



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

**MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE
RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER
DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Raúl Alexander Rivera Cortez

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE
RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER
DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RAÚL ALEXANDER RIVERA CORTEZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANA PARA CULATAS Y CARTER DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha octubre 2006.


Raúl Alexander Rivera Cortez

Guatemala, 17 de enero de 2,012.

Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela Ingeniería Mecánica
Presente.

Ingeniero Campos:

De manera atenta me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que se ha concluido con la asesoría del informe final del **Trabajo de Graduación** denominado: **MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**, elaborado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, Raúl Alexander Rivera Cortez.

El presente trabajo de investigación, cumple como los objetivos que dieron origen al mismo, por lo tanto me permito recomendar su aprobación.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 3,071
Asesor de trabajo de graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor del trabajo de graduación titulado, MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA del estudiante Raúl Alexander Rivera Cortez, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Humberto Pérez Rodríguez'.

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área



Guatemala, enero de 2012.

/behdei.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, del estudiante Raúl Alexander Rivera Cortez, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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

**Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR**



Guatemala, febrero de 2012

JCCP/beldei

Universidad de San Carlos
De Guatemala

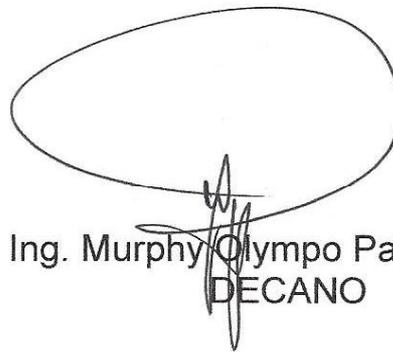


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.085.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MONTAJE, PUESTA EN OPERACIÓN Y GUÍA DE MANTENIMIENTO DE RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS PARA CULATAS Y CARTER DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**, presentado por el estudiante universitario **Raúl Alexander Rivera Cortez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, febrero de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ayudarme, mantenerme siempre fuerte ante las circunstancias y estar conmigo en los momentos que más lo necesito.
- Mis padres** Por su esfuerzo, dedicación y apoyo durante toda mi vida, ayudándome a alcanzar los éxitos que he cosechado.
- Mi esposa** Ivonne Del Carmen Carrera Ordoñez, por su amor, comprensión y apoyo, motivándome a alcanzar mis metas.
- Mi hija** Daniela Alejandra, por ser mi fuente de inspiración para seguir adelante superándome cada día.
- Mis hermanos** Dennis Fernando, Gerson Giovanni y Cristian José, por su apoyo incondicional en todo momento y que les sirva de ejemplo para que puedan realizar sus objetivos.
- Mis hermanas** Sindy Maricel, Josselyn Fernanda y Angie Azucena, por todo su cariño.

Mis abuelos

Arturo Rivera (q.e.p.d.), Filomena Cabrera (q.e.p.d.), Félix Cortez, Carlota Argueta, por sus sabios consejos y amor incondicional.

Mi familia

Tíos, tías primos y primas, por estar pendiente de mí en cada momento, en especial a Olga Morales, por brindarme su ayuda y apoyo durante mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Tecniservicios Rivera

Por haberme brindado la oportunidad de poder aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación como estudiante de Ingeniería Mecánica, en especial a sus propietarios y todo el personal que colaboró con mi persona para la realización del presente proyecto.

Mi asesor

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez, por su apoyo durante la realización de mi carrera universitaria, brindándome su amistad y asesoría.

Mis amigos y compañeros

En especial a Glender Eduardo Valenzuela, Miguel Albizures, y a todos los que compartieron conmigo gratos momentos.

La Universidad San Carlos de Guatemala

Por ser fuente de estudio y trabajo, siendo un lugar de gran importancia para mi persona.

La Facultad de Ingeniería

Por todos los conocimientos adquiridos para el desarrollo de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Descripción de las instalaciones de la empresa.....	1
1.1.1. Área de las instalaciones.....	1
1.1.2. Instalaciones	1
1.1.3. Departamentos de la empresa.....	2
1.1.3.1. Recepción y entrega.....	2
1.1.3.2. Limpieza e inspección	2
1.1.3.3. Área de rectificación de culatas.....	2
1.1.3.4. Área de rectificación de Carter de motor	3
1.1.3.5. Área de torno	5
1.1.3.6. Área de ajuste de motor	5
1.1.3.7. Área de rectificación de superficies planas de culatas y carter	5
1.1.3.8. Área de rectificación de bielas.....	5
1.1.3.9. Área de almacenamiento de motores y partes	6
1.1.3.10. Bodega de herramienta y repuesto	6
1.1.3.11. Oficina	6

1.1.4.	Servicios	7
1.1.5.	Maquinaria y equipo.....	7
1.2.	Ubicación del área de montaje de la rectificadora.....	8
1.3.	Descripción del proceso de rectificación	9
2.	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA RECTIFICADORA.....	11
2.1.	Especificaciones.....	11
2.2.	Partes	12
2.2.1.	Área de mesa de trabajo.....	13
2.2.2.	Área de corte	16
2.2.3.	Refrigeración.....	18
2.2.4.	Panel de control	19
2.2.5.	Accesorios.....	20
2.3.	Requerimientos	23
3.	MONTAJE.....	25
3.1.	Cimentación.....	25
3.1.1.	Criterios de cimentación.....	25
3.1.2.	Especificaciones de materiales para la cimentación.....	26
3.2.	Sistema eléctrico	28
3.2.1.	Partes del sistema de electricidad	30
3.3.	Agua y drenaje	32
4.	FUNCIONAMIENTO DE LA RECTIFICADORA.....	33
4.1.	Colocación de la pieza a rectificar.....	33
4.2.	Funcionamiento vertical y horizontal de la máquina.....	40
4.2.1.	Funcionamiento vertical de la mesa sujetadora.....	40
4.2.2.	Funcionamiento horizontal de la mesa de corte.....	41
4.3.	Corte.....	43

5. GUÍA DE MANTENIMIENTO.....	45
5.1. Seguridad.....	45
5.1.1. Instrucciones de seguridad.....	45
5.1.2. Equipo de protección personal.....	48
5.2. Lubricación.....	48
5.2.1. Instrucciones de lubricación.....	49
5.3. Refrigeración.....	50
5.4. Limpieza.....	52
5.5. Afilado de muelas de corte.....	52
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área de rectificación de superficies planas de culatas y cárter	9
2.	Partes generales de la máquina rectificadora	13
3.	Mecanismos de movimiento vertical de la mesa de trabajo	14
4.	Mesa de trabajo	15
5.	Mecanismo de cremallera de movimiento vertical.....	15
6.	Mesa y motor de corte	16
7.	Muela de corte	17
8.	Mecanismos eje longitudinal.....	17
9.	Tanque de agua.....	18
10.	Bomba de refrigerante	18
11.	Desagüe del tanque de refrigerante	19
12.	Panel de control.....	19
13.	Tornillo base de sujeción de piezas.....	20
14.	Barras de nivelación y sujeción	21
15.	Afilador de muelas	21
16.	Torre base barras de sujeción	22
17.	Comparador.....	22
18.	Bases de sujeción de piezas a rectificar	23
19.	Diagrama sistema eléctrico de rectificadora, 220/330 volts	29
20.	Diagrama convertidor rotativo.....	32
21.	Colocación de barra de sujeción	34
22.	Colocación de torres.....	34
23.	Colocación de base de sujeción de piezas.....	35

24.	Colocación de pieza sobre mesa de trabajo	36
25.	Colocación de pieza sobre mesa de trabajo II	36
26.	Toma de medida nivel "0" esquina superior izquierda	38
27.	Nivelación de pieza esquina inferior izquierda.....	38
28.	Nivelación de pieza esquina superior derecha	39
29.	Nivelación de pieza esquina inferior derecha	39
30.	Manivela manual de alimentación.....	41
31.	Guarda de protección mesa de sujeción	41
32.	Collarines de control automático de movimiento de la mesa de corte...	42
33.	Dial de alimentación	44
34.	Posición de afilador de muela	53

TABLAS

I.	Distribución de áreas en la empresa	8
II.	Especificaciones de máquina rectificadora.....	12
III.	Datos técnicos del concreto.....	28
IV.	Programa de mantenimiento para rectificadora de superficies planas ..	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H.P.	Caballos de fuerza
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
MPa	Mega pascales
mm	Milímetros
psi	Libras por pulgada cuadrada
ton/m³	Tonelada por metro cúbico

GLOSARIO

Biodegradable

Es el producto o sustancia que puede descomponerse en sus elementos químicos que los conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

Buril

Herramienta manual de corte o marcado formada por una barra de acero templado, terminada en una punta con un mango (instrumento) en forma de perno que sirve fundamentalmente para cortar, marcar, ranurar o desbastar material en frío.

Desbastar

Quitar las partes más duras o ásperas de un material que se va a trabajar.

Dial

Escala de medición utilizada para lograr la altura de corte necesaria de las piezas.

Grout

Mortero delgado utilizado para rellenar en mampostería.

Muela	Herramienta de corte y desbaste, que se compone de grano abrasivo ligado por medio de aglutinante.
Perno	Es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero . Está relacionada con el tornillo pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la tuerca o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura.
Rasqueta	Accesorio de forma similar a una lima triangular, con filo en sus tres extremos.
Rectificación	Proceso por el cual se modifica la forma o el tamaño de las piezas, para poder reutilizarlas con el fin de alargar su vida útil.
Refrigerante	Solución química que ayuda al enfriamiento de las piezas que están siendo rectificadas.
Torque	Momento de fuerza que es aplicada a un tornillo o perno para lograr la correcta sujeción de las piezas. El mismo se realiza con una llave especial que indica la magnitud a la cual debe estar el tornillo o perno.

Vástago

Parte larga de la válvula que va desde la cabeza hasta la chaveta del sombrero del resorte.

RESUMEN

Debido a la creciente demanda de la rectificación de motores a nivel nacional, por los altos costos de sustitución de piezas vitales, se ha aumentado el número de empresas dedicadas a este servicio, para lograr la disminución de costos e incrementar la vida útil de los mismos.

En la mayoría de casos se realiza el servicio al transporte pesado, ya que este es el que genera mayor demanda. La mayoría de empresas que se dedican a realizar trabajos de rectificación no cuentan con un estudio adecuado de ingeniería, para el apropiado montaje de la maquinaria, que por su desempeño y exactitud de medidas deben llevar una adecuada instalación.

Al no existir un adecuado montaje, esto genera vibraciones que producen imperfecciones en el acabado de las piezas y un inadecuado funcionamiento de la maquinaria.

El mantenimiento de estos equipos en los talleres es escaso y muchas veces no existe, por lo cual es necesario un plan adecuado. Con el objetivo de tener una guía para el mejoramiento de las condiciones de trabajo y seguridad en las empresas rectificadoras, se realizó el presente proyecto.

OBJETIVOS

General

Realizar montaje de una rectificadora de superficies planas marca K-wik way modelo 860 c, en una empresa de rectificación de motores de combustión interna, puesta en funcionamiento de la misma y realización de guía de mantenimiento.

Específicos

1. Definir los procedimientos adecuados para el montaje de la rectificadora de superficies planas.
2. Determinar el funcionamiento correcto en operación de la rectificadora de superficies planas.
3. Elaborar una guía de mantenimiento, adecuada para el personal encargado de la operación.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de rectificación de culatas y cárter, se ha encontrado la oportunidad de poder ampliar los servicios de rectificación en una empresa. Para que esta oportunidad sea rentable y además llene los requisitos necesarios de instalación y lineamientos, es necesario programar y desarrollar las bases y direcciones, para el correcto funcionamiento de la misma.

Es debido a esto que se hace un estudio, en el capítulo uno se desglosa la situación de la empresa a nivel de infraestructura, recursos y medios, en los cuales se va a poner en marcha la rectificadora.

Para poder realizar el montaje e instalación es necesario el conocimiento de las partes y el equipo de la máquina; en el segundo capítulo se detalla cada una de las partes de la rectificadora.

Para el montaje y puesta en funcionamiento de la rectificadora, se hizo necesaria la fundición de una cimentación adecuada, la cual se realizó con una plancha de concreto reforzada con hierro. En el sistema eléctrico se instaló un convertidor rotativo el cual generó una línea de 110 voltios adicionales a los 220 instalados en la empresa; para poder así tener los 330 voltios necesarios para el funcionamiento de la máquina.

En el capítulo cuatro, se describe el funcionamiento de la rectificadora. La colocación de las piezas y el proceso de cortes.

Una parte importante en la funcionalidad de la máquina es el mantenimiento de la misma ya que de este dependerá su vida útil y rentabilidad; en el capítulo cinco se describe y hace referencia a la lubricación, seguridad y protección personal que se debe tener presente a la hora de utilizar la máquina.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Descripción de las instalaciones de la empresa

La empresa se dedica a la reconstrucción de motores de combustión interna desde hace 20 años; los procesos que realizan son los de servicio general a culatas, rectificación de cilindros de block y cigüeñales, ajuste y rectificación de bancadas y todo lo relacionado con la readecuación de motores.

1.1.1. Área de las instalaciones

La empresa cuenta con un área de 200 metros cuadrados; con 10 metros de ancho por 20 metros de largo. Con una construcción de mamposterías de aproximadamente 180 metros cuadrados alrededor del local, y 120 metros cuadrados en el interior (ver tabla 1).

1.1.2. Instalaciones

La empresa tiene 12 departamentos o áreas de trabajo; los mismos están divididos por paredes de mampostería; los techos de las oficinas de concreto y los de las áreas de trabajo son de lámina con estructura de metal (costaneras) incrustadas en las columnas del inmueble; los pisos son de concreto de 10 cm de espesor en el área de trabajo y pisos de cemento en el área de oficinas.

La iluminación en el área de oficinas cuenta con luminarias incandescentes y en las áreas de trabajo se utilizan tubos fluorescentes.

1.1.3. Departamentos de la empresa

La empresa se divide en los siguientes departamentos:

1.1.3.1. Recepción y entrega

Se encuentra en la parte frontal del local; en esta parte se reciben y entregan las piezas que se van a rectificar o rectificadas, y se realiza la primera inspección de las mismas.

1.1.3.2. Limpieza e inspección

En esta área se eliminan todas las impurezas que vienen con las piezas por ejemplo aceite, grasa, óxido y tierra; esta limpieza se realiza en primer lugar con cepillos de alambre y rasquetas, para eliminar el óxido y el carbón en las piezas; luego se procede a un lavado en diesel, eliminando grasas y aceites impregnados; el diesel se elimina a través de agua a presión.

Luego de la limpieza se procede a la inspección de las piezas, a través de la observación y medición de las mismas; se determina el trabajo que se realizará a cada una o al cambio total de las mismas, cuando no cumplen las características mínimas para poder ser rectificadas.

1.1.3.3. Área de rectificación de culatas

Después de la inspección de las culatas estas pasan al área de rectificado, en donde se realizan los procesos de rectificación en asientos, válvulas, guías, inspección de resortes y sombreros de válvula.

Las culatas son desarmadas en el área de limpieza, luego pasan al área donde la persona encargada de las mismas examina cuidadosamente cada una de las válvulas, verificando que las mismas no se encuentren deformadas o desgastadas en los vástagos; como siguiente paso se procede a la rectificación de los ángulos de la válvula o al cambio de las mismas cuando no cumplen los requerimientos de funcionamiento.

Se continúa con la inspección de los asientos y guías de la culata. En los asientos se verifica que estos no se encuentren flojos o desajustados y la altura de los mismos, ya que si están por debajo de la medida mínima de trabajo se deberán cambiar, si cumplen con la medida se proceden a rectificar, luego se verifica la holgura entre la guía y la válvula, ya que si es muy grande se deberá de cambiar la guía, se inspeccionan los resortes y sombreros de válvula, verificando que tengan la presión y fuerza necesaria para trabajar.

Al terminar, se procede al armado de la culata y verificación de ajuste de la misma; luego, si es necesario, se pasará al área de rectificación de superficie o al área de entrega.

1.1.3.4. Área de rectificación de carter de motor

En el área se procede a la medición de los cilindros, determinando la medida a la que se encuentran: estándar si no se ha rectificado con anterioridad o a una medida ya rectificada. Si ya ha superado las medidas permitidas por el fabricante, se determina si es desechado o puede ser encamisado.

El encamisado es el proceso en el cual se coloca un cilindro de acero de un grosor determinado para aumentar la pared del cilindro, y así llevarlo nuevamente a una medida estándar para poder seguir trabajando.

Si el cilindro ha sido encamisado con anterioridad, se extrae la camisa usada y se coloca una nueva.

Luego de determinar el procedimiento a seguir, se realiza el rectificado del cilindro a través de una máquina rectificadora en tres pasos (cortes) el primero sirve para nivelar el desgaste causado por el uso, el segundo da la circunferencia ya que en muchos casos estos se ovalan por el desgaste y en el tercero, se le da la medida necesaria que llevará, dependiendo del repuesto que se encuentre en el mercado y del pedido hecho por el cliente.

En algunos casos, cuando el desgaste es demasiado, se realizan cuatro cortes; esto dependerá del diámetro que se va a rectificar para no sobrecalentar la máquina.

Cuando se utiliza una camisa se realizan los cortes en el interior del cilindro a la medida del diámetro exterior de la camisa de acero, dejando un apriete necesario para que no se salga o se rompa; este apriete va a depender de la calidad de la camisa o la especificación del fabricante; luego se procede a la colocación de la camisa a través de una prensa hidráulica, y después se corta el interior de la camisa con el procedimiento indicado anteriormente.

Al finalizar se pule el cilindro con una máquina especial para un mejor acabado y exactitud en la medida. Dependiendo del trabajo que va a realizarse, se pasa al área respectiva.

1.1.3.5. Área de torno

En esta área se realizan piezas o trabajos especiales.

1.1.3.6. Área de ajuste de motor

Se realizan los últimos detalles de la reconstrucción de las piezas, se hacen cambios de cojinetes de ejes de levas, ajuste de cigüeñal, el cual consiste en el cambio de los cojinetes de bancada, verificación de rotación libre de cigüeñal con el torque determinado de los tornillos de las tapaderas de bancada y la holgura necesaria para la lubricación. Además, se realiza la calibración de las válvulas de culata.

1.1.3.7. Área de rectificación de superficies planas de culatas y carter

En esta área se instalará la rectificadora de superficies planas; después de la inspección respectiva se determina si las piezas deben ser rectificadas ya sea por desgaste, ralladura, quema de empaque, o porque la culata se encuentre deformada y se pueda reparar a través de la rectificación de su superficie; debe verificarse la altura de la pieza, ya que si dicha altura no es suficiente, no puede ser rectificada, pues otras piezas que se ensamblen puede que no tengan la holgura o distancia necesaria para trabajar.

1.1.3.8. Área de rectificación de bielas

El trabajo que se realiza consiste en determinar la resistencia, forma, diámetro y cojinete de la biela. Primero se verifica que no se encuentre dañada por golpe, desgaste o fractura.

Posteriormente, al encontrarse alineada y que no haya perdido su forma, se rectifica el diámetro, teniendo en cuenta los límites del fabricante, se examina el cojinete de cigüeñal; si se rectificó el cigüeñal se debe cambiar el cojinete a la medida de rectificación del mismo; también se debe examinar el cojinete del pasador del pistón, si existe desgaste o fractura deberá cambiarse; por último, se verifica con el torque necesario, la separación existente entre la biela y el cigüeñal; el mismo deberá ser el especificado por el fabricante.

1.1.3.9. Área de almacenamiento de motores y partes

En esta se almacenan los motores que se han trabajado y no han sido entregados, así como también los que se encuentran a la espera de ser rectificadas ya sea por falta de repuesto, orden del cliente o por prioridad.

1.1.3.10. Bodega de herramienta y repuesto

En este espacio se almacena el repuesto de los motores que se van a rectificar así como también parte de la herramienta que se utiliza en ocasiones especiales, como también repuestos para las diferentes máquinas como buriles, muelas y otros accesorios.

1.1.3.11. Oficina

Aquí se encuentra la parte administrativa de la empresa, que corresponde al área destinada para atención al cliente, como también la coordinación del trabajo que se va a realizar.

1.1.4. Servicios

Estos son requerimientos necesarios para el adecuado funcionamiento del equipo, entre ellos se tienen:

- Energía eléctrica: en la empresa se tienen instalados los voltajes de 110 y 220, proporcionados por la empresa eléctrica guatemalteca sociedad anónima.
- Agua potable y drenaje: es proporcionado por la municipalidad de Guatemala.
- Aire comprimido: es generado por compresores de pistón de doble cilindro, a una presión máxima de trabajo de 140 PSI (libras por pulgada cuadrada).

1.1.5. Maquinaria y equipo

La empresa cuenta con lo siguiente:

- Torno
- Dos máquinas rectificadoras de válvulas y asientos
- Máquina rectificadora de bielas
- Dos compresores de aire comprimido
- Equipo de soldadura oxiacetilénica
- Máquina de soldadura eléctrica
- Prensa hidráulica
- Máquina pulidora de cilindros de cárter
- Pistola de rectificación de asientos de culatas

1.2 Ubicación del área del montaje de la rectificadora

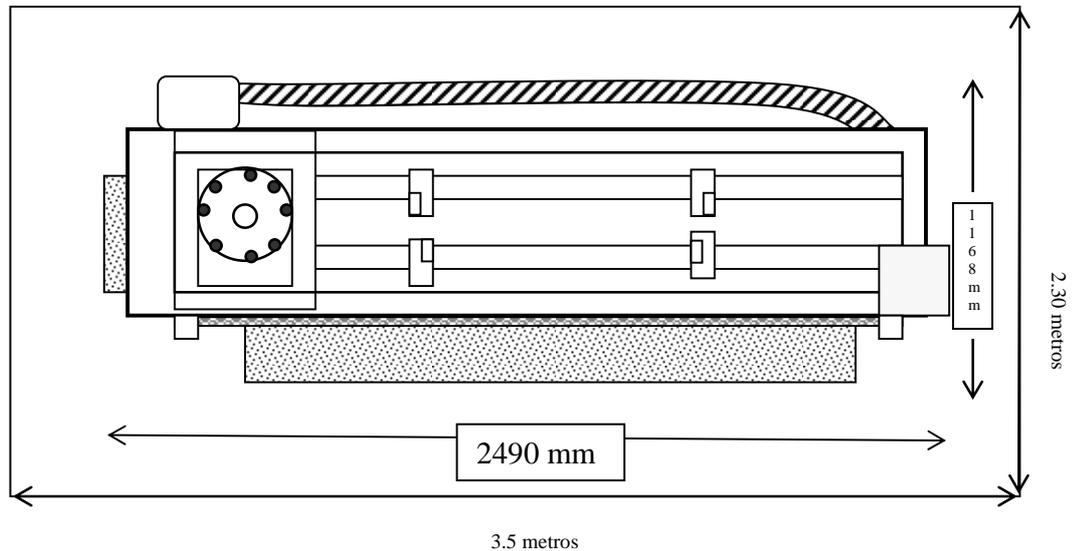
La rectificadora de superficies planas se va a montar en un área de 2.50 metros de ancho por 3.50 metros de largo; la ubicación de cada uno de los departamentos de la empresa se incluyen en la figura 1; en la misma se muestra el lugar en el cual se va a instalar la rectificadora de superficies planas, como se puede observar en la plantilla.

Tabla I. **Distribución de áreas en la empresa**

Baño y vestidores	Área de rectificación de bielas	Bodega de repuesto y herramientas	
Área de ajuste		Baño	Oficina
Área de rectificación de cilindros del cárter del motor	Área de rectificación de culatas		
Área de motores y partes	Área de rectificación de superficies planas de culata y cárter	Área de torno	
Limpieza e inspección		Recepción y entrega	

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Área de rectificación de superficies planas de culatas y cárter



Fuente: elaboración propia.

1.3. Descripción del proceso de rectificación

La primera parte para el proceso de rectificación consiste en la inspección y medición de las piezas; luego de haber finalizado la evaluación, se realiza el siguiente procedimiento:

- Colocación de la pieza: esta se acopla en la máquina rectificadora utilizando los accesorios proporcionados por el fabricante, para las diversas formas y tamaños de las piezas.
- Nivelación de la pieza: es de gran importancia para la correcta rectificación; esta se hace a través de un nivel especial proporcionado por el fabricante del equipo.

- Medición del desbaste: el tamaño del rectificado que se va realizar será determinado según los manuales respectivos de cada una de las piezas (según fabricantes de las diferentes marcas), después se procede a calcular las alturas necesarias que deben reducirse para optimizar la vida útil de la pieza.
- Se procede a rectificar la pieza realizando los cortes necesarios para lograr la medida requerida, según manuales de los diferentes fabricantes, siempre teniendo en cuenta la inspección para cada uno de los cortes.
- Inspección final de la pieza: esta es la última fase del proceso de rectificado en la cual se garantiza el trabajo realizado.

2. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA RECTIFICADORA

La máquina rectificadora para cárter y culatas de motores de combustión interna es una pieza fundamental para las empresas de reconstrucción de motores, ya que sin ella el proceso de reconstrucción total de los motores no se completaría de acuerdo con las demandas de los clientes, provocando una pérdida económica para el negocio.

Esta fue comprada de segundo uso; con anterioridad se utilizó en otra empresa de reconstrucción en Guatemala; la mayoría de piezas se encuentran en buen estado, pero debido a la falta de mantenimiento, algunas están deterioradas.

Es necesaria la readecuación de algunos accesorios para que puedan ser utilizados sin ningún inconveniente.

La máquina que se va a montar es una rectificadora de superficies planas marca *K-wik way*, modelo 860, con las siguientes características:

2.1. Especificaciones

Las especificaciones están dadas por el manual del fabricante, realizando un resumen en la tabla II.

Tabla II. **Especificaciones de máquina rectificadora**

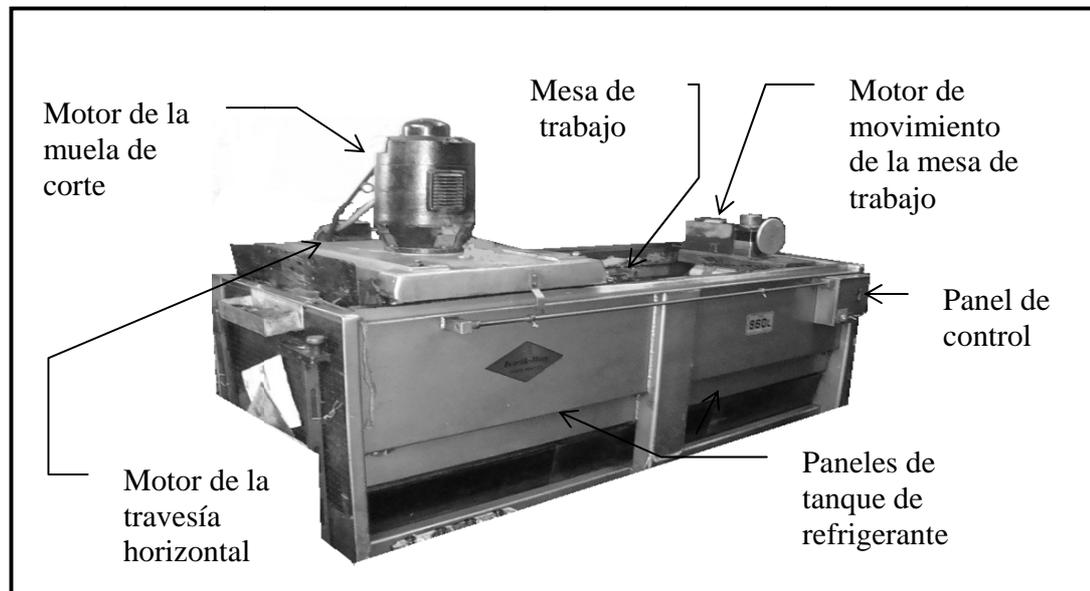
Descripción	Medidas Sistema Inglés	Medidas Sistema Internacional
Capacidad de trabajo, longitud	50 pulgadas	1.270 milímetros
Capacidad de trabajo, ancho	15.5 pulgadas	393.7 milímetros
Altura de trabajo máxima	27 pulgadas	685.8 milímetros
Área de la mesa de trabajo	77 x 13 pulgadas	1956 x 330 milímetros
Desplazamiento de la rueda	54.5 pulgadas	1384 milímetros
Rectificado de la rueda	16 x 3 pulgadas	406.4 x 76.2 milímetros
Motor de la rueda	7.5 H.P.	5.6 kilowatts
Motor desplazamiento horizontal	0.10 H.P.	0.075 kilowatts
Motor desplazamiento vertical	0.5 H.P.	0.375 kilowatts
Motor bomba refrigerante	0.10 H.P.	0.075 kilowatts
Capacidad tanque refrigerante	40 galones	151 litros
Altura total	64 pulgadas	1626 milímetros
Longitud total	98 pulgadas	2490 milímetros
Ancho total	46 pulgadas	1168 milímetros
Peso	4510 libras	2046 kilogramos

Fuente: KWIK-WAY MODEL 860. Surface grinder part list. p.3.

2.2. Partes

La máquina cuenta con diferentes piezas y accesorios; los mismos están montados en un bastidor de hierro colado de dimensiones de 2 490 milímetros de largo, 1 626 milímetros de alto y 1 168 de ancho, divididos en las siguientes superficies de trabajo (ver figura 2).

Figura 2. Partes generales de la máquina rectificadora



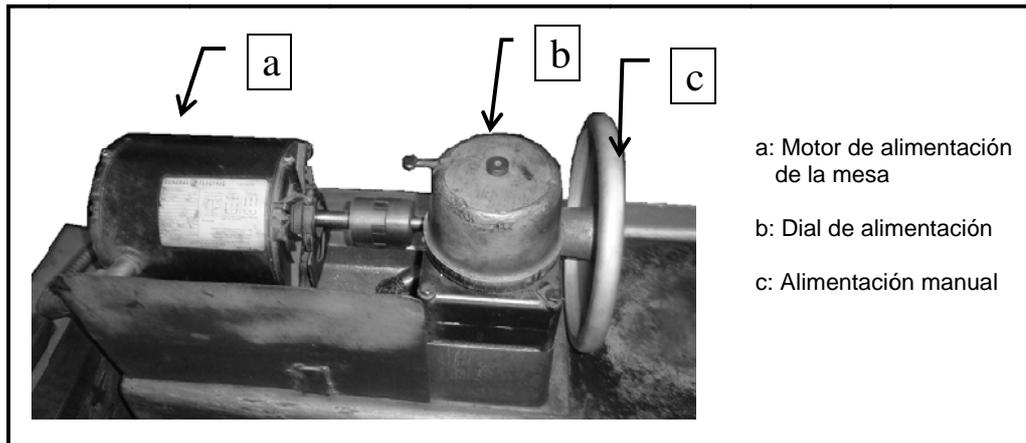
Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.2.1. Área de mesa de trabajo

- Motor de alimentación de la mesa: es el que genera el movimiento vertical a la mesa de trabajo de forma automática.
- Dial de alimentación: es el mecanismo que indica la longitud del movimiento de la mesa de trabajo.
- Alimentación manual: este es el mecanismo a través del cual se mueve la mesa de trabajo en forma mecánica (ver figuras 3, 4 y 5).

- Mesa de trabajo: es la superficie en la cual se colocan las piezas que se van a trabajar.
- Cremalleras de movimiento vertical: elementos mecánicos a través de los cuales se traslada la mesa de trabajo.

Figura 3. **Mecanismos de movimiento vertical de la mesa de trabajo**



Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 4. **Mesa de trabajo**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 5. **Mecanismo de cremallera de movimiento vertical**

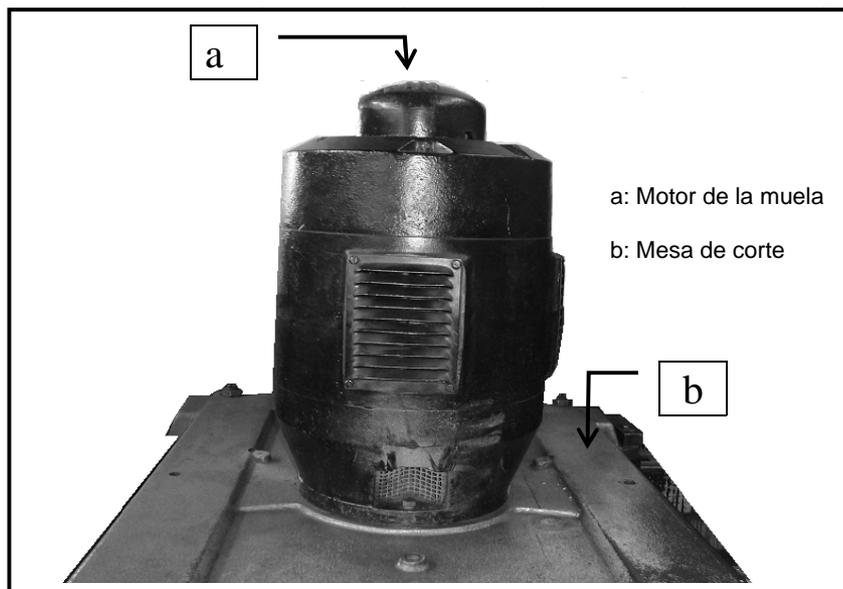


Fuente: elaboración propia. fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.2.2. Área de corte

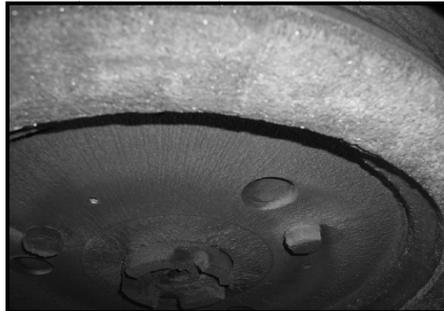
- Mesa de corte: es la superficie en la cual van montados el motor de la muela, el motor de movimiento transversal y la muela de corte.
- Motor de muela: es el motor más grande de la máquina; funciona con un voltaje de 330 voltios y tiene una potencia de 7.5 H.P.

Figura 6. **Mesa y motor de corte**



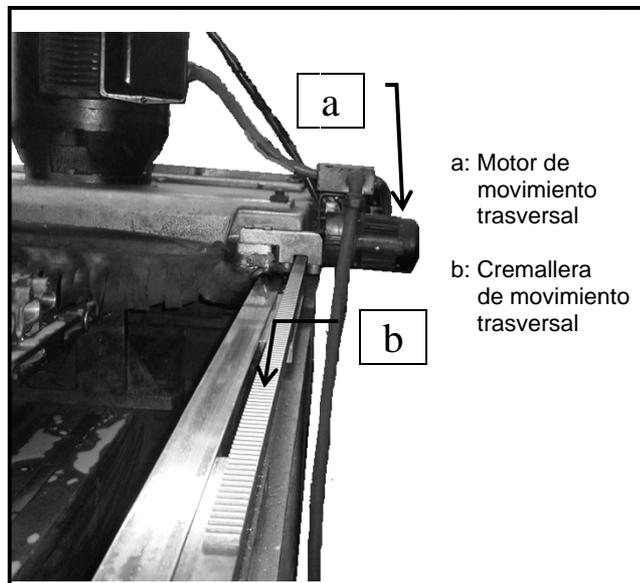
Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 7. **Muela de corte**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 8. **Mecanismos eje longitudinal**



Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.2.3. Refrigeración

El sistema de refrigeración (enfriamiento de las piezas de corte) está integrado por un tanque de agua mezclada con aceite refrigerante, bomba de 0.10 H.P. de potencia y drenaje.

Figura 9. **Tanque de agua**



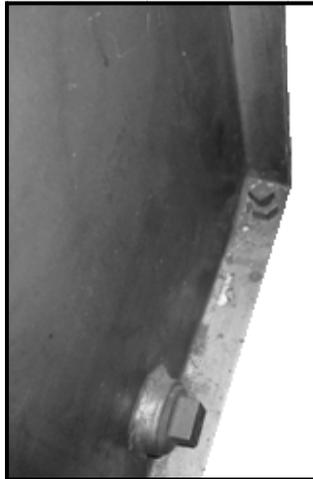
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 10. **Bomba de refrigerante**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 11. **Desagüe del tanque de refrigerante**

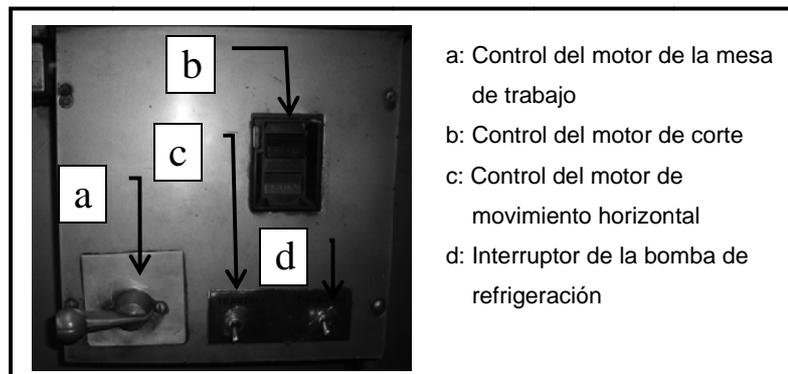


Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.2.4. **Panel de control**

Es el centro de mando de la rectificadora se encuentran los interruptores de los motores de la máquina.

Figura 12. **Panel de control**



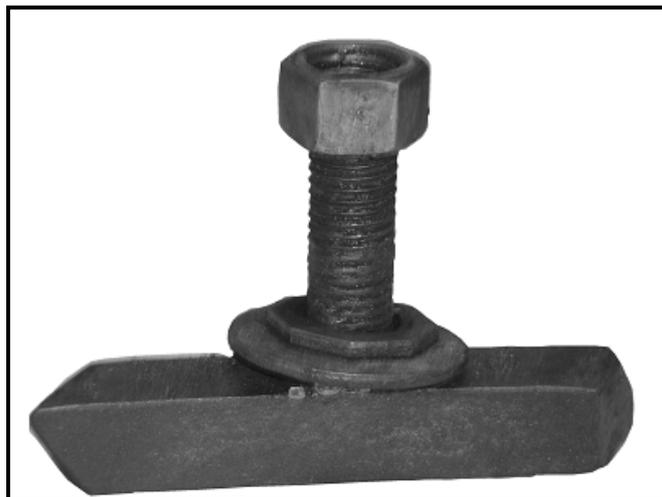
Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.2.5. Accesorios

Entre sus funciones están las de sujeción de las piezas que se van a rectificar, nivelación de las mismas y afilación de muelas; pueden citarse los siguientes:

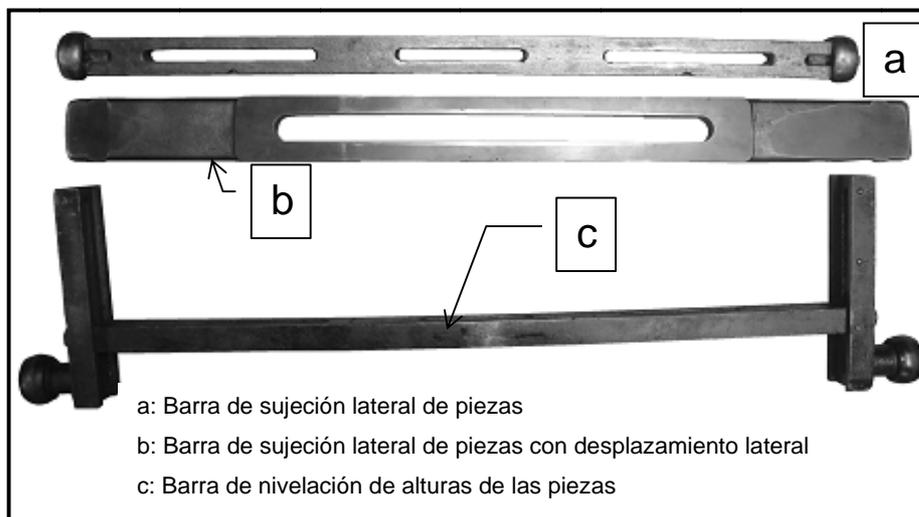
- Tornillo base de fijación de piezas a la mesa de trabajo
- Barra de sujeción lateral de piezas
- Barra de sujeción lateral de piezas con desplazamiento lateral
- Barra de nivelación de alturas de las piezas
- Afilador de muelas
- Torre base de las barras de sujeción lateral
- Comparador de alturas
- Bases de sujeción de las piezas

Figura 13. **Tornillo base de sujeción de piezas**



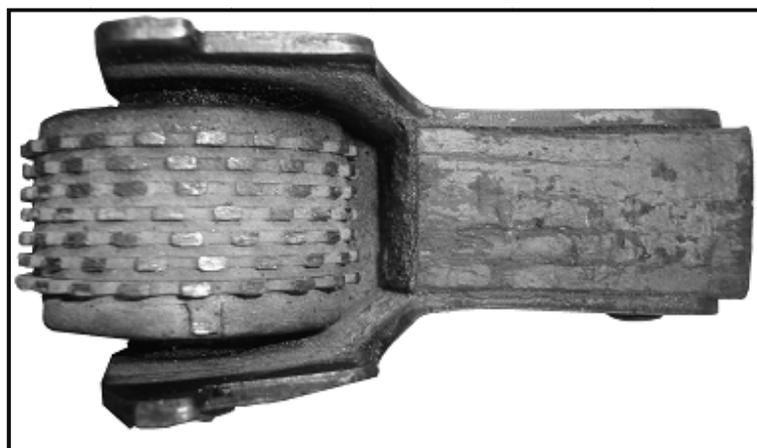
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 14. **Barras de nivelación y sujeción**



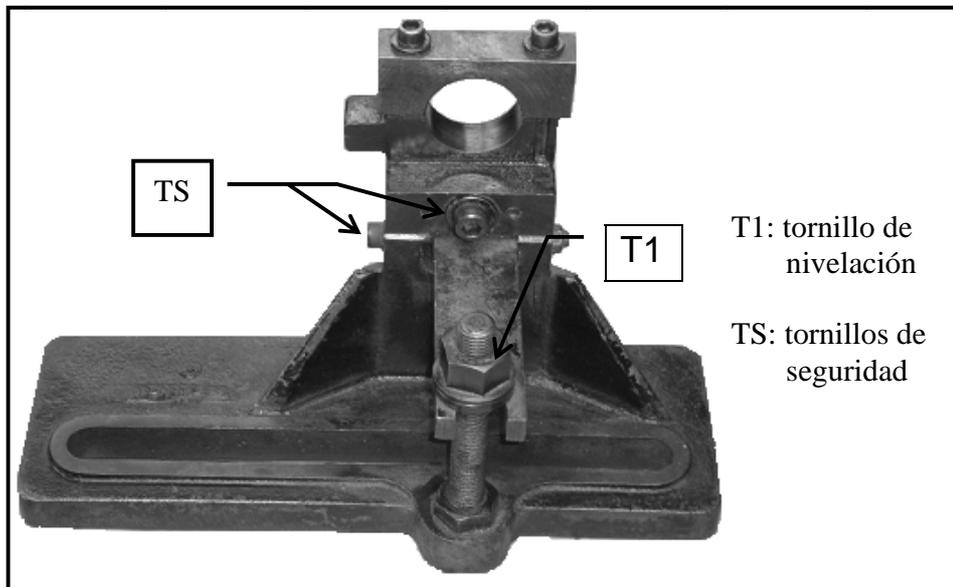
Fuente: elaboración propia. Fotografía adaptada para la colocación de las partes, tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 15. **Afilador de muelas**



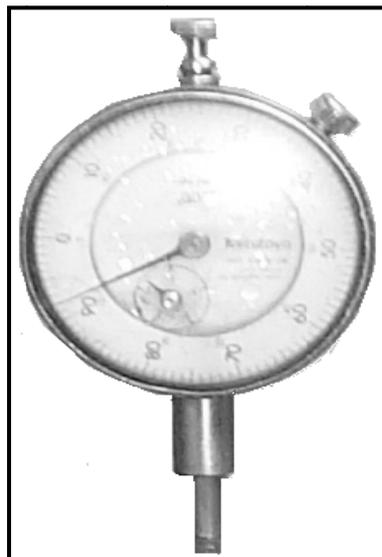
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 16. Torre base barras de sujeción



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 17. Comparador



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 18. **Bases de sujeción de piezas a rectificar**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

2.3. **Requerimientos**

Los requerimientos necesarios para el montaje de la rectificadora son:

- **Cimentación:** una base sólida en la cual se va a colocar la máquina para que no cree desnivel y no produzca errores en las medidas de corte de la pieza que se esté rectificando.
- **Sistema eléctrico:** los voltajes necesarios para el funcionamiento de la rectificadora son 220 voltios y de 330 voltios; este último no está instalado en la empresa, por lo cual se tiene que realizar una instalación adecuada para poder tener este voltaje.

- Agua: se utilizará combinada con aceite refrigerante, para enfriar las piezas que se estén rectificando; además, para la limpieza y mantenimiento de las piezas, herramientas y accesorios.
- Drenaje: es necesario un drenaje para eliminar el refrigerante cuando haya terminado su vida útil; como acción previa a haber realizado una condensación, limpieza de sólidos y partículas en el mismo.

3. MONTAJE

3.1. Cimentación

Es la base fundamental del montaje ya que de esta dependerá la correcta nivelación y funcionamiento de la rectificadora. Por el trabajo que se realizará es indispensable poder posicionar la máquina en una superficie sólida que no cree imperfecciones o malos maquinados a las piezas que se trabajen.

El fabricante debe de proporcionar, los pesos y dimensiones del equipo contenido en el patín, así como sus principales características; se debe solicitar que los patines vengan balanceados tanto para los elementos mecánicos estáticos como para los dinámicos, la localización de las anclas y los diámetros necesarios de estas.

3.1.1. Criterios para la cimentación

- Las cimentaciones de los equipos se deben diseñar evitando transmitir al terreno esfuerzos superiores a su capacidad de carga.
- La cimentación será a base de un bloque monolítico de concreto reforzado, con pendiente mínima al centro del claro del 1%, para evitar encharcamientos; con las dimensiones necesarias para alojar todo el patín, por lo que la forma y dimensiones totales de este definirán la forma y dimensiones de la cimentación, siempre y cuando el patín sea proporcionado debidamente balanceado.

- De acuerdo con los planos aprobados del fabricante de los equipos, la cimentación, debe contener las anclas en su posición exacta, previéndose el atezamiento y rigidización del patín para su montaje de acuerdo con su diseño.
- Se debe utilizar un grout nivelador de al menos 25 mm de espesor, en la transición entre el patín y la base de concreto.
- La cimentación del equipo debe ser mayor o igual al 80% de profundidad, a nivel del terreno natural.

3.1.2. Especificaciones de materiales para la cimentación

- El concreto debe tener en estado fresco, un peso volumétrico superior a 2,2 ton/m³.
- La resistencia del concreto para las cimentaciones de la máquina debe ser $f'c = 24,517 \text{ MPa}$ (250 kg/cm²) o mayor, si lo especifica el diseño.
- Carga pasiva: es el peso de los diferentes componentes y partes de la rectificadora, los cuales son aproximadamente de 2,046 kg.
- Carga activa: esta se calcula como la sumatoria de las diferentes cargas que estarán interactuando con la rectificadora, como por ejemplo: partes y piezas a rectificar, herramienta de trabajo, polipastos, grúas y operarios.

- Carga total: esta es la sumatoria de las cargas activas y pasivas que actúan con la maquinaria.

De esa cuenta se supone que la carga activa será aproximadamente 20% de la carga pasiva, como máximo.

Carga total=1.2 de la carga pasiva

Carga total=1.2 X 2,046 kg = 2,455.2 kg.

$P_c = \text{Carga a utilizar} = \text{factor de seguridad} \times \text{carga total}$

Tomando un factor de seguridad igual 1.5 se tiene que:

$P_c = 1.5 \times 2,455.2 \text{ kg.} = 3,683 \text{ kg.}$

La cimentación se realizó con concreto premezclado con las siguientes características:

- Compuesto de arena caliza, piedrín y cemento uniformemente graduados y proporcionados, aplicando las normas ASTM para su selección y dosificación. Con resistencia de 4,000 psi (280 Kg/cm²) a la compresión y tamaño máximo del agregado: 0.5 pulgadas (ver tabla III).
- La plancha de cimentación cuenta con un reforzamiento de hierro de ½ pulgada.

- El volumen de cimentación es de 2.30 metros ancho por 3.5 metros de largo, con un espesor de 25 centímetros.

Tabla III. **Datos técnicos del concreto**

DESCRIPCIÓN	NORMATIVA EMPLEADA	VALOR
Resistencia a la compresión	ASTM C39	4000 psi a los 28 días [280 kg/cm ²]
Tamaño máximo del agregado		1/2 pulgada (12.7 milímetros)
Peso volumétrico (sin agregado de agua)		2100 kg por m ³
Dosificación de agua		5.5 litros por cada 50Kg
Mezclado	ASTM C94	A mano
Contenido de aire	ASTM C231	Menor del 3%

Fuente: <http://www.cempro.com/main.php>. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2011].

3.2. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de la máquina se representa en la figura 19.

3.2.1. Partes del sistema de electricidad

A continuación se describe la parte a la que corresponde cada numeral, que aparece en el diagrama anterior:

- (1) Tuerca hexagonal final de 0.25 de pulgada
- (2) Arandela de seguridad
- (3) Interruptor de reversa
- (4) Interruptor de palanca
- (5) Terminal
- (6) Terminal
- (7) Bomba 115 volts
- (8) Cable calibre 16 SJO
- (9) Puente de 4 pulgadas con cable calibre 16
- (10) Cable negro calibre 14
- (11) Cable azul calibre 14
- (12) Cable purpura calibre 14
- (13) Cable rojo calibre 14
- (14) Cable blanco calibre 14
- (15) Cable amarillo calibre 14
- (16) Cable café calibre 14
- (17) Cable blanco calibre 10
- (18) Cable rojo calibre 10
- (19) Cable amarillo calibre 10
- (20) Fusible 330 volts
- (21) Capacitor 10 mfd370 vac
- (22) Motor de engranajes travesía horizontal
- (23) Motor de rueda de corte
- (24) Interruptor de la mesa de trabajo

- (25) Interruptor final
- (26) Bloque de terminales
- (27) Interruptor de apagado y encendido
- (28) Transformador
- (29) Conducto de la caja de conexiones
- (30) Caja de terminales
- (31) Caja de control
- (32) Motor de elevación de la mesa de trabajo

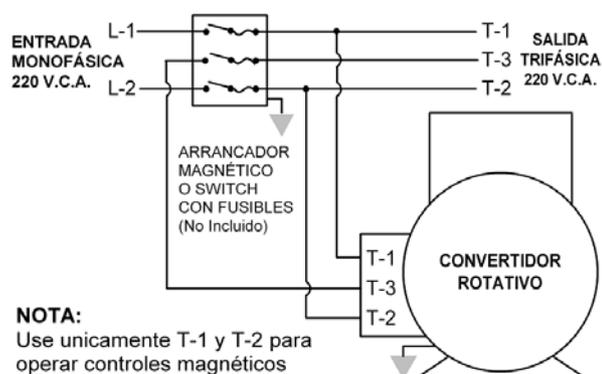
El sistema de funcionamiento de la máquina es de 220 y de 330 voltios, ya que solo está instalado el voltaje de 220, y la empresa eléctrica de Guatemala no puede proporcionar este servicio, debido a que los transformadores necesarios para la distribución se encuentran fuera del alcance de la empresa y para prestar el servicio significarían un elevado costo; por tanto es necesaria la instalación de un equipo adecuado que cubra la demanda sin incurrir en altos costo de instalación y mantenimiento.

El equipo sugerido para esta demanda es el convertidor de fase rotativo, el cual a través de un motor eléctrico de 220 voltios convierte una fase extra de 110 voltios, formando así los 330 voltios necesarios para la rectificadora; este convertidor es de fácil instalación y no requiere de un manteniendo constante.

El convertidor rotativo tiene las siguientes características: 220 voltios, 7.5 kilowatt, $n_1=1710$, $n_2=115$, 30 amperios y 60 hertz.

El diagrama de generación se muestra en la figura 20.

Figura 20. Diagrama convertidor rotativo



Fuente:<http://www.phase-a-matic-es.com> [Fecha de consulta: 21 junio de 2011].

3.3. Agua y drenaje

Los sistemas de agua y de drenaje, son proporcionados por la empresa municipal de agua de Guatemala y se procede de la siguiente manera:

- Agua: esta se cambia al igual que el refrigerante una vez por semana, a través de uso de recipientes de alimentación (llenado manual), debido a que la cantidad de agua necesaria no supera los 40 galones; no es necesaria una instalación particular de agua ya que la misma traería un costo extra.
- Drenaje: el lubricante biodegradable es dejado en reposo durante una semana para que sean separados los sedimentos del líquido; posteriormente, debe filtrarse por medio del principio de las densidades para eliminar los sólidos y residuos de corte, para después verterlo en el drenaje municipal.

4. FUNCIONAMIENTO DE LA RECTIFICADORA

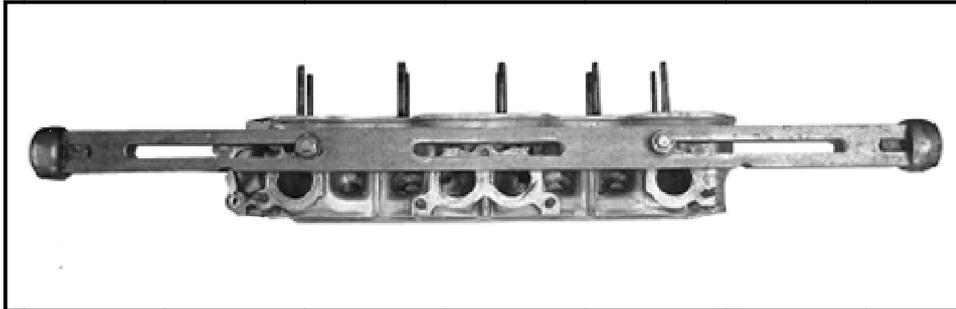
4.1. Colocación de la pieza a rectificar

La colocación de los carters y culatas que se van a rectificar, van a depender de su forma; para la sujeción de dichas piezas se incluyen entre los accesorios, pernos y barras de fijación en diferentes posiciones, que se acoplan a la mesa de trabajo.

Para la colocación de las piezas más comunes se tienen los siguientes lineamientos:

- Debe de limpiarse la pieza eliminando todo tipo de suciedad e impurezas como óxido, polvo, carbón y otros elementos que estén adheridos;
- Limar ligeramente la superficie de los agujeros para tener una superficie plana donde colocar los tornillos de la barra de sujeción;
- Colocar la barra de sujeción como se muestra en la figura 21

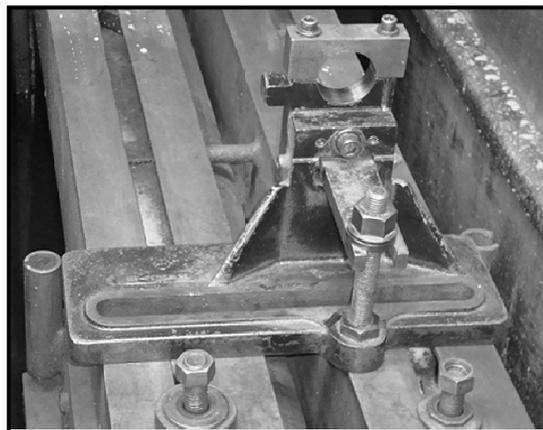
Figura 21. **Colocación de barra de sujeción**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

- Colocar la mesa de corte en el lado izquierdo de la máquina;
- Montar en la mesa de trabajo las torres base, alineando y centrándolas correctamente, utilizando los tornillos de sujeción con sus respectivas arandelas y tuercas, proporcionadas por el fabricante (ver figura 22);

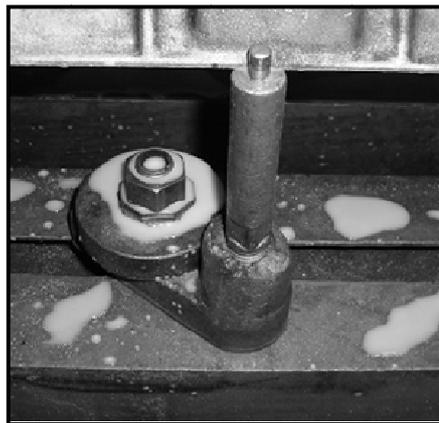
Figura 22. **Colocación de torres**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

- Desplazar la mesa de corte al lado derecho de la mesa, colocar la torre derecha de sujeción utilizando los accesorios proporcionados y llevar la mesa al extremo izquierdo de máquina;
- Seleccionar las bases de sujeción de la pieza que se va a rectificar, las cuales son necesarias para la nivelación; se colocan en la mesa de trabajo utilizando los tornillos respectivos de sujeción de la base (ver ejemplo figura 23);

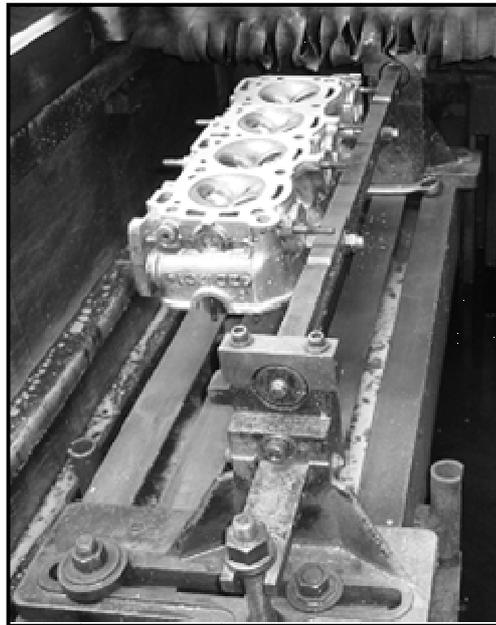
Figura 23. **Colocación de base de sujeción de piezas**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

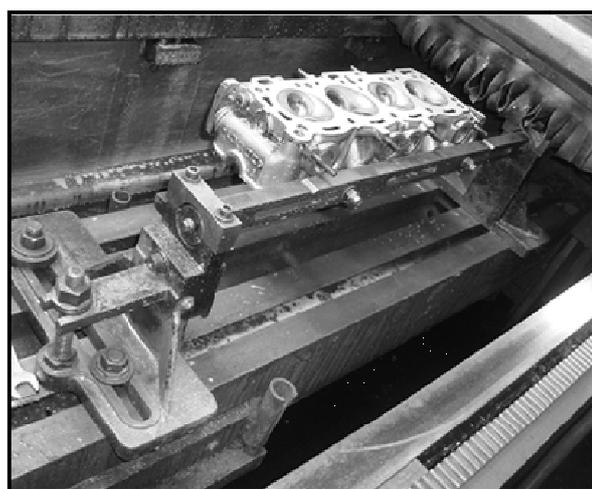
- Colocar la pieza con la barra de sujeción sobre la torres, asegurar la pieza apretando los tornillos de las torres, teniendo en cuenta que el tornillo de nivelación (T1) mostrado en la figura 17 se encuentre libre (ver figuras 24 y 25).

Figura 24. **Colocación de pieza sobre mesa de trabajo**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 25. **Colocación de pieza sobre mesa de trabajo II.**



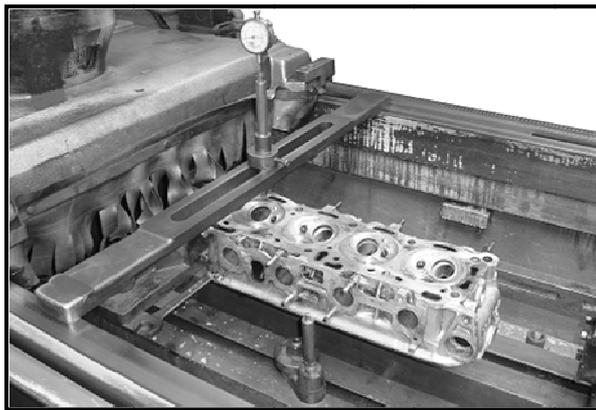
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera

Procedimiento:

- Si es posible, deben seleccionarse los agujeros de las esquinas, para centrar la pieza que se va a trabajar;
- Se aseguran y ajustan todos los tornillos de sujeción en la mesa de trabajo, tanto de las torres como la de las barras de sujeción;
- La barra de nivel, debe colocarse con el comparador de alturas en la esquina superior izquierda, y se toma la medición como punto cero para la nivelación de la pieza que se va a rectificar (ver figura 26);
- Se coloca el comparador sobre la esquina inferior izquierda; con la lectura del mismo se procede a nivelar la pieza, subiendo o bajando la base de sujeción (ver figura 27);
- Luego se coloca el comparador en la esquina superior derecha de la pieza de trabajo, y se procede a nivelar la pieza bajando o subiendo la barra de sujeción por medio del tornillo T1 (ver figuras 16 y 28);
- Con el comparador colocado en la esquina inferior derecha, se continúa con la nivelación, subiendo o bajando la base de sujeción, como se muestra en la figura 29;
- Se repiten estos procesos hasta que la pieza esté totalmente nivelada;
- Al finalizar la nivelación, se asegura la pieza apretando los tornillos de seguridad de la torre (TS) mostrados en la figura 16;

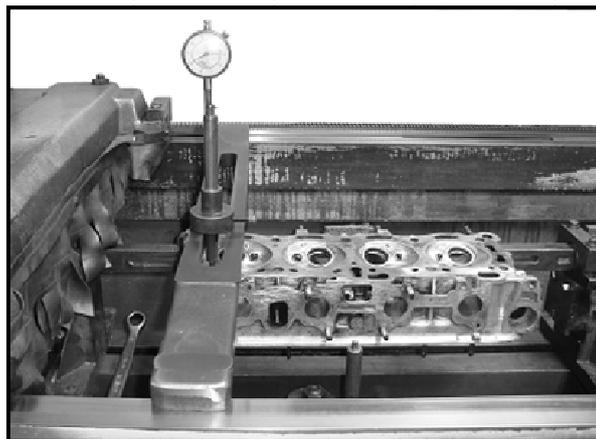
- Para, finalizar se debe asegurar que todas las piezas estén en su posición, con las roldanas y tornillos apretados.

Figura 26. **Toma de medida nivel “0” esquina superior izquierda**



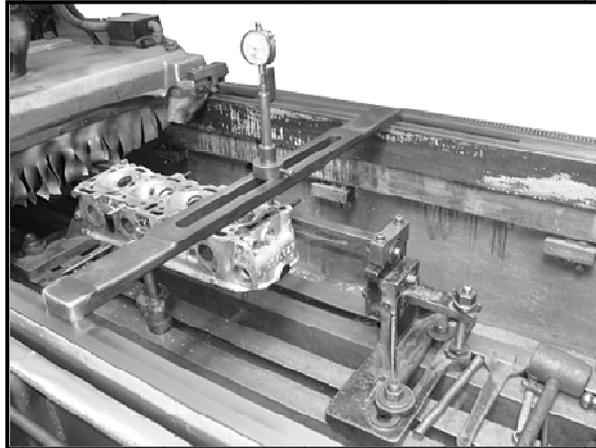
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 27. **Nivelación de pieza esquina inferior izquierda**



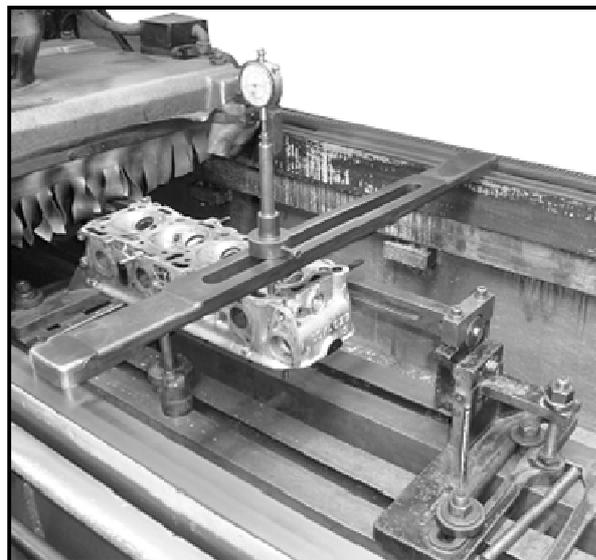
Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 28. **Nivelación de pieza esquina superior derecha**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 29. **Nivelación de pieza esquina inferior derecha**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera

4.2. Funcionamiento vertical y horizontal de la máquina

El movimiento vertical de la máquina se utilizará para colocar las piezas que se van a trabajar y además para dar la alimentación necesaria; para realizar el corte de rectificación, con el horizontal se realiza el corte a través de toda la pieza.

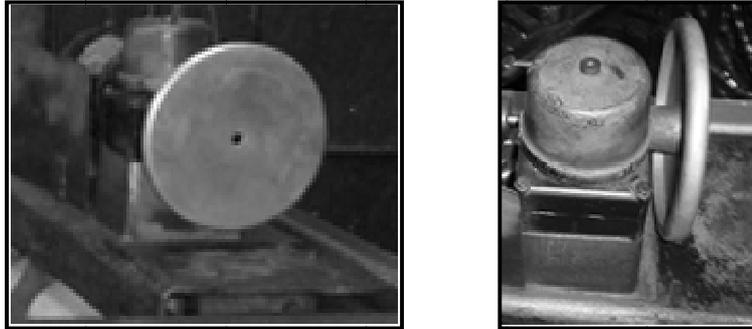
4.2.1. Funcionamiento vertical de la mesa sujetadora

El movimiento se puede realizar de forma mecánica o manual, la primera a través de un motor de 0.5 H.P., de 230 voltios y 1750 revoluciones por minuto. Este se acciona a través del interruptor colocador en el panel de control mostrado en la figura 12 "a". y manualmente, alimentando el dial a través de la rueda manivela mostrada en la figura 30.

En la forma mecánica se utiliza para bajar o subir la mesa de forma rápida a una distancia relativamente larga; tiene un guarda de protección para no accionarlo accidentalmente, que se muestra en la figura 31; el cual debe colocarse al momento de trabajar en la forma manual.

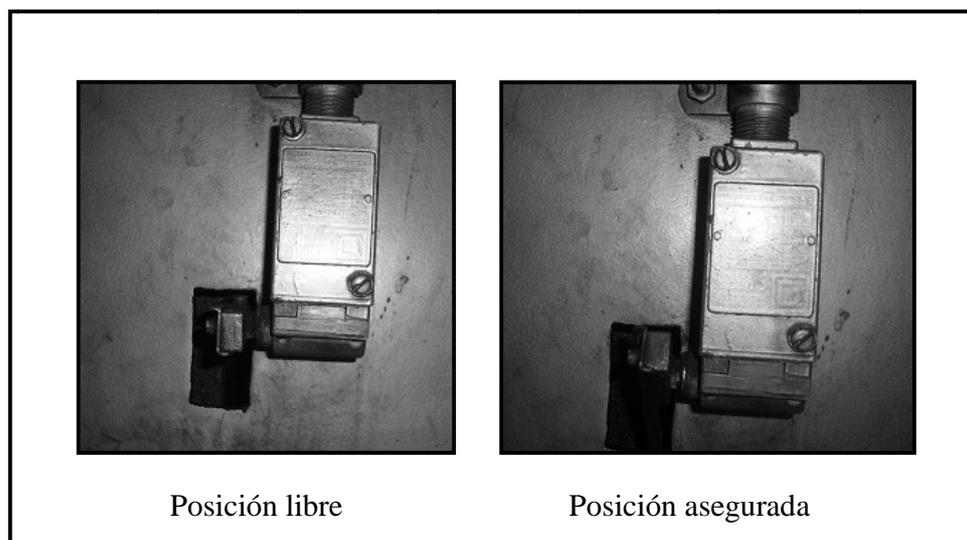
Se utiliza en forma manual en distancias cortas cuando se requiere de mayor presión y control, como por ejemplo la alimentación de la pieza a la hora de realizar la rectificación.

Figura 30. **Manivela manual de alimentación**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

Figura 31. **Guarda de protección mesa de sujeción**

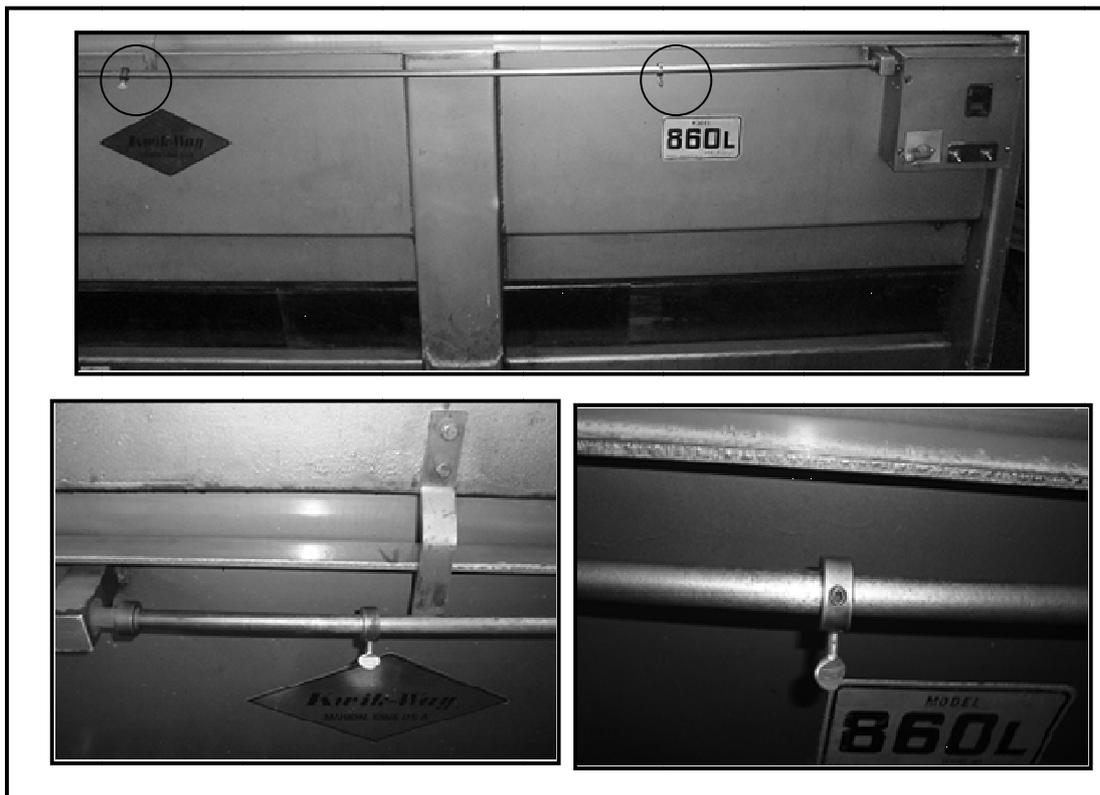


Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

4.2.2. Funcionamiento horizontal de la mesa de corte

Este movimiento se realiza a través de un motor de 0.10 H.P., accionado por el interruptor mostrado en la figura 12 “c”, el cual posee una función automática; la misma se gradúa por medio de dos collares sujetos a una barra de metal que interactúa con el interruptor, para hacerla funcional tanto a la derecha como a la izquierda (ver figura 32).

Figura 32. **Collarines de control automático de movimiento de la mesa de corte**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

4.3. Corte

Luego de la nivelación de la pieza, se procede a realizar los cortes para la rectificación de la misma.

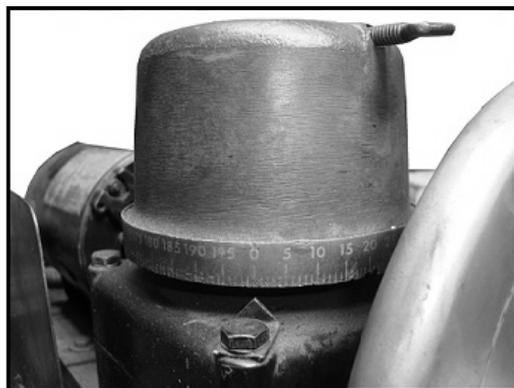
Inicialmente, se gradúa el movimiento horizontal de la mesa de corte a través de los collares mostrados en la figura 32; esta distancia se toma a partir del largo de la pieza que se va a rectificar.

Dependiendo de la altura de desbaste, necesaria para la rectificación, así será la cantidad de cortes que deben realizarse; normalmente, se procede de la siguiente manera:

- Primera rectificación: aproximadamente a 0.005 pulgadas de desbaste en piezas de hierro colado y no mayor de 0.001 pulgadas para piezas de aluminio, según manual de la máquina de rectificadora. Esta medida se gradúa manualmente a través del dial de alimentación (ver figura 33);
- Medición del desbastado realizado: luego de haber hecho el primer mecanizado, se comparan las alturas iniciales y finales de la pieza verificando la rectificación realizada e inspeccionando la pieza, para ver la calidad del trabajo;
- Segunda rectificación: al igual que la primera rectificación, las dimensiones que van a desbastar son de 0.005 pulgadas para hierro colado y no mayor de 0.001pulgadas para piezas de aluminio;

- Revisión de la rectificación realizada: se inspecciona y mide la pieza para analizar el desbaste necesario faltante y que la pieza esté correctamente rectificada;
- Tercera rectificación: es la última que se hace para lograr la medida deseada; en este desbaste se le dará a la pieza la medida necesaria, para poder lograr la medida establecida por el fabricante;
- Inspección de la pieza (medición del corte realizado y acabado de la pieza): se inspecciona la pieza cuidadosamente y se verifica que la medida sea la correcta, según lo especifica el manual de fábrica. Que en la pieza no existan defectos visuales o bien que no se concluya el limpiado del desperfecto por el cual fue enviada a la empresa;
- Cuarto corte: si fuera necesario, se procede igual al corte tres.
- Inspección final de la pieza.

Figura 33. **Dial de alimentación**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada con el permiso de Tecniservicios Rivera.

5. GUÍA DE MANTENIMIENTO

5.1. Seguridad

Es la parte principal en cualquier acción que vaya a ejecutarse, previo al uso o manipulación de la máquina rectificadora, ya que de esto depende el bienestar del operador y de las personas que se encuentran alrededor del área de trabajo.

Se recomienda leer previamente esta guía y las instrucciones dadas en la misma, para poner en práctica un adecuado funcionamiento y medidas necesarias para el buen desempeño en la empresa.

Con fin de obtener la vida máxima y la mejor eficiencia de la máquina herramienta, se sugiere seguir todas las instrucciones de operación y las instrucciones dadas en esta guía de mantenimiento.

5.1.1. Instrucciones de seguridad

- No operarse sin todos los guardas y portadas en posición.
- Asegurarse de que el equipo eléctrico está a tierra.
- Usar vestimenta adecuada para la operación de la máquina.
- Limitar el pelo largo. Quitar joyas como anillos, pulseras y relojes.

- Detener la máquina antes de realizar ajustes o limpieza de las piezas en el área de trabajo.
- Mantener el suelo alrededor de la máquina, limpio y libre de objetos como: aserrín, aceite o grasa, para minimizar el peligro de deslizamientos.
- La pieza de trabajo debe montarse de forma segura, antes de iniciar cualquier operación de mecanizado.
- Puesta a tierra de la máquina: asegurarse que la máquina rectificadora de superficies planas esté conectada correctamente a la tierra física, para evitar cualquier tipo de accidente por causa de una descarga eléctrica.
- Ergonomía: uso de cinturón de fuerza y chaleco de protección.
- Quitar toda la ropa suelta exterior y limitar el pelo largo.
- Área de trabajo: mantener el suelo alrededor de la máquina, limpio y libre de herramientas, chatarra, materiales extraños y aceite, grasa o refrigerante, para minimizar el peligro de tropezar o deslizamiento. Siempre asegurarse que la iluminación y ventilación sean las adecuadas.
- Seguros: mantener todos los seguros en el lugar, en todo momento, cuando la máquina está en uso. No operar la máquina con los seguros apagados.
- No extralimitarse: mantener una postura equilibrada y el cuerpo bajo control en todo momento; no utilizar ningún tipo de medicamentos que puedan provocar sueño o somnolencia.

- Seguridad de las manos: mantener las manos fuera de las partes móviles cuando la máquina esté en funcionamiento. Nunca limpiar las piezas o los escombros cuando la máquina está en funcionamiento, ni usar las manos para quitar las esquirlas; utilizar un pincel o un cepillo de alambre para quitarlas. Las esquirlas son fuertes y pueden causar graves lesiones.
- Del eje de rotación: asegurarse de que la rotación del eje sea la correcta.
- Capacidad de la máquina: no se debe intentar usar la máquina más allá de su capacidad, o para operaciones que requieren más de la potencia nominal del motor. La sobrecarga de trabajo reducirá la vida productiva de la máquina y podría causar la ruptura de partes, que provocarían lesiones personales.
- Evitar iniciar accidentalmente: asegurarse de que el interruptor del motor se encuentra en la posición de apagado antes de conectar la alimentación de la máquina.
- Actos de inseguridad: no descuidar la atención al trabajo que se está haciendo. Mirar siempre a los alrededores, tener una actitud seria y no realizar bromas o actos imprudentes que pueden derivar en graves lesiones.
- Finalización de trabajo: si el operador abandona el área de la máquina por cualquier razón, se debe apagar la misma y el husillo debe llegar a detenerse por completo antes de que salga. Además, si la operación está completa, debe limpiar la máquina y el área de trabajo. Nunca limpiar la máquina encendida y menos con las manos; utilizar un pincel, brocha o toallas por ejemplo.

- Desconectar la máquina antes de realizar cualquier servicio o mantenimiento.
- Uso indebido: no usar la máquina para lo cual no fue diseñada.

5.1.2. Equipo de protección personal

- Protección en ojos: utilizar gafas o escudo de cara de seguridad y otros equipos de seguridad personal requeridos.
- Protección en manos: usar guantes especiales para la manipulación y limpieza de piezas y partes de la máquina.
- Protección auditiva: utilización de tapones reusables para 90 decibeles.
- Protección en pies: uso de zapatos de trabajo (con punta de acero).

5.2. Lubricación

La lubricación es una parte fundamental en el mantenimiento preventivo de la maquinaria; es necesario tener un plan de acción para lograr el adecuado funcionamiento de los diferentes mecanismos y partes, para así alcanzar el óptimo desempeño, eficiencia y vida útil de la máquina.

5.2.1. Instrucciones de lubricación

Se recomienda seguir estas instrucciones para el adecuado mantenimiento de la rectificadora:

- Motor principal de la muela de corte de 7.5 H.P.:
 - Lubricar todo el motor, una vez al año.
 - En la parte alta del motor lubricar generosamente, cada tres meses, con suficiente grasa para purgar la grasa vieja del rodamiento.
- Engranaje principal del motor de la mesa de sujeción 2.5 H.P.:
 - Consultar las instrucciones de protección en el extremo del motor.
 - Engranaje principal: colocarse al extremo derecho de la máquina, de frente al motor de ascenso de la tabla; luego remover el ensamble del microdial de alimentación; retirar el tapón de ventilación situado a las 2:00 en punto y se encontrará el tapón de llenado a las 8:00 en punto; inyectar la grasa hasta que pueda ser visible. Comprobar cada tres meses.
- Motor de la bomba de refrigeración 0.10 H.P.:
 - Los rodamientos del motor de la bomba de refrigeración están lubricados de por vida.

- Motor principal del eje transversal y engranaje:
 - El motor tiene lubricación para sus rodamientos, permanentemente.
 - La caja de engranajes está lubricada de por vida.
- Cremallera, tornillo de alimentación y la tuerca de la mesa de sujeción:
 - Elevar los resguardos de cortina y lubricar las cremalleras de la tabla de ascenso, engranajes y bastidores, una vez por mes.
- Limpiar los carriles con aceite para proporcionar una película de protección periódicamente.
- Engrasar la mesa de trabajo y sus herramientas semanalmente, con cualquier grasa impermeable de buena calidad.

5.3. Refrigeración

En el mercado nacional se encuentra una gran variedad de aceites refrigerantes para el uso en maquinas herramientas; las cualidades que deben tener son las siguientes:

- Mantener baja la temperatura del material de corte.
- Lubricación pareja en la superficie de corte.
- Aumentar la vida útil de la herramienta de corte.

- Aumentar la eficiencia en el trabajo.
- Mantener libre de óxido las partes de la máquina y las piezas de trabajo.

Antes de cargar el depósito de refrigerante con agua, se supervisa que esté limpio. Se llena al nivel adecuado (aproximadamente de cuatro pulgadas de profundidad) y se agrega el refrigerante; ver instrucciones del fabricante; normalmente, se utiliza una combinación de 240 partes de agua a una parte de refrigerante.

Si el suministro de agua es excepcionalmente duro o altamente alcalino, se debe aumentar la proporción de refrigerante. Una forma sencilla de comprobar la dureza del agua es ajustar los dedos humedecidos con el agua que se utiliza. Si se ajusta fácilmente, la mezcla debe cambiarse de un cuarto de refrigerante a 4/5 por un depósito lleno, o cerca de 200 partes de agua a una parte de refrigerante.

Nunca utilizar una solución de agua y otros combustibles como el queroseno, ya que el *spray* es extremadamente inflamable. Una mezcla de agua y soda oxidará el trabajo y la máquina.

El refrigerante sucio como resultado de la rectificación de piezas, se necesita cambiar con frecuencia para que no se acorte la vida de la muela. Si se está realizando una molienda continua, el refrigerante debería cambiarse semanalmente.

5.4. Limpieza

Es necesario mantener la rectificadora de superficies planas limpia en todo momento, por medidas de seguridad, así como también para lograr mayor rendimiento y eficiencia.

Limpiar el área de trabajo diariamente a los alrededores dentro y fuera de la máquina, observando que no existan impurezas que puedan dañar el equipo y las piezas de trabajo.

Mantener el área libre de objetos, piezas o herramientas que puedan dificultar la maniobrabilidad o causar accidentes; así también que los pasillos y pisos estén libres de grasas o aceites.

Limpiar al menos una vez por semana las superficies de la máquina para mantenerlas libres de polvo o impurezas

5.5. Afilado de muelas de corte

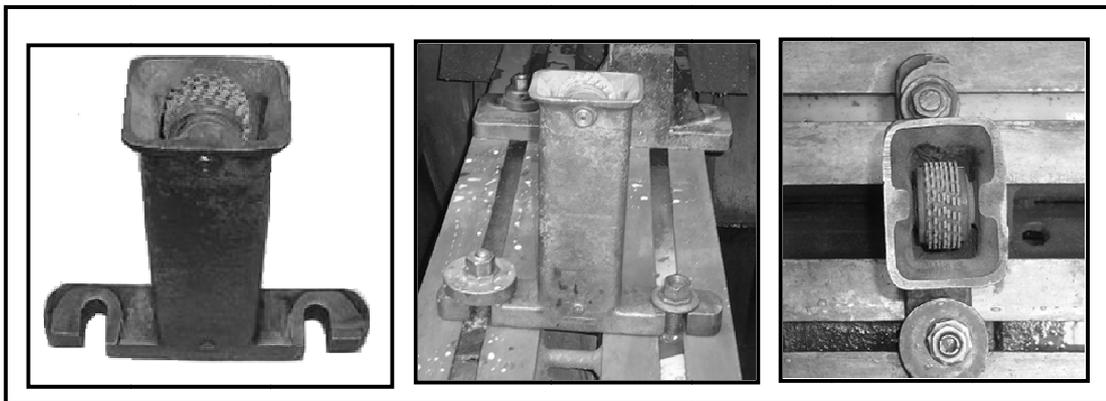
Esto va a depender del trabajo realizado por la misma y el tipo de material con el cual se está trabajando.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Llevar la mesa de corte al final del lado izquierdo de la máquina;
- Apagar todos los motores;
- Colocar el afilador dentro de la base de afilado;
- Instalar en la mesa de trabajo el conjunto afilador-base, cerciorándose que se encuentre centrado y nivelado (ver figura 34).

- Poner en funcionamiento el motor de la muela de corte;
- Proceder como se realizaría un corte a las piezas de trabajo alimentando la mesa de trabajo en 0.001 pulgadas, hasta completar el afilamiento de la muela.

Figura 34. **Posición de afilador de muela**



Fuente: elaboración propia. Fotografías tomadas con el permiso de Tecniservicios Rivera.

- Recomendaciones con la muela de corte:
 - Balance de la rueda: la rueda de moler viene balanceada de fábrica y requerirá reequilibrio solo si es accidentalmente astillada. Antes de que se reequilibre se debe de limpiar dentro de la rueda. Los pernos de los contrapesos de la rueda son determinados por ensayo y error.
 - Inclinación de rueda: esta debe tener 0.014 pulgadas de diferencial de altura que se ha establecido en la fábrica y no requerir un ajuste. Cuando está instalado en el equipo, la inclinación de la rueda debe comprobarse y a continuación, se tiene que revisar periódicamente.

- Para mantener la muela libre de impurezas, utilizar cepillo de alambre vigorosamente entre moliendas. En general, se realiza el afilado de muelas después de quitar 0.100 pulgadas y se debe utilizar cepillo de alambre después de quitar 0.025 pulgadas.

Tabla IV. Programa de mantenimiento de rectificadora de superficies planas

Acción	Diario	Semanal	Mensual	3 Meses	Anual
Lubricación de motor principal de la muela.					X
Engrase motor principal de la muela parte alta.				X	
Engrase engranaje principal de la mesa de sujeción.				X	
Engrase cremallera, tornillo de alimentación y la tuerca de la mesa de sujeción.			X		
Engrase de la mesa de trabajo y herramientas.			X		
Limpieza y lubricación de carriles de movimiento.		X			
Limpieza total de las superficies de la máquina.	X				
Limpieza del área de trabajo.		X			
Revisión y/o cambio de lubricante de refrigeración.		X			

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se definieron los procedimientos necesarios para la realización del montaje de la máquina, los cuales se adecuaron a los lineamientos conforme la infraestructura de la empresa y los requerimientos del fabricante de la rectificadora, siendo los más importantes: una buena cimentación y una conexión eléctrica eficiente de 330 voltios.
2. Fue establecido el adecuado procedimiento para la rectificación de las piezas, incluyendo su montaje en la máquina, maquinado y acabado final.
3. La guía elaborada será el fundamento para que las personas encargadas de la operación, realicen de manera ordenada y eficiente el mantenimiento de la máquina; como también observen las medidas de seguridad y la limpieza necesaria en el área de trabajo, logrando la mayor eficiencia, y aumentando así la vida útil de la rectificadora.

RECOMENDACIONES

1. Es necesaria una adecuada capacitación a los operarios de la rectificadora, proporcionando detalles y características de la misma, como también las medidas de seguridad y mantenimiento.
2. Mantener el equipo y la herramienta de la empresa en buen estado, renovándola cuando esta termine su vida útil, para evitar problemas con el funcionamiento y las partes de la máquina.
3. Realizar el mantenimiento adecuado conforme se ha establecido en el presente trabajo; de no ser así, se reducirá la vida útil de la máquina y podrán ocurrir posibles errores en las medidas y cortes.
4. Tener presente las medidas de seguridad, utilizar el equipo adecuado de protección personal y los accesorios necesarios para la intervención de cualquier máquina en la empresa.
5. Mantener al personal de la empresa en constante capacitación para lograr así un mejor servicio y atención al cliente.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOLAÑOS FERNÁNDEZ, Gilberth. *El ABC del mantenimiento*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2005. 184 p.
2. CHAPMAN, Sthephen J. *Maquinas eléctricas*. 2ª ed. Colombia: McGraw-Hill, 1999. 152 p.
3. DENTON, D. Keith, *Seguridad industrial: administración y métodos*. México: McGraw-Hill, 1990. 342 p.
4. FREDERIK, S. Merritt Y JONATHAN T. RICKETT. *Manual integrado de diseño y construcción*. 5ª ed. Colombia: McGraw-Hill, 1997. vol 4. 552 p.
5. *Manual de partes y piezas Surfice grinder Kwik-way*. USA: KWIK WAY MANUFACTORY COMPANY IOWA 1987. 40 p.