Registro de control de trabajos a realizar

		Nombre:		Código:	
		Verificación de Trabajo		R2.PR1.JM	
Fecha aprobación:	Fecha que rige:	Página:	Versión:		
03/08/2004	03/08/2004	1 de 1	1		
Trabajo a realizar:					
Trabajo realizado:					
Fecha de concluido:		Visto Bueno solicitante:		Coordinador o Jefe:	
Realizó nombre:		Realizó firma:		Procesado:	

5.1.2 Parámetros de medición de eficiencia de mantenimiento

Los parámetros de medición de la eficiencia del mantenimiento, se llevará de acuerdo al número de horas trabajadas de la máquina eficientemente, con relación al costo del mantenimiento, evaluando de esta manera la eficiencia con que se están realizando las rutinas de inspección y mantenimiento para cada máquina y haciendo las correcciones pertinentes dependiendo de los resultados obtenidos, cumpliendo así con el método de retroalimentación de la información obtenida a través de los registros correspondientes.

Figura 46. Registros de medición de eficiencia de mantenimiento

		Nombre: Verificación de Trabajo	Código: R2.PR1.JM
Fecha aprobación: 03/08/2004	Fecha que rige: 03/08/2004	Página: 1 de 1	Versión: 1
Maquina		Fecha de realización	
Mecánico a cargo			
Descripción del mantenimiento			
Repuestos a utilizar			
Ultima fecha de servicio		No. de horas trabajadas	
Próximo servicio		Costo de mantenimiento en Q/H.	
Observaciones:			
Vo.Bo. Jefe de maquinaria		Firma de quien realizó.	

5.2 Auditorías internas

Las auditorías se tratarán de una serie de evaluaciones que se realizarán al personal que labore dentro del área de mantenimiento para determinar si se está llevando a cabo la adecuada ejecución e implementación de los manuales, estas auditorías se realizarán por personal capacitado previamente y acreditado como auditor de los procesos de operación e implementación de los manuales, teniendo conocimiento fundamental del contenido de estos para una adecuada evaluación del personal que será auditado y obtener de esta manera una evaluación objetiva.

El proceso de auditoría deberá quedar documentado para poder determinar oportunidades de mejora dentro del área que se audita, dentro de este proceso se debe de incluir lo que son acciones correctivas y los responsables por su ejecución, así como el tiempo tras el cual se deberá de cumplir con la corrección de la anomalía encontrada con respecto a la implementación de los manuales.

5.2.1 Planificación de auditorías

Las auditorías serán planificadas por la gerencia quienes deberán de tener conocimientos de las actividades de trabajo para poder organizar de una manera razonable el tiempo y el personal que se encargará de la realización y cumplimiento de dichas auditorías.

5.2.2 Auditorías mensuales

Se deberán de definir los períodos entre auditorías con un tiempo mínimo para poder de esta manera determinar con un tiempo pertinente la detección de desvíos y aplicar las acciones correctivas que ayuden a la implementación correcta de los manuales operativos.

Generalmente se realizan auditorías mensuales como un período durante el cual se puede detectar en un tiempo adecuado cualquier anomalía e implementar alguna acción correctiva.

CONCLUSIONES

1. Para la elaboración de los manuales operativos dentro de un área específica, se deberá de realizar como primer paso el conocimiento amplio de la maquinaria y equipo, así como de las instalaciones y operaciones que se realizan dentro de éste.
2. En los manuales operativos se definen los objetivos y alcance de cada uno, así como las responsabilidades de los involucrados dentro de las operaciones del taller de máquinas herramientas, sus procedimientos, paso a paso, con sus recursos necesarios.
3. Las operaciones se basan en los principios de operación de los trabajos que se realizan con mayor frecuencia dentro del taller de máquinas herramienta en un ingenio azucarero, haciendo un estudio de dichos métodos de operación para mejorar las actividades y optimizar los tiempos y recursos con que se trabajan.
4. Dentro de los manuales se da una serie de pasos para poder estandarizar los procedimientos y así obtener trabajos con parámetros de aceptación en cuanto a calidad, presentación y funcionalidad aceptables.
5. Las programaciones de las tareas, tanto de mantenimiento como de operación, son de vital importancia para obtener de una manera medible los resultados de dichas operaciones y así mejorar continuamente.

6. La implementación y seguimiento de los manuales se llevará a cabo dando cursos de inducción hacia todo el personal interesado y evaluando el desempeño de éstos, en cuanto a los resultados obtenidos en la aplicación de los pasos definidos en dichos manuales y la medición de parámetros directos sobre los trabajos realizados calidad, presentación y funcionalidad.

RECOMENDACIONES

1. Programar cursos de capacitación para todo el personal dándoles a conocer la implementación de los manuales, sus objetivos, propósitos y alcance.
2. Programar que se impartan periódicamente cursos de carácter técnico para los operadores de las máquinas, dándoles a conocer los procedimientos que en éstos se describen para una adecuada implementación.
3. Coordinar que se lleven a cabo las correspondientes auditorías, para darle seguimiento y retroalimentando la implementación de los manuales operativos.
4. Programar las rutinas de mantenimiento a intervalos de tiempo, según lo amerite la maquinaria de acuerdo a las cantidades de horas trabajadas.
5. Coordinar que se lleven los registros necesarios de control de trabajos y mantenimiento en las máquinas herramientas, para poder obtener de esta manera, índices de medición de la implementación y mejoras en el área de máquinas herramientas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Intecap, **Guía básica de mecánica industrial**. 5ª. Edición. Guatemala Ciudad. Editorial Intecap centro 1. 1998.
2. L. Casillas, **Cálculo de taller máquinas**. 35ª. Edición. Madrid: Editorial Melsa. 1992.
3. *Lobert Juez Scharkus*, **Prontuario de metales**. 3ª. Edición. Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consultores de Ingenios Azucareros S.A. CIASA, **Setting de molinos para Ingenio San Diego Zafra 2004-2005**. Guatemala 2005.
2. Herrera Cambranes, Emerson Francisco. **Normalización de procedimientos Operativos y de mantenimiento en el área de maquinaria del Ingenio San Diego**. Tesis: Ing. Mec-Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
3. Menocal G., **Manual de azúcar de caña**. 9ª. Edición. España: Editorial Montaner y Simón, S.A. 1968.
4. *Emile Hugot*, **Manual para ingenieros azucareros**. México: Editorial Continental, S.A. Septiembre de 1963).
5. Miguel Rodríguez, Capacidad del tandem, ajustes y presiones en los molinos **Revista Órgano divulgativo de la asociación de técnicos azucareros de Guatemala ATAGUA**, Guatemala 1987.
6. *Theodore Baumeister, Eugene A. Avallone*, **Manual del Ingeniero Mecánico** 8ª. Edición, Segunda edición en español, Volumen III, Mexico 1992.

ANEXOS

Tabla I. *Setting* de molinos zafra 2004-2005 Ingenio San Diego.

INGENIO SAN DIEGO					
SETTJNG ZAFRA 2004-2005					
MOUDA IARIA TON.CORITON.MET	4500	4091 Ton. Métricas			
FIBRA % EN CAIQA	12.5				
ÍNDICE DE PREPARACIÓN	3 Vol.Std.Fijado				
NÚMERO DE MLINOS	5				
	Revisado	Revisado	Revisado		
TRANSMISIONES:	MOL.No. 1	MOL.No.2	MOL.No.3	MOL.NoA	MOL.NoJ I
REV.P.M. TURBINAMOTOR	4200	3400	3600	3800	4000
RATIO TOTAL DE ENRANES.	645.00	512.646	555.367	579.513	622.170
REVP.M. MOLINO.	6.512	6.632	6.428	6.557	6.429
VELOC.Da MOUNO RPM.	51.995	54.280	54.671	55.363	55.403
MAZAS:					
ANCHO DE LAS MAZAS	60	60	60	60	60
DIÁMETRO MAZA SUPERIOR	33.5000	33.2500	33.5000	34.000	35.0000
DIÁMETRO MAZA CAERA	32.0000	32.0000	33.5000	32.7500	33.7500
DIÁMETRO MAZA BAGACERA	32.0000	34.5000	36.000	36.0000	36.0000
DIÁMETRO 48. MAZA.	27.2500	26.3750	28.000	27.6250	26.3750
DIÁMETRO PROMEDIO MAZAS.	30.5000	312500	32.3333	32.3500	32.9167
RAYADO MAZA SUPERIOR	2	2	2	2	2
ÁNGULO RAYADO SUPERIOR	50	50	50	50	50
PUNTA DE DIENTE SUPERIOR	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250
FONDO DE DIENTE SUPERIOR	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
PROFUNDIDAD DIENTE SUPERIOR	1.94350	1.94350	1.94350	1.94350	1.94350
DIAM.DISCO MAZA SUPERIOR.	43.6750	42.6250	42.1250	42.2500	43.1250
RAYADO MAZA ERA	2	2	2	2	2
ÁNGULO RAYADO CERA	50	50	50	50	50
PUNTA DE DIENTE CERA	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250
FONDO DE DIENTE CERA	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
PROFUNDIDAD DE DIENTE CAERA	1.94350	1.94350	1.94350	1.94350	1.94350
RAYADO MAZA BAGACERA	2	2	2	2	
ÁNGULO RAYADO BAGACERA	50	50	50	50	
PUNTA DE DIENTE BAGACERA	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250	
FONDO DE DIENTE BAGACERA	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	
PROFUNDIDAD DIENTE BAGACERA	1.94350	1.94350	1.94350	1.94350	
MLINOS:					
TIPO DE VIRGEN	RECTA	RECTA	RECTA	RECTA	RECTA
ALTURA MÁXIMA CAERA	24.7500	25.5000	25.5000	25.5000	25.5000
ALTURA MÁXIMA BAGACERA	24.7500	25.5000	25.5000	25.5000	25.5000
ALTURA MIN.48.MAZAILC.SUP.	8.1250	8.1250	8.1250	8.1250	8.1250
FLOTACIÓN DE ENTRADA	0.3750	0.3750	0.3750	0.3750	0.3750
FLOTACIÓN DE SAUDA.	.03750	0.3750	0.3750	0.3750	0.3750
RATIO ABERTURA CAERA	2	2	2	2	2
RATIO DE ABERT.48.MAZA	5.5	5.25	5	5	5
ALTURA SUPERIOR CERA	24.7500	24.7500	24.7500	24.6250	25.3750
ALTURA SUPERIOR BAGACERA	24.3750	24.5000	24.7500	25.0000	25.5000
ALTURA 48.MAZA SUPERIOR.	8.1250	8.1250	9.5000	8.8750	8.6250
DIST.SUPERIOR	32.8065	32.1815	32.6815	32.3690	33.2440
DIST.SUPERIOR BAGACERA	31.6190	32.4940	33.1815	33.3378	33.7753
DIST.SUPERIOR 48.MAZA	34.9628	32.7909	32.5565	32.1503	31.7128
DIST.C.MOLJC.CERA	21.5338	20.5691	21.3429	21.0086	21.4773
DIST.C.MOLJC.BAGACERA	20.1400	21.3450	22.1009	22.0546	22.1476
LARGO CUCHILLA ADELANTE	5.5338	4.5691	4.5929	4.6336	4.6023
LARGO CUCHILLA ATRÁS	4.1400	4.0950	4.1009	4.0546	4.1476

Fuente, *setting* de molinos ingenio San Diego zafra 2004-2005

Continuación

SETTING DE MLINOS	MOL.No. 1	MOL.No. 2	MOL.No. 3	MOL.No. 4	MOL.No. 5
".c					
SETTING 48. MAZA.	6.5313	4.9219	3.75	3.2813	2.9688
SETTING MAZA CAÑERA	2	1.5	1.125	0.9375	0.8125
SETTING MAZA BAGACERA	0.8125	0.5625	0.375	0.2813	0.2188
ENTRADA CUCHILLA 48. MAZA	6.7813	5.1719	..	3.5313	3.2188
ENTRADA CUCHILLA	2.25	1.75	1.375	1.1875	1.0625
SALIDA CUCHILLA	3.2188	2.6875	2.3438	2.1563	2.0625
CALZO 48: MAZA	0	0	1.375	0.75	0.5
CALZO MAZA CAÑERA	0	0.75	0.75	0.875	0.125
CALZO MAZA BAGACERA	0.375	1	0.75	0.5	0

Fuente, setting de molinos Ingenio San Diego, zafra 2004-2005

Tabla II. Especificaciones de números de agujeros diámetros y distancias de taladrado de flanges.

Plantillas para taladrar bridas, válvulas con bridas y accesorios con bridas, de fundición de hierro.									
Tamaño nominal de la tubería en plg.	Diámetro de la brida plg.	Es pesor de la brida (mínimo) plg.	Diámetro de la cara realizada	Diámetro del círculo de distribución de tornillos	Número de tornillos	Diámetro de los tornillos	Diámetro de los agujeros para los tornillos	Longitud de los tornillos	Tamaño del anillo de empaque
NORMA DE 25 LIBRAS (922 N/M2)									
4	9	3/4		7 1/2	8	5/8	3/4	2 1/4	4*6 7/8
5	10	3/4		8 1/2	8	5/8	3/4	2 1/4	5*7 7/8
6	11	3/4		9 1/2	8	5/8	3/4	2 1/4	6*8 3/4
8	13 1/2	3/4		11 1/4	8	5/8	3/4	2 1/4	8*11
10	16	7/8		14 1/4	12	5/8	3/4	2 1/2	10*13 3/8
12	19	1		17	12	5/8	3/4	2 3/4	12*16 1/8
14	21	1 1/8		18 3/4	12	3/4	7/8	3 1/4	14*18
16	23 1/2	1 1/8		21 1/4	16	3/4	7/8	3 1/4	16*20 1/2
18	25	1 1/4		22 3/4	16	3/4	7/8	3 1/2	18*22
20	27 1/2	1 1/4		25	20	3/4	7/8	3 1/2	220*24 1/2
24	32	1 3/8		29 1/2	20	3/4	7/8	3 3/4	24*28 3/4
30	38 3/4	1 1/2		36	28	3/4	1	4 1/4	30*35 1/8
36	46	1 5/8		42 3/4	32	3/4	1	5	36*41 7/8
42	53	1 3/4		49 1/2	36	1	1 1/8	5 1/4	42*48 1/2
48	59 1/2	2		56	44	1	1 1/8	5 1/2	48*55
54	66 1/4	2 1/4		62 3/4	44	1	1 1/8	5 3/4	54*61 3/4
60	73	2 1/4		69 1/4	52	1 1/8	1 1/4	6	60*68 1/8
72	86 1/2	2 1/2		82 1/2	60	1 1/8	1 1/4	6 1/4	72*81 3/8
84	99 3/4	2 3/4		95 1/2	64	1 1/4	1 3/8	7 1/4	84*94 1/4
96	113 1/4	3		108 1/2	68	1 1/4	1 3/8	7 3/4	96*107 1/4
NORMA DE 125 LIBRAS (4612 N/M2)									
1	4 1/4	7/16		3 1/8	4	1/2	5/8		1*2 5/8
1 1/4	4 5/8	1/2		3 1/2	4	1/2	5/8		1 1/4*3
1 1/2	5	9/16		3 7/8	4	1/2	5/8		1 1/2*3 3/8
2	6	5/8		4 3/4	4	5/8	3/4		2*4 1/8
2 1/2	7	11/16		5 1/2	4	5/8	3/4		2 1/2*4 7/8
3	7 1/2	3/4		6	4	5/8	3/4		3*5 3/8
3 1/2	8 1/2	13/16		7	8	5/8	3/4		3 1/2*6 3/8
4	9	15/16		7 1/2	8	5/8	3/4		4*6 7/8
5	10	15/16		8 1/2	8	3/4	7/8		5*7 3/4
6	11	1		9 1/2	8	3/4	7/8		6*8 3/4
8	13 1/2	1 1/8		11 3/4	8	3/4	7/8		8*11
10	16	1 3/16		14 1/4	12	7/8	1		10*13 3/8
12	19	1 1/4		17	12	7/8	1		12*16 1/8
14	21	1 3/8		18 3/4	12	1	1 1/8		14*17 3/4
16	23 1/2	1 7/16		21 1/4	16	1	1 1/8		16*20 1/4
18	25	1 9/16		22 3/4	16	1 1/8	1 1/4		18*21 5/8
20	27 1/2	1 11/16		25	20	1 1/8	1 1/4		20*23 7/8
24	32	1 7/8		29 1/2	20	1 1/4	1 3/8		24*28 1/4
30	38 3/4	2 1/8		36	28	1 1/4	1 3/8		30*34 5/8
36	46	2 3/8		42 3/4	32	1 1/2	1 5/8		36*41 1/4
42	53	2 5/8		49 1/2	36	1 1/2	1 5/8		42*48
48	59 1/2	2 3/4		56	44	1 1/2	1 5/8		48*54 1/2
54	66 1/4	3		62 3/4	44	1 3/4	2	10 1/2	54*61
60	73	3 1/8		69 1/4	52	1 3/4	2	11	60*67 1/2
72	86 1/2	3 1/2		82 1/2	60	1 3/4	2	12	72*80 3/4
84	99 3/4	3 7/8		95 1/2	64	2	2 1/4	13	84*93 1/2
96	113 1/4	4 1/4		108 1/2	68	2 1/4	2 1/2	14 1/2	96*106 1/4

Fuente: manual del ingeniero mecánico, 8ª, edición, volumen III

Tabla III. Plantillas para taladrar bridas, válvulas con bridas y accesorios con bridas, de fundición de hierro.									
Tamaño nominal de la tubería en plg.	Diámetro de la brida plg.	Espesor de la brida (mínimo) plg.	Diámetro de la cara realzada	Diámetro del círculo de distribución de tornillos	Número de tornillos	Diámetro de los tornillos	Diámetro de los agujeros para los tornillos	Longitud de los tornillos	Tamaño del anillo de empaque
NORMA DE 250 LIBRAS (9224N/M2)									
1	4 7/8	1 1/16	2 11/16	3 1/2	4	5/8	3/4		1*2 7/8
1 1/4	5 1/4	3/4	3 1/16	3 7/8	4	5/8	3/4		1 1/4*3 1/4
1 1/2	6 1/8	13/16	3 9/16	4 1/2	4	3/4	7/8		1 1/2*3 3/4
2	6 1/2	7/8	4 3/16	5	8	5/8	3/4		2*2 3/8
2 1/2	7 1/2	1	4 15/16	5 7/8	8	3/4	7/8		2 1/2*5 1/8
3	8 1/4	1 1/8	5 11/16	6 5/8	8	3/4	7/8		3*5 7/8
3 1/2	9	1 3/16	6 5/16	7 1/4	8	3/4	7/8		3 1/2*6 1/2
4	10	1 1/4	6 15/16	7 7/8	8	3/4	7/8		4*7 1/8
5	11	1 3/8	8 5/16	9 1/4	8	3/4	7/8		5*8 1/2
6	12 1/2	1 7/16	9 11/16	10 5/8	12	3/4	7/8		6*9 7/8
8	15	1 5/8	11 15/16	13	12	7/8	1		8*12 1/8
10	17 1/2	1 7/8	14 1/16	15 1/4	16	1	1 1/8		10*14 1/4
12	20 1/2	2	16 7/16	17 3/4	16	1 1/8	1 1/4		12*16 5/8
14	23	2 1/8	18 15/16	20 1/4	20	1 1/8	1 1/4		13 1/4*19 1/8
16	25 1/2	2 1/4	21 1/16	22 1/2	20	1 1/4	1 3/8		15 1/4*21 1/4
18	28	2 3/8	23 5/16	24 3/4	24	1 1/4	1 3/8		17*23 1/2
20	30 1/2	2 1/2	25 9/16	27	24	1 1/4	1 3/8		19*25 3/4
24	36	2 3/4	30 5/16	32	24	1 1/2	1 5/8	9 1/2	23*30 1/2
30	43	3	37 3/16	39 1/4	28	1 3/4	2 2 1/4	10 1/2	29*37 1/2
36	50	3 3/8	43 11/16	46	32	2	2 1/4	11 1/2	34 1/2*44
42	57	3 11/16	50 7/16	52 3/4	36	2	2 1/4	12	40 1/4*50 3/4
48	65	4	58 7/16	60 3/4	40	2	2 1/4	13	46*58 3/4

Fuente, manual del ingeniero mecánico 8ª, edición, volumen III

Tabla IV. Plantillas para taladrar bridas y accesorios con bridas de acero, para tubería (ANSI B16.5-1968)																				
Tamaño nominal de la tubería	NORMA 400 LIBRAS					NORMA 600 LIBRAS					NORMA 900 LIBRAS					NORMA 1500 LIBRAS				
	Diámetro exterior de la brida	Espesor mínimo de la brida	Diámetro del círculo de barrenos	Número de los tornillos	Tamaño de los tornillos	Diámetro exterior de la brida	Espesor mínimo de la brida	Diámetro del círculo de barrenos	Número de los tornillos	Tamaño de los tornillos	Diámetro exterior de la brida	Espesor mínimo de la brida	Diámetro del círculo de barrenos	Número de los tornillos	Tamaño de los tornillos	Diámetro exterior de la brida	Espesor mínimo de la brida	Diámetro del círculo de barrenos	Número de los tornillos	Tamaño de los tornillos
1/2						3 3/4	9/16	2 5/8	4	1/2						4 3/4	7/8	3 1/4	4	3/4
3/4						4 5/8	5/8	3 1/4	4	5/8						5 1/8	1	3 1/2	4	3/4
1						4 7/8	11/16	3 1/2	4	5/8						5 7/8	1 1/8	4	4	7/8
1 1/4						5 1/4	13/16	3 7/8	4	5/8						6 1/4	1/8	4 3/8	4	7/8
1 1/2						6 1/8	7/8	4 1/2	4	3/4						7	1/4	4 7/8	4	1
2						6 1/2	1	5	8	5/8	Para los tamaños menores de 3 pulgadas úsese las dimensiones de la Norma 1500 libras					8 1/2	1/2	6 1/2	8	7/8
2 1/2						7 1/2	1 1/8	5 7/8	8	3/4						9 5/8	5/8	7 1/2	8	1
3	Para los tamaños menores de 4 pulgadas úsese las dimensiones de la Norma 600 libras					8 1/4	1 1/4	6 5/8	8	3/4	9 1/2	1 1/2	7 1/2	8	7/8	10	1	8	8	1
3 1/2						9	1 3/8	7 1/4	8	7/8							7/8			
4	10	1 3/8	7 7/8	8	7/8	10 3/4	1 1/2	8 1/2	8	7/8	11 1/2	1 3/4	9 1/4	8	1/8	12 1/4	1/8	9 1/2	8	1/4
5	11	1 1/2	9 1/4	8	7/8	10					13 3/4	2	11	8	1/4	14 2/3	2	11	8	1/2
6	12	1 1/2	10 5/8	12	7/8	11 1/2	1 7/8	11 1/2	12	1	15 1/2	2 1/2	12 1/2	12	1/8	16 1/2	3/4	12 1/2	12	3/8
8	15	7/8	13	12	1	16 1/2	2 3/16	13 3/4	12	1/8	18 1/2	2 1/2	15 1/2	12	3/8	19 3/8	3/8	15 1/2	12	5/8
10	17	2 1/8	15 1/4	16	1/8	17 1/2	2 1/2	17	16	1/4	21 1/2	2 3/4	18 1/2	16	3/8	23 1/4	1/4	19	12	7/8
12	20	2 1/4	17 3/4	16	1/4	19 1/2	2 5/8	19 1/4	20	1/4	24 1/2	3 1/8	21 1/2	20	3/8	26 1/2	7/8	22 1/2	16	2
14	23	3/8	20 1/4	20	1/4	23 3/4	2 3/4	20 3/4	20	3/8	25 1/4	3 3/8	22 1/2	20	1/2	29 1/2	1/2	25 1/4	16	1/4
16	25	2 1/2	22 1/2	20	3/8	23 1/2	3	23 3/4	20	1/2	27 3/4	3 1/2	24 1/4	20	5/8	32 1/2	3/4	27 3/4	16	1/2
18	28	5/8	24 3/4	24	3/8	29 1/4	3 1/4	25 3/4	20	5/8	31 1/2	4	27 1/2	20	7/8	36 3/8	3/8	30 1/2	16	3/4
20	30	2 3/4	27	24	1/2	28 1/2	3 1/2	28 1/2	24	5/8	33 1/2	4 1/4	29 1/2	20	2	38 3/4	3/4	32 1/2	16	3
24	36	3	32	24	3/4	37 1/4	4	33 1/4	24	7/8	41 1/2	5 1/2	35 1/2	20	1/2	46 1/2	8	39 1/2	16	1/2

Fuente: manual del ingeniero mecánico, 8ª edición, volumen III

Tabla V. valores de orientación para velocidades de corte en el torno

MATERIAL	UTIL	AVANCE EN (mm.rev.)						
		0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	
		VELOCIDAD DE CORTE EN m/min						
Acero sin alear	S			60	45	34	25	19
St 37 St34 St 42	S		280	236	200	170	67	56
St 50, St 60	S			44	32	24	18	14
	S		240	205	175	145	50	42
	S			32	24	18	13	10
St70	S		200	170	132	106	34	27
	S			34	25	19	14	11
	S		118	100	85	71	24	20
Acero moldeado	S			24	17	12	8.5	6
	S		150	118	95	75	24	20
	S			16	11	8	5.6	
Aceros aleados	S		95	75	60	50	16	13
	S			9.5	6			
	S		60	48	38	32	10	8
Ac. De henamiel 1Ú1\$	S		50	40	32	27	8.5	6.7
	S			40	32	25	20	6.7
	S		40	32	25	20	6.7	5.3
Ac. Duro al Mn	S			48	27	18	14	9.5
	S		140	118	95	80	67	
	G			32	18	13	9.5	6.3
GG-10 GG-15	S		106	90	75	63	53	
	S			43	28	20	13	9
	H		106	90	75	63	53	
GG-20, GG-25.	S			43	28	20	13	9
	S		106	90	75	63	53	
	S			43	28	20	13	9
Fundición maleable	S		400	300	200	118	75	
	S			300	200	118	75	
	G		1320	1120	950	850	710	
Materiales ligeros	S		100	67	45	30		
	S			67	45	30		
	G		224	190	160	140	118	
Aleaciones de Al. (11.... 13% Si)	S			25	22	20	18	17
	S			25	22	20	18	17
	G		1000	900	800	750	710	
Aleac. Para émbolos Gal-Si 111....13% Si)	S		1800	1500	1250	1060	900	
	S			1500	1250	1060	900	
	G			1500	1250	1060	900	
Aleaciones de Magnesio	S			300	280	250	224	200
	S			300	280	250	224	200
	G			300	280	250	224	200
Mat Sintéticos y prensados	S			280	212	170	132	100
	S			280	212	170	132	100
	G			280	212	170	132	100
Masa prensada baquelita	S			280	212	170	132	100
	S			280	212	170	132	100
	G			280	212	170	132	100
Monotex. Pertimax	S			280	212	170	132	100
	S			280	212	170	132	100
	G			280	212	170	132	100

Fuente: Lobert Juez Scharkus, Prontuario de metales. 3ª. Edición.

Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.

Tabla VI. Velocidades de corte en relación a los diámetros y rpm de las piezas.

No. REVOLUCIONES n		VELOCIDAD DE CORTE v							DIAMETRO d			
10	255	318	478	637	796	956	1125	1274	1590	2550	3180	4800
11	231	289	434	580	724	868	1013	1157	1445	2310	2890	4350
12	212	285	398	531	663	796	928	1060	1325	2130	2660	4000
14	182	228	341	455	568	682	796	910	1136	1820	2280	3410
16	159	199	298	398	497	597	695	796	995	1590	1990	2980
18	142	177	265	354	443	530	620	708	885	1420	1770	2660
20	128	159	239	319	398	478	558	637	795	1270	1590	2390
22	116	145	217	290	362	434	506	579	723	1150	1450	2170
25	102	128	192	255	319	383	446	510	638	1020	1280	1910
28	91	114	171	227	284	341	398	455	568	910	1140	1710
32	80	100	149	199	249	298	348	398	498	800	1000	1490
36	71	89	133	177	221	285	310	354	442	710	890	1330
40	84	80	119	159	199	239	278	318	393	840	800	1200
45	57	71	106	142	177	214	248	283	354	570	710	1060
50	51	84	96	127	159	191	223	255	318	510	840	950
55	46	58	87	116	145	174	203	231	298	460	580	870
60	43	53	80	106	133	159	186	212	265	420	530	800
70	36	46	68	91	114	136	169	182	227	360	450	680
80	32	40	60	80	100	119	139	159	199	320	400	600
90	28	35	53	71	89	106	124	142	177	285	355	530
100	28	32	48	84	80	96	111	127	159	255	320	480
110	23	29	43	58	73	87	101	116	145	232	290	435
125	20	28	38	51	84	76	89	102	127	200	255	380
140	18	23	34	46	57	66	80	91	114	180	228	340
160	16	20	30	40	50	60	70	80	100	160	200	300
180	14	17	27	35	44	56	62	71	88	140	175	265
200	12	16	24	32	40	48	56	84	80	125	160	240
220	11.6	14	22	29	36	43	50	57	71	114	143	210
250	10.2	12.7	19	25	32	38	44	51	84	100	125	190
275	9.2	11.6	17	23	29	335	40	47	58	93	115	175
300	8.5	10.6	16	21	26	32	37	43	53	85	105	160
350	7.2	9.1	14	18	22	28	32	36	45	73	91	135
400	6.3	7.9	12	16	20	24	28	32	40	84	80	120

Fuente: Lobert Juez Scharkus, Prontuario de metales. 3ª. Edición.

Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.

Tabla VII. Lubricantes para el tallado de roscas en diferentes materiales

MATERIAL	LUBRICANTE
Acero de construcción	Taladrina, aceite de colza
Acero moldeado	Taladrina, aceite de colza
Acero de herramientas	Aceite de colza
Acero aleado de construcción	Trementina, petróleo
Fundición Gris	Aceite colza, petróleo, en seco
Fundición maleable	Taladrina, aceite de colza
Latón, bronce, cobre	Aceite de colza, en seco
Aluminio	Taladrina, petróleo, en seco
Duraluminio	Aceite de colza
Silumin	Taladrina, aceite colza, en seco
Electrón, magnesio	En seco

**Fuente: *Lobert Juez Scharkus*, Prontuario de metales. 3ª. Edición.
Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.**

Tabla VIII. Valores de orientación para velocidad de corte y avance en la fresadora

Anchura de fresa	100 mm				70mm				20mm			
	Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado	
Profundidad de corte	5mm		0.5mm		5mm		0.5mm		5mm		0.5mm	
	Vel. corte m/min	avan. Mm/mln	Vel. corte m/min	avance Mm/min	Vel. corte m/min	avance Mm/mln						
Acero sin alear	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40
Acero aleado leC.	14	80	18	50	14	90	18	55	14	80	18	30
Acero aleado bonif	10	50	14	36	10	55	14	42	12	50	14	25
Fundición gris	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40
Latón	35	70	35	50	36	190	55	150	36	150	5	75
Metal y acero	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100

Anchura de fresa	25mm				180mm				2.5mm	
	Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		Desbastado	
Profundida de corte	5mm		0.5mm		5mm		0.5mm		5mm	
	Vel. corte m/min	avan. Mm/min	Vel. corte m/min	avance Mm/min	Vel. corte m/min	avance Mm/min	Vel. corte m/min	avance Mm/min	Vel. corte m/min	avance mmlmin
Acero sin alear	17	50	22	120	20	65	30	50	45	50
Acero aleado rec.	15	40	19	100	16	36	23	40	35	40
Acero aleado bonif	13	20	17	65	14	20	18	30	25	30
Fundición gris	15	60	19	120	16	100	24	90	35	50
Latón	35	80	55	120	50	200	60	120	350	200
Metal y acero	160	90	180	120	250	250	300	90	320	180

Fuente: Lobert Juez Scharkus, Prontuario de metales. 3ª. Edición. Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.

Continuación

Material	Vel. Corte acero de herramientas	Avance mm/rev.							Medio de refrigeración y lubricación
		Velocidad de corte en m/min acero rápido de baja aleación							
		Diámetro de la broca en milímetros							
		5	10	15	20	25	30	35	
Acero hasta 390 N/mm ²	20	0.1	0.18	0.25	0.28	0.31	0.34	0.36	Taladrina o bien aceite de corte Y refrigerante
hasta 590 N/mm ²	14	13	16	20	23	26	28	29	
hasta 780 N/mm ²	10	0.07	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.25	
		12	14	16	18	21	23	24	
hasta 980 N/mm ²		8	10	13	15	17	18	19	
más de 980 N/mm ²		0.015-0.17 mm/rev							
		6-12 m/min							
Fundición gris hasta 180 N/mm ²	14	0.15	0.24	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	En seco o con taladrina abundante
hasta 22° N/mm ²	10	24	28	32	34	37	39	40	
		16	18	21	24	26	27	28	
hasta 290 N/mm ²	8	0.1	0.16	0.2	0.24	0.28	0.3	0.3	
		12	14	16	18	20	21	22	
Latón Hasta 390 N/mm ²	40	0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32	0.36	Taladrina o aceite mineral
		60-70 m/min							
hasta 590 N/mm ²	25	0.07	0.12	0.18	0.24	0.25	0.28	0.32	
		40-60 m/min							
Bronce hasta 290 N/mm ²	15	0.1	0.15	0.22	0.27	0.31	0.32	0.36	
		30-40 m/min							
hasta 690 N/mm ²	12	0.051	0.08	0.12	0.181	0.21	0.22	0.26	
		25-35 mlmin							
Aluminio teico	50	0.05	0.12	0.2	0.3	0.35	0.4	0.46	Taladrina o aceites de corte v refriaerante
		80-120 mlmin							
Aleaciones de aluminio	40	0.121	0.2	0.3	0.41	0.461	0.5	0.6	
		100-150 mlmin							
Aleaciones de I maonesio	80	0.151	0.2	0.3	0.381	0.41	0.45	0.5	En seco o aceites eseciales
		200-250 mlmin							
Materiales prensados no estratificados	15	0.04	0.05	0.07	0.1	0.12	0.15	0.17	Aire comprimido
		35-45 mlmin							

Fuente: **Lobert Juez Scharkus, Prontuario de metales. 3ª. Edición.**
Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1992.