



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA
FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA,
FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S. A.**

José Daniel Juárez

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA
FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA,
FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ DANIEL JUÁREZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 4 de marzo de 2014.



José Daniel Juárez



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de julio de 2015
REF.EPS.DOC.433.07.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

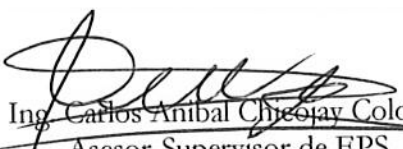
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Daniel Juárez** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200714666, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 07 de julio de 2015
REF.EPS.D.305.07.15

Ing. Roberto Guzmán
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Daniel Juárez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra



Ref.E.I.M.252.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.** del Estudiante **José Daniel Juárez**, Carné No. **2007-14666** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



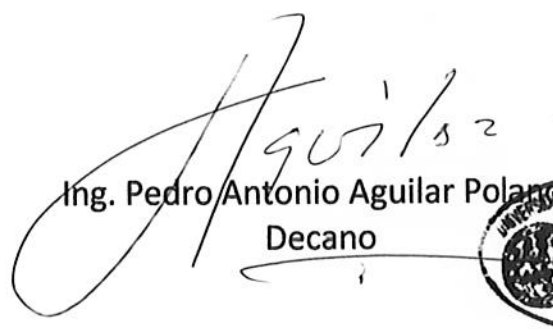
Guatemala, septiembre de 2015
/aej



DTG. 436.2015

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: **HABILITACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL PARA OPTIMIZAR LA FABRICACIÓN DE EQUIPOS EN LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJES INDUSTRIALES, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **José Daniel Juárez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por haberme permitido llegar a este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi madre

Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

**Don Otoniel García
(q. e. p. d.)**

Por haberme dado ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaron, por el valor mostrado para salir adelante y por su cariño.

Mis hermanos

Por haber contado con ellos para todo, gracias por la confianza que siempre nos hemos tenido, por el apoyo y amistad. ¡Gracias!

**Mis compañeros de
trabajo**

Por su apoyo y esfuerzo para concluir con esfuerzo y dedicación este exitoso proyecto.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, sobre todo, felicidad.

Mi madre

Por apoyarme en todo momento, por los valores que ha inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Mi madrina

Por haberme brindado su apoyo, consejos, comprensión, amor, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Mi esposa

Por haberme brindado su apoyo y ánimo día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

Ing. Carlos Aníbal Chicojay

Por su asesoría, consejos, apoyo y guía profesional en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.

**Ingeniería, Fabricación y
Montajes Industriales,
S. A.**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi
Ejercicio Profesional Supervisado, dándome su
colaboración y apoyo en todo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación e historia	1
1.1.2. Misión	1
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Organigrama.....	2
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Descripciones básicas.....	4
1.4. Descripción técnica de la maquinaria	5
1.4.1. Tipos de maquinaria	5
1.4.1.1. Estacionaria.....	5
1.4.1.1.1. Neumática	6
1.4.1.1.2. Hidráulica	6
1.5. Motores industriales eléctricos	8
1.5.1. Motores de corriente alterna y corriente directa.....	8
1.5.1.1. Motor de corriente alterna.....	8
1.5.1.1.1. Motores universales	9
1.5.1.1.2. Motores asíncronos	9
1.5.1.1.3. Motores síncronos	10

	1.5.1.1.4.	Motores jaula de ardilla	11
	1.5.1.2.	Motor de corriente continua.....	11
	1.5.1.3.	Accesorios de funcionamiento de motores	12
	1.5.1.3.1.	Variadores de frecuencia.....	12
	1.5.1.3.2.	Motorreductores	13
	1.5.1.3.3.	Paros de emergencia	14
	1.5.1.3.4.	Contactor.....	14
1.6.		Clasificación del tipo de maquinaria y equipo en el taller	15
	1.6.1.	Maquinaria estacionaria	15
	1.6.2.	Maquinaria móvil	16
1.7.		Sistemas de enfriamiento	16
1.8.		Descripción de los procesos de fabricación	17
	1.8.1.	Fabricación de rolados, procesos de soldaduras y acabados	17
	1.8.1.1.	Rolado de láminas.....	17
	1.8.1.2.	Soldadura de láminas.....	18
	1.8.1.2.1.	Proceso de soldadura por arco eléctrico GTWA (TIG).....	19
	1.8.1.2.2.	Proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo	21
	1.8.1.3.	Acabados de láminas de acero inoxidable	23
	1.8.1.3.1.	Acabado 1D	24
	1.8.1.3.2.	Acabado 2D	24

	1.8.1.3.3.	Acabado 2B	25
	1.8.1.3.4.	Acabado 2R.....	25
1.8.2.	Fabricación de cuñeros, rectificaciones, agujeros con ángulo y otros		26
	1.8.2.1.	Fabricación de cuñeros o chaveteros ..	26
	1.8.2.2.	Rectificación de piezas	27
1.8.3.	Fabricación de ejes.....		27
	1.8.3.1.	Fabricación de ejes para bandas transportadoras.....	28
	1.8.3.2.	Fabricación de eje o agitador para tanques.....	30
1.8.4.	Fabricación cobertores o guardas de máquinas y equipos, tolvas y otros		32
	1.8.4.1.	Realización del diseño	32
	1.8.4.2.	Corte de lámina	33
	1.8.4.3.	Doblado de lámina.....	33
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		35
2.1.	Descripción del proceso de habilitación		35
	2.1.1.	Habilitación de la fresadora tipo universal	35
	2.1.1.1.	Características de la máquina fresadora.....	35
	2.1.1.2.	Desarmado de la fresadora	36
	2.1.1.3.	Armado de la fresadora	42
	2.1.1.3.1.	Reparación de cuna del engrane del sistema automático.....	43

	2.1.1.3.2.	Reparación de la tapa del escudo contra la suciedad del husillo.....	44
	2.1.1.3.3.	Reparación del adaptador del cabezal principal.....	46
	2.1.1.4.	Desarmado de la amortajadora	52
	2.1.1.5.	Armado de la amortajadora	55
	2.1.1.6.	Sistema de enfriamiento	56
	2.1.2.	Habilitación de la dobladora de lámina.....	57
	2.1.2.1.	Desarmado de la dobladora de lámina.....	57
	2.1.2.2.	Armado de la dobladora de lámina.....	61
	2.1.3.	Habilitación de roladora de lámina	64
	2.1.3.1.	Desarmado de roladora de lámina	64
	2.1.3.2.	Armado.....	65
	2.1.4.	Habilitación de barreno de pedestal	66
2.2.		Fallas cubiertas y repuestos utilizados	67
	2.2.1.	Fresadora	67
	2.2.2.	Cortadora de lámina	68
2.3.		Detalles de operación y funcionamiento.....	68
	2.3.1.	Detalles de operación fresadora universal y torno horizontal.....	69
	2.3.2.	Detalles de operación cortadora y dobladora de lámina.....	69
	2.3.3.	Detalles de operación de roladora de lámina	70
3.		FASE DE DOCENCIA.....	71
3.1		Capacitación del personal	71

3.2	Importancia en el orden de las labores de fabricación	71
3.3	Importancia de los historiales de operación y funcionamiento	72
3.4	Procesos de fabricación realizados por la maquinaria habilitada	73
3.4.1	Fabricación de tanques	73
3.4.2	Fabricación de ejes.....	73
3.4.3	Fabricación de bandas transportadoras	74
3.4.4	Fabricación de tolvas de descarga	74
3.5	Mejores en los controles.....	75
3.5.1	Modificación y optimización del procedimiento de trabajo.....	75
3.6	Operación de la maquinaria y parámetros de funcionamiento	76
3.6.1	Uso de pulidoras.....	76
3.6.2	Uso de barreno y amoladora	77
3.6.3	Uso de la máquina fresadora, torno, cortadora, dobladora y roladora de lámina	77
3.7	Minimizar las razones de la generación de desechos y emisiones.	77
3.7.1	Recuperación y reutilización de materiales	77
3.7.1.1	Reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso u otra aplicación.....	78
3.8	Ahorro de energía.....	78
3.8.1	Uso adecuado de la energía.....	78
3.8.2	Corrección de la caída de tensión o voltaje en los alimentadores de la tensión nominal de operación.....	79

3.8.3	Cómo evitar las caídas de tensión	79
3.8.4	Cómo aumentar la capacidad electricidad instalada	80
3.8.5	Ciclo de trabajo de motor eléctrico	80
3.9	Presentación de mejoras y avances	80
CONCLUSIONES		81
RECOMENDACIONES		83
BIBLIOGRAFÍA.....		85
APÉNDICES.....		87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	3
2.	Bomba hidráulica	8
3.	Lámina de acero al carbón rolada.....	18
4.	Portaelectrodos TIG	20
5.	Diagrama de funcionamiento de soldadura TIG	21
6.	Muestra acabado 1D	24
7.	Muestra acabado 2D	25
8.	Muestra acabado 2B	25
9.	Muestra acabado 2R	26
10.	Eje con cuña y cuñero.....	27
11.	Eje con cuña y cuñero en transportador.....	28
12.	Motorreductor.....	29
13.	Eje con <i>sprockets</i> en banda transportadora.....	30
14.	Ejes o agitadores	31
15.	Eje o agitador	32
16.	Lámina de acero al carbón doblada	33
17.	Lámina de acero al carbón doblada para guarda	34
18.	Sistema de poleas.....	36
19.	Adaptador en mal estado	37
20.	Sistema de conexión del husillo	38
21.	Piezas del sistema de conexión	39

22.	Sistema graduación del husillo	40
23.	Piezas del sistema de accionamiento manual de la fresadora	41
24.	Piezas del sistema de alineación del husillo	42
25.	Engrane en malas condiciones	44
26.	Tapa contra la suciedad del husillo dañada.....	45
27.	Tapas contra la suciedad del husillo	46
28.	Adaptador en mal estado	47
29.	Adaptador nuevo.....	47
30.	Sistema de alineación del husillo	48
31.	Sistema de engranajes de velocidad del automático	49
32.	Sistema del engrane del automático	50
33.	Sistema de conexión entre pluma y poleas	51
34.	Pruebas de funcionamiento	52
35.	Sistema de poleas	53
36.	Sistema de cambio de movimiento	54
37.	Sistema de biela manivela de amortajadora	55
38.	Manguera modulable	56
39.	Bomba del sistema de enfriamiento.....	57
40.	Mangueras de hidráulico.....	58
41.	Dobladora de lámina sin protector	59
42.	Motores hidráulicos.....	60
43.	Motor hidráulico, parte interna	61
44.	Motor hidráulico después de la limpieza.....	62
45.	Motor hidráulico con <i>o-rings</i> nuevos	62
46.	Motor hidráulico armado	63
47.	Rodillos	65
48.	Diagrama de componentes de roladora.....	66
49.	Barreno de pedestal.....	67

TABLAS

I.	Características principales de la fresadora	35
II.	Distribución de tareas para la fabricación de 57 carretas.....	72
III.	Cuadro de control revisión de maquinaria eléctrica	76

GLOSARIO

Bancada	Base principal y estructura de soporte en el cual se montan y guían las piezas operativas de una máquina.
Cabezal multiangular	Permite orientar el eje del portaherramientas.
Contrapeso	Peso utilizado para equilibrar las fuerzas o par motor.
Delantal portaherramientas	Pieza utilizada para instalar las muelas de una dobladora.
Engranés	Mecanismo utilizado para transmitir la potencia de un componente a otro, dentro de una máquina.
Escariado	Proceso de arranque de viruta u operación de mecanizado para conseguir un buen acabado superficial o agrandado de agujeros.
Junta tórica (o-ring)	Junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos.
Mandril	Tipo especial de prensa usada para sujetar un objeto, usualmente un objeto con simetría radial, en especial un objeto cilíndrico.

Mecanismo divisor	Dispositivo que permite realizar operaciones espaciadas angularmente respecto a un eje de la pieza a mecanizar.
Mordaza	Herramienta que permite sujetar por fricción una pieza presionándola en forma continua.
Motores hidráulicos lineales	Son actuadores mecánicos, empleados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.
Muela	Pieza que realiza el pliegue.
Pliegue	Doble en lámina de acero.
Portaherramientas	Dispositivo de sujeción de la herramienta de corte una máquina herramienta.
Presión hidráulica	Es la presión ejercida por un fluido, para transmitir fuerza.
Rodillo perfilador	Muela abrasiva dura utilizada bajo presión para realizar una rectificación.
Velocidad de corte	Es la velocidad lineal de la periferia de la fresa u otra herramienta que se utilice en el fresado.

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la habilitación de maquinaria para la fabricación de equipos. Se le dará mantenimiento a las maquinarias en la parte mecánica, eléctrica y automatización.

El mantenimiento incluye el desarmado de todas las piezas de las máquinas para verificar sus condiciones, se evaluarán, cambiar de ser necesario y se engrasarán las piezas mecánicas que lo requieran. Se revisarán las conexiones eléctricas y se diagramará la conexión de las mismas.

Se realizan acometidas para la conexión de las máquinas a un panel de control, con sus respectivos sistemas de control individual de cada una de ellas.

OBJETIVOS

General

Habilitar la maquinaria industrial para que el proceso de fabricación sea autónomo, eficiente y de mejor calidad, apegado a los requerimientos de los clientes.

Específicos

1. Habilitar una máquina fresadora con el funcionamiento correcto de todos sus componentes.
2. Habilitar una máquina plegadora de lámina, un barreno de pedestal y una roladora de lámina.
3. Reducir los tiempos de entrega en el proceso de fabricación de equipos.
4. Reducir los costos del proceso de fabricación de equipos.
5. Instruir al personal en el uso de las herramientas y máquinas para realizar su trabajo.
6. Adquirir la experiencia necesaria en la preparación y ejecución de un proyecto de ingeniería de esta magnitud.

INTRODUCCIÓN

El incesante avance industrial, la competencia, los sistemas de fabricación y la preocupación por la higiene y seguridad industrial en las empresas vanguardistas, obliga a invertir en programas de mejoramiento en los procesos básicos de fabricación. Por lo tanto, la constante renovación de máquinas, es una de las políticas por medio de las cuales algunas empresas brindan a sus empleados un mejor ambiente de trabajo, al mismo tiempo que aceleran la producción, reduciendo costos y aumentando la calidad de los equipos, manteniéndose así en niveles altos del mercado nacional.

Es por eso que Ingeniería, Fabricación y Montajes Industriales, S. A., decidió realizar el proyecto de *Habilitación de maquinaria para la reducción de costos en el proceso de fabricación de equipos*, dispuesta a realizar la inversión de los recursos humanos y económicos para su ejecución, con el fin de llegar a ser un taller de fabricación más eficiente. A continuación, se presenta el informe del proceso del proyecto, el cual consiste en la habilitación de maquinaria de tipo industrial necesaria en un taller de fabricación de equipos en acero inoxidable y acero al carbón.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la empresa

A continuación se da a conocer la descripción general de la empresa.

1.1.1. Ubicación e historia

Ingeniería, Fabricación y Montaje, Sociedad Anónima, Infyma, ubicada en la zona 18 de la ciudad de Guatemala, es una empresa dedicada a la fabricación y montaje de estructuras metálicas, equipos industriales, tanques, tuberías de acero al carbón y acero inoxidable, así como al mantenimiento de equipo industrial de empresas de alto prestigio, como Colgate Palmolive, Nestlé, Procter & Gamble, Kern's, Cervecería Nacional y otras. Por su apego a las normas de fabricación, buenas prácticas y a la seguridad industrial, se ha ganado un lugar privilegiado en la preferencia para la realización de proyectos de pequeña y gran magnitud.

1.1.2. Misión

“Somos una empresa de montajes y servicios industriales en Guatemala y Centro América. Satisfacemos al cliente, brindando las mejores soluciones en la fabricación, comercialización y montaje de todo tipo de transportadores y tanques para la industria de alimentos y bebidas, instalación de maquinaria industrial con todos los servicios de tuberías y líneas de abasto para las mismas, garantizando excelente calidad, manteniendo un eficiente servicio,

solucionando sus respuestas e inquietudes hasta lograr ser los primeros en diseño y calidad, en atención al cliente.”¹

1.1.3. Visión

“Lograr en corto tiempo cubrir el mercado centroamericano hasta Panamá, estando a la vanguardia de innovaciones técnicas y mecánicas para mejor solución de montajes e instalaciones industriales. Cumpliendo con los estándares de calidad internacionales, mejorando el medio ambiente en el uso adecuado de los recursos utilizados. Capacitando a nuestro personal con la mejor tecnología, manteniendo una actitud de crecimiento tanto a nivel personal como empresarial.” ²

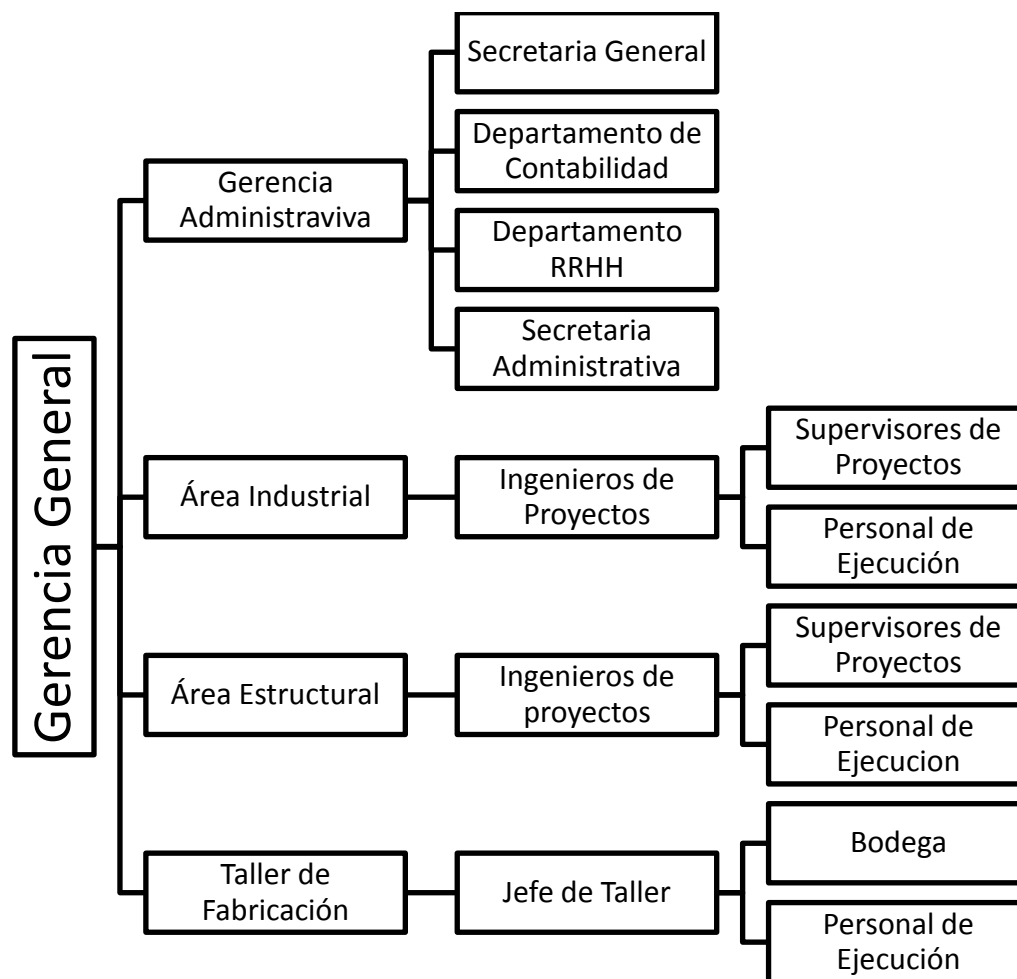
1.1.4. Organigrama

A continuación se presenta la forma en que se encuentra organizada Infyma.

¹ Misión proporcionada por Infyma.

² Visión proporcionada por Infyma.

Figura 1. **Organigrama**



Fuente: Infyma.

1.2. Descripción del problema

Aproximadamente, un 80 % de los materiales utilizados para la fabricación de equipos eran enviados a empresas subcontratadas para ser maquinados, lo cual ocasionaba atrasos por la disponibilidad de estas para realizar el trabajo. También se producían gastos económicos en el traslado de materiales hacia

estas empresas y, en muchas ocasiones, los maquinados no eran de forma correcta, haciendo que el proceso de fabricación fuera más extenso y costoso.

Con la habilitación de las nuevas máquinas, el proceso de fabricación será más confiable y con menos tiempo de entrega, ya que se realizarán en el taller, por lo cual el costo económico será menor.

1.3. Descripciones básicas

El presente proyecto consiste en la habilitación de maquinaria de tipo industrial, dentro de las cuales se incluye una fresadora, una plegadora de lámina, una roladora de lámina, una roladora de tubo y un barreno de pedestal.

La fresadora se desarmó en su totalidad para revisar las condiciones de las piezas y limpiarlas, debido a que esta ya tenía bastante tiempo sin uso, se encontraron piezas en mala condición y con falta de lubricación.

De la plegadora de lámina se desarmaron los actuadores neumáticos y se revisaron las condiciones en las que se encontraban.

En la roladora de lámina se desarmaron los tres cilindros y se revisaron las condiciones de funcionamiento de los engranes de transmisión de fuerza y las condiciones del motor.

Para el barreno de pedestal se revisaron las condiciones del motor, su sistema mecánico y se lubricaron las piezas necesarias.

1.4. Descripción técnica de la maquinaria

A continuación se da la descripción técnica de la maquinaria que se habilitará.

1.4.1. Tipos de maquinaria

A continuación se describen los tipos de maquinaria que se habilitarán.

1.4.1.1. Estacionaria

Las máquinas herramientas son un tipo de máquinas que se utilizan para dar forma a piezas sólidas, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El moldeado de la pieza se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, estampado, corte o electroerosión.

Estas máquinas suelen ser herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano, pero también pueden ser movidas por personas si se instalan adecuadamente o cuando no hay otra fuente de energía.

Por la forma de trabajar las máquinas herramientas se pueden clasificar en tres tipos:

- De desbaste o desbastadoras: dan forma a la pieza por arranque de viruta.

- Prensa: dan forma a las piezas mediante el corte, el prensado o el estirado.
- Especiales: dan forma a la pieza mediante técnicas diferentes, como, láser, electroerosión, ultrasonido y otras.

Dentro de las máquinas estacionarias estan torno, taladro, pulidora, fresadora, cortadora, dobladora, arco de plasma, láser y otras.

1.4.1.1.1. Neumática

Un dispositivo accionado por aire comprimido o cualquier otro gas comprimido, se considera un dispositivo neumático. Para quienes trabajan en ambientes húmedos, la fuerza neumática es más segura que la eléctrica, porque no existe riesgo de choque.

El aire puede comprimirse, introducirse en tanques y utilizarse cuando ninguna otra fuerza está disponible. No es un combustible inflamable, por lo que no existe riesgo de expansión. Estas razones la hacen una buena opción para alimentar herramientas. Algunos tipos de máquinas neumáticas son: cortadoras, desatornilladores neumáticos, lijadoras circulares y remachadoras.

1.4.1.1.2. Hidráulica

Una máquina hidráulica es una variedad de máquina de fluido que emplea, para su funcionamiento, un fluido incompresible, debido a que su densidad en el interior del sistema no sufre variaciones importantes.

Convencionalmente se especifica para los gases un límite de 100 mbar para el cambio de presión, de modo que si este es inferior, la máquina puede considerarse hidráulica. Dentro de las máquinas hidráulicas, el fluido experimenta un proceso adiabático, es decir, no existe intercambio de calor con el entorno.

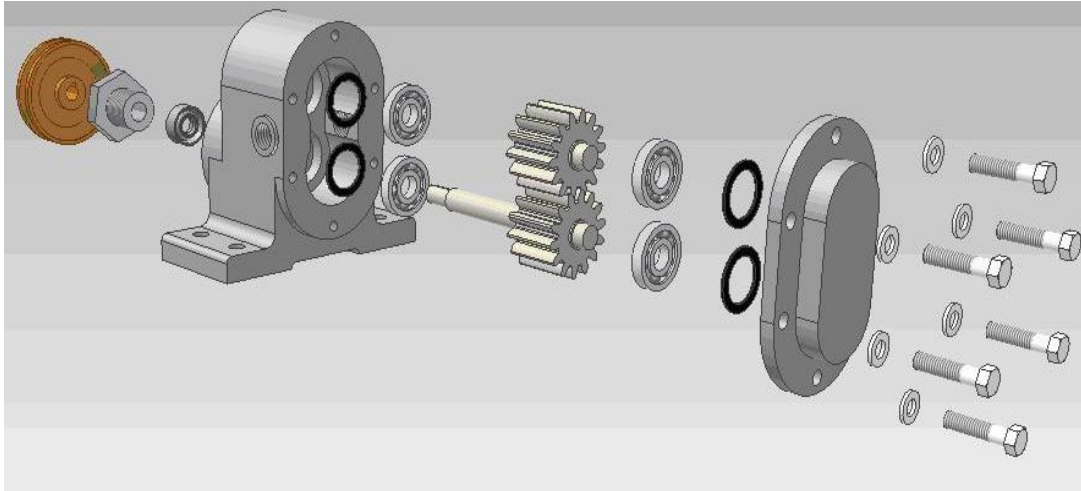
- Según la variación de energía

En los motores hidráulicos, la energía del fluido que atraviesa la máquina disminuye, obteniéndose energía mecánica; mientras que en el caso de los generadores hidráulicos, el proceso es el inverso, de modo que el fluido incrementa su energía al atravesar la máquina.

Atendiendo al tipo de energía fluidodinámica que se intercambia a través de la máquina, están:

- Máquinas en las que se produce una variación de la energía potencial, como el tornillo de Arquímedes.
- Máquinas en las que se produce una variación de la energía cinética, como aerogeneradores, hélices o turbina Pelton. Estas se denominan máquinas de acción y no tienen carcasa.
- Máquinas en las que se produce una variación de la entalpía, como las bombas centrífugas. Estas máquinas se denominan máquinas de reacción.

Figura 2. **Bomba hidráulica**



Fuente: *Manual de bombas de hidromaster. p. 25.*

1.5. Motores industriales eléctricos

A continuación se describen los motores eléctricos con los que funciona la maquinaria habilitada.

1.5.1. Motores de corriente alterna y corriente directa

A continuación se describen las características principales de los motores de corriente alterna y directa.

1.5.1.1. Motor de corriente alterna

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con este tipo de alimentación. La mayoría de los motores modernos trabajan con fuentes de corriente alterna. Existe una variedad de motores de

corriente alterna, entre ellos cuatro tipos básicos: universal, asíncrono, síncrono y jaula de ardilla.

1.5.1.1.1. Motores universales

Los motores universales trabajan con voltajes de corriente continua o corriente alterna. Tal motor se utiliza en sierras eléctricas, taladros, utensilios de cocina, ventiladores, sopladores, batidoras y otras aplicaciones donde se requiere gran velocidad de giro con cargas débiles o fuerzas resistentes pequeñas. Estos motores se distinguen por su conmutador devanado y las escobillas. Los componentes de este motor son: estator, rotor, escobillas y cubiertas laterales del motor.

1.5.1.1.2. Motores asíncronos

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos, de jaula de ardilla o bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la ley de inducción de Faraday.

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Entonces se da el efecto Laplace, todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento.

1.5.1.1.3. Motores síncronos

De acuerdo con estos principios, se puede utilizar un alternador como motor en determinadas circunstancias, aunque si se excita el campo con corriente continua y se alimenta por los anillos colectores a la bobina del rotor con corriente alterna, la máquina no arrancará. El campo alrededor de la bobina del rotor es alterno en polaridad magnética, pero, durante un semiperiodo del ciclo completo, intentará moverse en una dirección y durante el siguiente semiperiodo en dirección opuesta. El resultado es que la máquina permanece parada, solamente se calentará y posiblemente se quemará.

Para generar el campo magnético del rotor, se suministra una corriente continua al devanado del campo; esto se realiza frecuentemente por medio de una excitatriz, la cual consta de un pequeño generador de corriente continua impulsado por el motor, conectado mecánicamente a él. Para obtener un par constante en un motor eléctrico es necesario mantener los campos magnéticos del rotor y del estator constantes, el uno con relación al otro. Esto significa que el campo que rota electromecánicamente en el estator y el campo que rota mecánicamente en el rotor, se deben alinear todo el tiempo.

La única condición para que esto ocurra consiste en que ambos campos roten a velocidad sincrónica:

$$n_s = \frac{60f}{p}$$

Es decir son motores de velocidad constante.

1.5.1.1.4. Motores jaula de ardilla

La mayor parte de motores que funcionan con corriente alterna de una sola fase, tienen el rotor tipo jaula de ardilla. Los conductores longitudinales de la jaula de ardilla son de cobre y van soldados a las piezas terminales de metal. Cada conductor forma una espiral con el conductor opuesto, conectado por las dos piezas circulares de los extremos. Cuando este rotor está entre dos polos de campos electromagnéticos que han sido magnetizados por una corriente alterna, se induce una fuerza electromotriz en las espirales de la jaula de ardilla, una corriente muy grande las recibe y se produce un fuerte campo que contrarresta al que ha producido la corriente.

1.5.1.2. Motor de corriente continua

Es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio gracias a la acción del campo magnético. Una máquina de corriente continua se compone principalmente de dos partes. El estator, que da soporte mecánico al aparato y contiene los devanados principales de la máquina, conocidos también con el nombre de polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. El rotor que es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa mediante escobillas fijas o carbones. El principal inconveniente de estas máquinas es el mantenimiento, muy caro y laborioso, debido, principalmente al desgaste sufrido por las escobillas al entrar en contacto con el núcleo del motor.

Algunas aplicaciones de estos motores son los motores lineales, cuando ejercen tracción sobre un riel, o bien, los motores de imanes permanentes. Los

motores de corriente continua se utilizan en la construcción de servomotores y motores de paso a paso.

Los motores con corriente continua se construyen con rotores bobinados y con estatores bobinas o de imanes permanentes. Además, existen muchos tipos de motores especiales, como los motores sin escobillas, los servomotores y los motres paso a paso, que se fabrican utilizando un motor de corriente continua como base.

1.5.1.3. Accesorios de funcionamiento de motores

A continuación se describen accesorios que son utilizados para el funcionamiento correcto de los motores.

1.5.1.3.1. Variadores de frecuencia

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna, por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como *drivers* de frecuencia ajustable, *drivers* de corriente alterna, *microdrivers* o inversores.

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad sincrónica de un motor de corriente alterna está determinada por la frecuencia de la corriente alterna suministrada y el número de polos en el estátor de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Donde

RPM = revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro corriente alterna

p = número de polos

1.5.1.3.2. Motorreductores

Los reductores, o motorreductores, son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en forma segura y eficiente.

Al emplear motorreductores se obtiene una serie de beneficios sobre otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores se alinean normalmente acoplando a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla,

totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 HZ.

Para proteger eléctricamente el motor, es indispensable colocar en la instalación de todo motoreductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

1.5.1.3.3. Paros de emergencia

Los botones de parada de emergencia son un componente importante de seguridad de muchos circuitos eléctricos, especialmente las que controlan equipos peligrosos, como bombas de combustible, maquinaria en movimiento, sierras, molinos, herramientas de corte, las cintas transportadoras y muchos otros tipos de equipo. Están diseñados para permitir que un operador o espectador pueda parar el equipo si algo va mal.

Los botones de parada de emergencia están conectados en serie con el circuito de control, en una pieza de un equipo. Al pulsar el botón de parada de emergencia se interrumpe el circuito y elimina el poder desde el relé que mantiene el circuito energizado. El concepto es el mismo para un circuito de fase único energizado, tres circuitos de fase y para voltajes más altos. Las grandes piezas de un equipo operan con relé más grande.

1.5.1.3.4. Contactor

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se de tensión a la bobina. Un contactor es un dispositivo

con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, y tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

1.6. Clasificación del tipo de maquinaria y equipo en el taller

La maquinaria que utiliza como fuente de alimentación la electricidad, se clasifica en dos tipos, que son:

- Maquinaria estacionaria
- Maquinaria móvil

1.6.1. Maquinaria estacionaria

Se clasificó por la forma de la sección del material que se trabaja en cada máquina de la siguiente manera:

- Sección plana
 - Cortadora de lámina
 - Dobladora de lámina
 - Roladora de lámina
 - Barreno de pedestal
 - Fresadora
- Sección redonda
 - Cortadora de cinta

- Barreno de pedestal
- Fresadora universal
- Torno horizontal

1.6.2. Maquinaria móvil

Consiste en máquinas de corte, pulido y perforación las cuales son asignadas, a cada uno de los soldadores de la empresa dentro de estas se encuentra:

- Pulidora de 5"
- Pulidora de 9"
- Amoladora
- Barreno

1.7. Sistemas de enfriamiento

Se revisaron las condiciones de funcionamiento de las máquinas y se determinó que no todas necesitan un sistema de enfriamiento. Se les instaló un sistema de enfriamiento a las máquinas que realizan su trabajo con base en el arranque de viruta.

En el caso de las máquinas móviles, se determinó que es necesario dejar trabajar la maquina en vacío para que se enfríe de forma automática con el ventilador interno. En el caso del barreno, que en ocasiones se necesita para perforar una pieza de un espesor grande, es necesario enfriar la herramienta de arranque de viruta utilizado (broca), esta se enfría con la aplicación de aceite, con la ayuda de una aceitera manual.

En el caso de las máquinas estacionarias, se determinó que las máquinas que necesitan un sistema de enfriamiento continuo, son el torno y fresadora. En el caso del torno, ya cuenta con un sistema, cuyo funcionamiento fue revisado, además de las conexiones hidráulicas y eléctricas.

En el caso de la fresadora, fue necesaria la fabricación e instalación de un sistema que haga la aplicación continua de aceite refrigerante. Para esto se utilizó una bomba sumergible y se fabricó un recipiente de almacenaje del mismo. Además, se realizó la instalación de una manguera hidráulica y tubería de acero al carbón, para el retorno del refrigerante al recipiente.

1.8. Descripción de los procesos de fabricación

A continuación se describen los procesos de fabricación realizados por Infyma.

1.8.1. Fabricación de rolados, procesos de soldaduras y acabados

A continuación se describen tres tipos de procesos.

1.8.1.1. Rolado de láminas

Para este proceso se puede utilizar lámina de acero inoxidable, acero al carbón y otros. Lo primero que se hace es cortar la lámina del tamaño del perímetro necesario para alcanzar el diámetro requerido, para esto se utiliza la ecuación siguiente:

$$P = 2 \pi r$$

Posteriormente, se coloca la lámina en la máquina y se inicia el proceso de rolado, el cual consiste en el paso repetido de la lámina, accionando los niveladores del rodillo inferior hasta alcanzar la unión de los dos extremos de la lámina.

Figura 3. **Lámina de acero al carbón rolada**



Fuente: Industrias Alfasa.

1.8.1.2. Soldadura de láminas

A continuación se describen los procesos de soldadura utilizados.

1.8.1.2.1. Proceso de soldadura por arco eléctrico GTWA (TIG)

Es un proceso manual de soldadura por arco, bajo la protección de gas, con electrodo no consumible. Usa un arco eléctrico como fuente de energía entre el electrodo no consumible y la pieza a soldar, con la envoltura protectora del gas inerte, el gas utilizado es el argón. Cuando se usa material de relleno, este se proporciona mediante el uso de varillas, de la misma forma que en la soldadura oxiacetilénica.

- Aplicaciones

El proceso TIG se puede utilizar para la soldadura de todos los materiales, incluido el aluminio, magnesio y los materiales sensibles a la oxidación como el titanio.

- Equipo de soldadura TIG

El equipo básico para el soldeo TIG consiste en una fuente de energía o de alimentación, una antorcha TIG equipada con un electrodo de tungsteno no consumible, una pinza de masa y una botella de gas inerte, argón.

- Antorcha TIG

Conduce la corriente y el gas de protección hasta la zona del soldeo. El electrodo de tungsteno que transporta y mantiene la corriente hasta la zona de soldeo se sujeta rígidamente a una pinza alojada en el cuerpo del portaelectrodos. El gas de aportación llega hasta la zona de soldeo a través de una tobera de material cerámico, sujeta en la cabeza del portaelectrodos. La

tobera tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldeo.

Figura 4. **Portaelectrodos TIG**



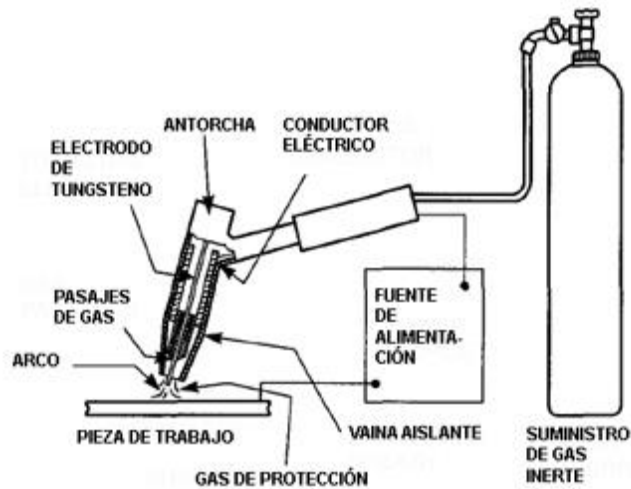
1. Portaelectrodo, 2. Guía de electrodo, 3. Pinza, 4. Tobera cerámica, 5. Colilla sujetadora larga y 6. Colilla sujetadora corta.

Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Infyma.

- **Pinza de masa**

La conexión correcta de la pinza de masa es una consideración de importancia. La situación del cable es de especial relevancia en el soldeo, un cable mal sujeto no proporcionará un contacto eléctrico consistente y la conexión se calentará, pudiendo producirse una interrupción en el circuito y la desaparición del arco.

Figura 5. Diagrama de funcionamiento de soldadura TIG



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

1.8.1.2.2. Proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo

La característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos, en inglés *shield metal arc welding* (SMAW) o *manual metal arc welding* (MMAW), es que el arco eléctrico se produce entre la pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el calor del arco, el extremo del electrodo se funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base.

Estas gotas de metal fundido caen recubiertas de escoria fundida procedente de la fusión del recubrimiento del arco. La escoria flota en la

superficie y forma, por encima del cordón de soldadura, una capa protectora del metal fundido.

Como son los propios electrodos los que aportan el flujo de metal fundido, será necesario reponerlos cuando se desgasten. Los electrodos están compuestos de dos piezas: el alma y el revestimiento.

El alma o varilla es un alambre (de diámetro original de 5,5 mm) que se comercializa en rollos continuos. Tras obtener el material, el fabricante lo decapa mecánicamente (a fin de eliminar el óxido y aumentar la pureza) y posteriormente lo trefila para reducir su diámetro.

El revestimiento se produce mediante la combinación de una gran variedad de elementos (minerales varios, celulosa, mármol, aleaciones, entre otros) convenientemente seleccionados y probados por los fabricantes, que mantienen el proceso, cantidades y dosificaciones en riguroso secreto.

La composición y clasificación de cada tipo de electrodo está regulada por American Welding Society (AWS), organismo de referencia mundial en el ámbito de la soldadura.

Este tipo de soldaduras pueden ser efectuadas bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua, el arco es más estable y fácil de encender, y las salpicaduras son poco frecuentes; en cambio, el método es poco eficaz con soldaduras de piezas gruesas. La corriente alterna posibilita el uso de electrodos de mayor diámetro, con lo que el rendimiento a mayor escala también aumenta. En cualquier caso, las intensidades de corriente oscilan entre 10 y 500 amperios.

El factor principal que hace de este proceso de soldadura un método tan útil es su simplicidad y, por lo tanto, su bajo precio. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado. La sencillez hace de ella un procedimiento práctico; todo lo que necesita un soldador para trabajar es una fuente de alimentación, cables, un portaelectrodo y electrodos. El soldador no tiene que estar junto a la fuente y no hay necesidad de utilizar gases comprimidos como protección. El procedimiento es excelente para trabajos de reparación, fabricación y construcción. Además, la soldadura SMAW es muy versátil. Su campo de aplicaciones es enorme: casi todos los trabajos de pequeña y mediana soldadura de taller se efectúan con electrodo revestido; se puede soldar metal de casi cualquier espesor y se pueden hacer uniones de cualquier tipo.

Sin embargo, el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su automatización o semiautomatización; su aplicación es esencialmente manual. La longitud de los electrodos es relativamente corta: de 230 a 700 mm. Por lo tanto, es un proceso principalmente para soldadura a pequeña escala. El soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar un electrodo nuevo. No obstante, aún con todo este tiempo muerto y de preparación, un soldador eficiente puede ser muy productivo.

1.8.1.3. Acabados de láminas de acero inoxidable

Los acabados de laminación, realizados por procesos de laminación en caliente y frío, son los que se suministran básicamente en todos los productos planos de acero inoxidable. Es suficiente para algunas aplicaciones de ingeniería, pero también son la base para los procesos empleados en modificar

la superficie según las necesidades arquitectónicas, las cuatro designaciones más importantes para aplicaciones de ingeniería son las que se describen a continuación.

1.8.1.3.1. Acabado 1D

Laminado en caliente y recocido, una vez eliminada la cascarilla de laminación, esta superficie es clasificada como acabado 1D. Esta superficie, propia de las chapas y planchas más gruesas, tiene poca reflectividad. Se utiliza, sobre todo, en piezas no decorativas, donde la apariencia es menos relevante, por ejemplo, en sistemas de soporte en lugares no visibles y en aplicaciones estructurales.

Figura 6. **Muestra acabado 1D**



Fuente: COHRANE, David. *Guía de acabados de acero inoxidable*. p. 3.

1.8.1.3.2. Acabado 2D

Esta superficie, menos rugosa que la 1D, se logra con material labrado en frío, recocido y decapado. La apariencia mate de la superficie, poco reflectante, la hace adecuada para aplicaciones industriales y de ingeniería.

Figura 7. **Muestra acabado 2D**

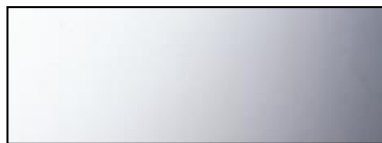


Fuente: COHRANE, David. *Guía de acabados de acero inoxidable*. p. 3.

1.8.1.3.3. Acabado 2B

Producido mediante el mismo proceso de la superficie 2D, con un ligero laminado final utilizando rodillos muy pulidos que proporcionan una superficie lisa, reflectante, grisácea. Es el acabado superficial más utilizado en la actualidad y sirve de base para la mayoría de acabados brillantes y pulidos.

Figura 8. **Muestra acabado 2B**



Fuente: COHRANE, David. *Guía de acabados de acero inoxidable*. p. 3.

1.8.1.3.4. Acabado 2R

Este acabado muy brillante, que refleja las imágenes con claridad, se obtiene mediante un tratamiento térmico en unas condiciones atmosféricas sin oxígeno, seguido de un laminado en frío utilizando rodillos muy pulidos. Este acabado muy liso es menos susceptible a alojar contaminantes del aire y su limpieza resulta más fácil.

Figura 9. Muestra acabado 2R



Fuente: COHRANE, David. *Guía de acabados de acero inoxidable*. p. 3.

1.8.2. Fabricación de cuñeros, rectificaciones, agujeros con ángulo y otros

A continuación se describen los procesos para piezas de sección redonda o cuadrada.

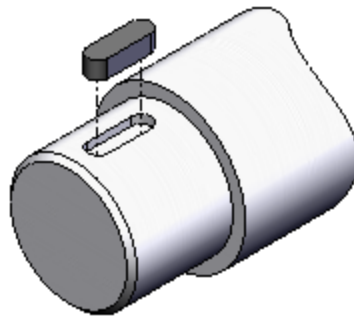
1.8.2.1. Fabricación de cuñeros o chaveteros

Se denomina chaveta a una pieza de sección rectangular o cuadrada que se inserta entre dos elementos que deben de ser sólidos entre sí, para evitar que se produzcan deslizamiento de una pieza sobre la otra. El hueco que se mecaniza en las piezas acopladas para insertar las chavetas se llama chavetero. La chaveta tiene que estar muy ajustada y carecer de juego que pudiese desgastarla o romperla por cizallamiento. Ejemplos de mecanismos que tienen insertada una chaveta son los ejes de motores eléctricos y la polea que llevan acoplada, los engranajes que no son excéntricos también llevan insertada una chaveta que los fija al eje donde acoplan. El volante de dirección de los vehículos también lleva insertada una chaveta que lo une al árbol de dirección.

Para realizar el chavetero, se fija la pieza en la prensa, se perfora la pieza que se necesita trabajar con una broca mayor del tamaño de la cuña, luego, con

ayuda de una fresadora universal, se realiza un movimiento horizontal hasta alcanzar el tamaño necesario del cuñero.

Figura 10. **Eje con cuña y cuñero**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

1.8.2.2. Rectificación de piezas

Para el rectificado de piezas, se coloca la pieza que se desea rectificar en la prensa. Posteriormente se toman las medidas necesarias para las rectificaciones que se requieren, luego, con ayuda del torno, se rectifican las piezas cilíndricas.

1.8.3. Fabricación de ejes

A continuación se describe el proceso de fabricación de ejes.

1.8.3.1. Fabricación de ejes para bandas transportadoras

Para su fabricación, se determina el tipo de eje que se necesita, que son dos: cuadrados y redondos. Se determina el largo del eje mediante la siguiente ecuación:

$$L = X + 2A + B$$

Donde:

L = largo del eje

X = ancho de la banda

A = ancho de las chumaceras

B = tamaño del eje que ingresa a la caja reductora

Figura 11. Eje con cuña y cuñero en transportador



Fuente: taller de Infyma.

Posteriormente, se realiza el proceso de desbaste de los extremos del eje, al diámetro requerido por el motor y las chumaceras, si se trata de un eje redondo, se pueden colocar chumaceras del diámetro del eje. Se realiza un cuñero en el extremo del eje.

Figura 12. **Motorreductor**



Fuente: *Manual de motores Seweurodrive*. p. 95.

Luego se maquina un cuñero para el *sprocket* fijo, el cual se encuentra en el centro de la longitud de la banda transportadora. En el eje cuadrado se maquinan las hendiduras para los seguros exteriores al *sprocket*.

Figura 13. Eje con *sprockets* en banda transportadora

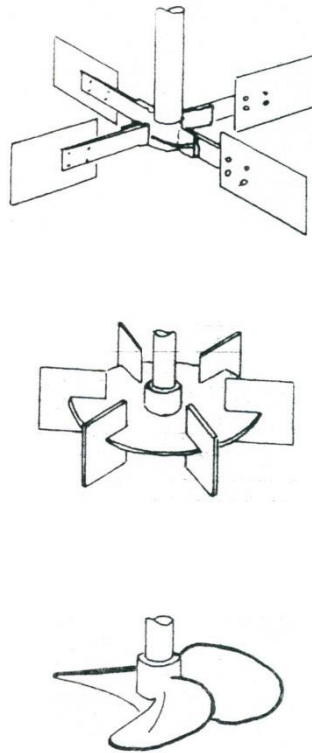


Fuente: taller Infyma.

1.8.3.2. Fabricación de eje o agitador para tanques

Se prepara el eje sólido redondo, se rectifica el eje con ayuda de un torno y luego se balancea. Se fabrica el sistema de aspas, de acuerdo al diseño solicitado y conforme el producto que se agitará. Este sistema cuenta con buje de mayor diámetro que el eje principal del sistema, se le realiza un cuñero interno con la ayuda de una amortajadora y se perfora para la colocación de dos castigadores, el diámetro de estos depende del tamaño de la cuña.

Figura 14. **Ejes o agitadores**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

En el principal se realizan cuñeros, según la cantidad de aspas que se le coloquen al agitador. La separación entre cada juego de aspas depende de su número y del producto que se agitará, en un extremo para el acople del eje hacia el eje de salida del motorreductor.

Figura 15. **Eje o agitador**



Fuente: taller Infyma.

1.8.4. Fabricación cobertores o guardas de máquinas y equipos, tolvas y otros

A continuación se describe el proceso de fabricación de accesorios para equipos.

1.8.4.1. Realización del diseño

Se realiza un diseño del cobertor o guarda que se desea realizar. El diseño depende de la máquina y de lo que desea cubrir. Se realizará un bosquejo inicial y, con un programa de dibujo, se realizará un plano final de los cobertores.

1.8.4.2. Corte de lámina

Se saca el bosquejo necesario para realizar el corte de la lámina. Se trazan sobre la lámina las medidas que se necesitan, posteriormente se regula la máquina cortadora, luego se coloca la lámina sobre las guías de la máquina, se revisa que las medidas coincidan y se acciona la máquina para que realice el corte. Se retira el filo del corte con ayuda de una pulidora y un *polyfam*.

1.8.4.3. Doblado de lámina

Se marca la lámina con el diseño que se quiere alcanzar al realizar los dobleces.

Figura 16. **Lámina de acero al carbón doblada**



Fuente: taller Infyma.

En muchas ocasiones, debido al diseño requerido, para los cobertores se necesita ayuda de equipos externos o unión, por medio de un proceso de soldadura de piezas para formar los cobertores.

Figura 17. **Lámina de acero al carbón doblada para guarda**



Fuente: Industrias Alfasa.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proceso de habilitación

A continuación se describe el proceso de habilitación de la maquinaria.

2.1.1. Habilitación de la fresadora tipo universal

A continuación se describe el proceso de habilitación de la máquina fresadora universal 2J2–head.

2.1.1.1. Características de la máquina fresadora

A continuación se detallan las características principales de la fresadora.

Tabla I. Características principales de la fresadora

Fresadora Universal 2J2–head		
Num.	Descripción	Medida
1	Tamaño de la mesa de trabajo	1065 x 230 mm
2	Movimiento horizontal	760 mm
3	Movimiento vertical	405 mm
4	Numero de ranuras	3
5	Velocidades del husillo	15
6	Rango de RPM	67 – 4600
7	Potencia del motor	2 HP
8	Peso neto	889 kg

Fuente: elaboración propia, con datos del *Manual de mantenimiento*.

2.1.1.2. Desarmado de la fresadora

Se retiró el sistema de transmisión de potencia de la fresadora, el cual funciona mediante un sistema de dos poleas, donde una es la conductora y la otra la conducida, estas son de tipo cónico y están conectadas entre sí por una faja. Esta faja se encontraba en malas condiciones.

Figura 18. Sistema de poleas



Fuente: elaboración propia, con programa SketchUp.

Luego se retiró el motor eléctrico de 2 HP. Se retiró la polea conductora y se revisaron sus condiciones. La polea conducida, o polea del husillo, se encuentra conectada a un sistema de dos cojinetes que alinean el husillo, además, estos sirven para transmitir la potencia. Al desarmar estas poleas, con ayuda del manual de usuario, se comprobó que la fresadora no cuenta con el sistema de cambio de velocidades, por lo tanto la velocidad del motor solo se podrá controlar mediante un variador de frecuencia conectado en el tablero de arranque del motor. Se retiró el cobertor de poleas. Se separó el adaptador del cabezal principal de la fresadora que se encontraba sujeto a este mediante cuatro tornillos giratorios, dicho adaptador cuenta con un movimiento rotacional de hasta 30°.

Figura 19. **Adaptador en mal estado**



Fuente: taller Infyma.

Como se puede observar en la figura 19, el adaptador de conexión del cabezal principal de la fresadora se encuentra seriamente dañado. La conexión de la polea fue desarmada, encontrándose que hacía falta una faja dentada de 1 ¼", la cual va conectada al engrane dentado para la temporización del husillo. Esta barra cuenta con un sistema de cojinetes que se encuentran mal centrados, para arreglarlo se fabricó un soporte de acero inoxidable y se le colocó un cojinete de agujas.

Se retiró la tapa para cobertor de engranajes y se observó que no cuenta con la faja que va en el engrane de giro, además, el cojinete se encuentra en mal estado. Posteriormente, se desarmó el sistema de cambio de potencia de la fresadora, que consta de un husillo y una recepción en el eje principal del rotor

de la fresadora, lo cual produce un cambio en el engrane de potencia de la fresadora.

Figura 20. **Sistema de conexión del husillo**

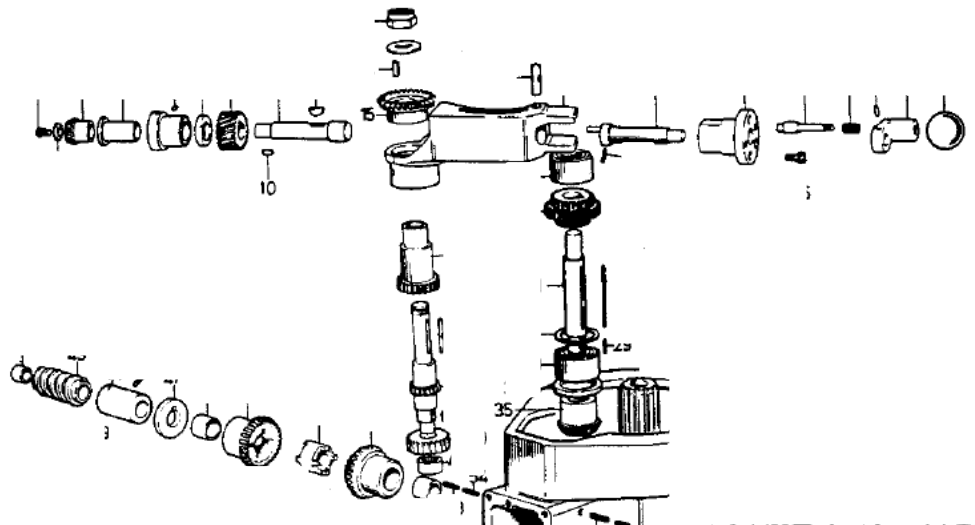


Fuente: taller Infyma.

Luego se retiró el husillo del engranaje de giro del cabezal y se desarmó el sistema del contraje, el cual consta de un engrane y un cojinete. Se desarmó todo el sistema de activación del automático y se observó que el sistema de velocidades estaba armado de forma incorrecta. Además, el soporte de conexión a los engranes se encontraba seccionado, por lo cual fue necesario realizarle un proceso para su reparación. Este soporte conectaba la activación de velocidad del automático y era el que hacía girar la palanca del automático. Este sistema se encontraba compuesto por dos ejes, uno tenía tres engranes de diferentes medidas y el otro solo uno, al que se le podía cambiar la posición para controlar la velocidad del sistema automático. Estas piezas se limpiaron, se les cambió cuñeros, se ajustaron los tornillos castigadores y se engrasaron,

ya que la grasa que tenían ya no tenía la solidez necesaria para evitar desgastes.

Figura 21. **Piezas del sistema de conexión**



Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora.* p. 5.4.

Posteriormente, se desarmó el sistema de graduación para el movimiento del cabezal giratorio, compuesto por un tornillo, dos topes roscados y un tope sin rosca que oscila entre los dos roscados.

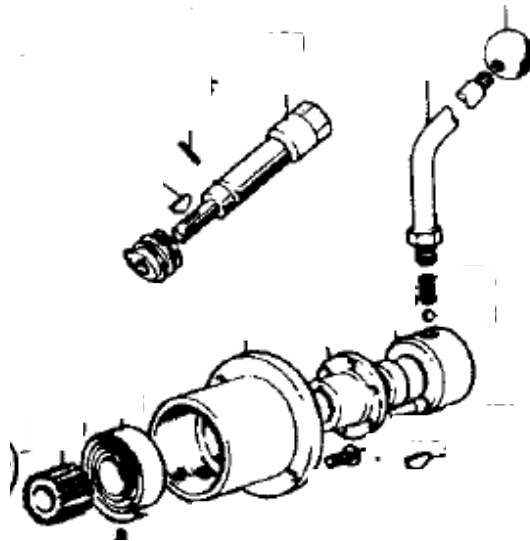
Figura 22. Sistema graduación del husillo



Fuente: taller Infyma.

El desarmado de la barra de accionamiento manual para el movimiento del cabezal giratorio de la fresadora consistió en retirar los tornillos de anclaje, quitar la palanca que se desactiva mediante un resorte y luego se retiró el cobertor de un resorte de tipo *clockspring*, que es un resorte de torsión armado en espiral, utilizado para regular la fuerza entre dos o más ejes coaxiales.

Figura 23. **Piezas del sistema de accionamiento manual de la fresadora**



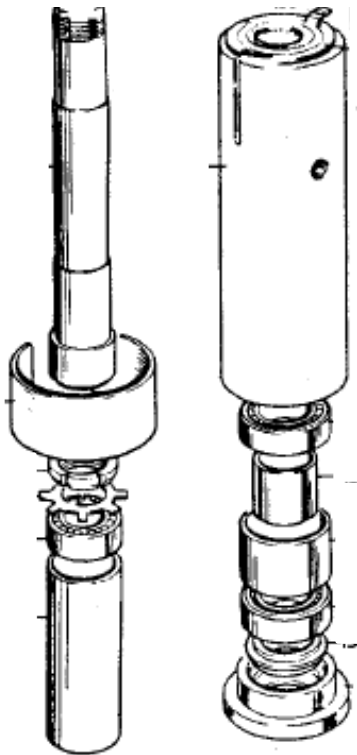
Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora*. p. 6.4.

Al retirar tornillo regulador, fue posible el desmontaje de la pluma del husillo o cabezal giratorio, de este se retiró la tapa y se observó que el escudo de protección contra la suciedad se encontraba en mal estado, esto se produjo porque el tornillo castigador estaba quebrado en su interior, lo cual causaba daño. Se desarmó el eje giratorio y fijo, el giratorio estaba alineado por tres rodamientos de balines completamente sellados, de los cuales uno se encontraba en mal estado.

Estos cojinetes se encontraban separados por separadores de acero al carbón para que no tuvieran movimiento al momento de bajar el husillo giratorio. Se consiguió un rodamiento similar al que estaba en mal estado y se fabricó la tapa del escudo contra la suciedad del husillo, para proteger de forma adecuada

de la suciedad al sistema de rotación. Además se repasó la rosca de aseguramiento del husillo.

Figura 24. **Piezas del sistema de alineación del husillo**



Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora*. p. 6.4.

2.1.1.3. Armado de la fresadora

Antes de iniciar el proceso de armado de la fresadora, se limpiaron las piezas con limpia grasas y se inspeccionaron minuciosamente las condiciones de cada una. En esta inspección se determinó que ciertas piezas estaban en

malas condiciones y otras faltaban, por lo cual, antes de iniciar el proceso de armado, se fabricaron y repararon las siguientes piezas.

2.1.1.3.1. Reparación de cuna del engrane del sistema automático

Lo primero que se realizó fue, con la ayuda de una pulidora y una amoladora, un bisel a las dos secciones de la cuna. Este se realiza para tener una mejor penetración al momento de aplicar el proceso de soldadura. Luego, con equipo de soldadura autógena, se precalentaron las dos secciones de la pieza hasta que alcanzara un color rojizo. En ese momento, por medio de un proceso de soldadura de arco eléctrico con electrodo para hierros colados o fundiciones, fue aplicado a lo largo de todo el bisel en las dos piezas.

Posteriormente se introdujo la pieza en un recipiente lleno de cal y se dejó enfriar lentamente durante aproximadamente 8 horas. Se sacó de este recipiente y fue revisada la penetración de la soldadura, se observó que la penetración fue correcta. Luego, con la ayuda de una amoladora se limpió el exceso de soldadura en la pieza, se probó el armado de las piezas que componen el sistema completo y se dejó la pieza lo más exacta que fue posible para el correcto trabajo de la misma.

Figura 25. **Engrane en malas condiciones**



Fuente: taller Infyma.

2.1.1.3.2. Reparación de la tapa del escudo contra la suciedad del husillo

La primera opción era reparar esta pieza mediante un proceso de soldadura de arco eléctrico, que consistía en la aplicación de soldadura para rellenar las orillas faltantes de la tapa. Se procedió a precalentar la pieza con equipo para soldadura autógena, posteriormente se le aplicó electrodo para hierros colados o fundiciones, se le dio un tiempo de enfriamiento de aproximadamente 8 horas y luego se procedió a la limpieza de la soldadura. Al momento de realizarla, se observó que el rellenado de las orillas no era adecuado porque el electrodo fundido no se mantenía solo en estas, sino que se esparcía por todas las ranuras de la tapa. Ante esto, se decidió fabricarla con la ayuda de un torno universal.

Figura 26. **Tapa contra la suciedad del husillo dañada**



Fuente: taller Infyma.

Primero se obtuvo una masa de 4 pulgadas de diámetro y 5 pulgadas de largo, posteriormente se realizó el vaciado de la pieza para el ingreso del husillo, con la holgura necesaria para realizar su movimiento. De la pieza en mal estado se tomaron las medidas necesarias para la ubicación de los diferentes espacios, además de la rosca que era tipo fina. Se fabricó, además, una llave para apretar de forma más uniforme esta pieza.

Figura 27. **Tapas contra la suciedad del husillo**



Fuente: taller Infyma.

2.1.1.3.3. Reparación del adaptador del cabezal principal

El adaptador se encontraba con secciones ya dañadas, por lo tanto, al colocarle los tornillos de fijación de cabezal, estos corrían el riesgo de desprenderse, además, el cabezal ya no se ajustaba bien. Se tomó la decisión de obtener una pieza de diámetro similar al del adaptador y un largo de 4 ½", y se le dio la forma que tiene el adaptador original de la máquina. Al adaptador antiguo se le perforaron cuatro agujeros, a estos se le hizo una rosca interna para tornillo de 12 mm, que servirán para fijar el adaptador nuevo al adaptador que se encontraba dañado.

Figura 28. **Adaptador en mal estado**



Fuente: taller Infyma.

Figura 29. **Adaptador nuevo**



Fuente: taller Infyma.

Al tener estas piezas ya reparadas o fabricadas, además de comprar las piezas que se consiguieron en el mercado nacional, se procedió al armado. Se armó el husillo y al cabezal fijo o pluma, a la cual se le colocó un *o-ring* en la unión con la tapa contra suciedad, este *o-ring* ayudará a sellar mejor. Posteriormente esta se introdujo en la cubierta de la pluma. Al colocarse se observó una holgura que no debería tener, por tal razón, se fabricaron unas camisas para ser colocadas entre la pluma y el cobertor de la misma. Estas camisas se fabricaron con lámina de acero inoxidable de 1 mm, de tal manera que la pluma ya estuvo mejor ajustada. Además, se armó el sistema de regulación del movimiento del husillo, se colocó el tornillo de unión con la pluma y a los topes se les repasó la rosca, se limpiaron y engrasaron para que realizaran de mejor forma su función.

Figura 30. **Sistema de alineación del husillo**



Fuente: taller Infyma.

Se colocó la activación del sistema automático, se les aplicó grasa a sus engranes de control de velocidad. Al mismo tiempo, se revisó el funcionamiento y que todas las piezas estuvieran en su lugar. Posteriormente, se colocó el engrane del sistema y se probó que los trabajos que se le realizaron no interfirieran con el funcionamiento del equipo.

Figura 31. **Sistema de engranajes de velocidad del automático**



Fuente: taller Infyma.

Se armó el sistema manual de bajado del husillo, a este sistema se le cambió el resorte de forma preventiva, para que no cause ningún problema en el futuro, además, que se le colocó la tornillería completa.

Figura 32. **Sistema del engrane del automático**



Fuente: taller Infyma.

Se colocaron los sistemas de conexión entre la pluma y la polea. Se le colocó la faja dentada, con dientes cuadrados de $\frac{1}{4}$ ", ancho de $1 \frac{1}{4}$ " y largo de 11". Esta faja no se encontraba en el equipo, su función es darle una mayor fuerza al husillo. Posteriormente se colocó el cobertor de protección de los engranes.

Figura 33. **Sistema de conexión entre pluma y poleas**



Fuente: taller Infyma.

Se colocó la inducida sobre su base, la cual se encontraba en malas condiciones. Esta fue reparada y colocada. A la polea se le aplicó grasa en su parte interna, para tener una mejor rotación. Luego se colocó el cobertor de las poleas y el motor con la polea inductora. La faja que está entre estas se cambió por una nueva, ya que la que tenía presentaba cierto deterioro por el tiempo de uso.

Una vez armada la fresadora, se probó su funcionamiento, el cual fue bueno, con el inconveniente de tener un torque muy pequeño. Para solucionar esto, se trabajó en el panel eléctrico, aumentándose la frecuencia del motor para generar mayor potencia y un mayor torque.

Figura 34. **Pruebas de funcionamiento**



Fuente: taller Infyma.

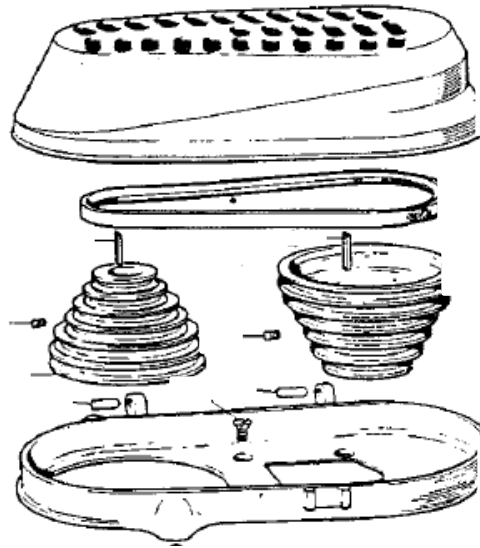
2.1.1.4. Desarmado de la amortajadora

En la parte posterior la máquina fresadora se encuentra un segundo cabezal, cabezal se encuentra una máquina amortajadora. Para su funcionamiento se le debe dar vuelta a la estructura superior de la fresadora, la cual realiza el movimiento rotacional al retirar los tornillos de fijación de los cabezales.

Se retiró la tapa de la coraza de la correa, posteriormente se retiraron las cuñas las poleas. Estas poleas son tipo cónicas con ranuras para las fajas que

controlan la velocidad de la amortajadora, estas poleas eran de cuatro velocidades.

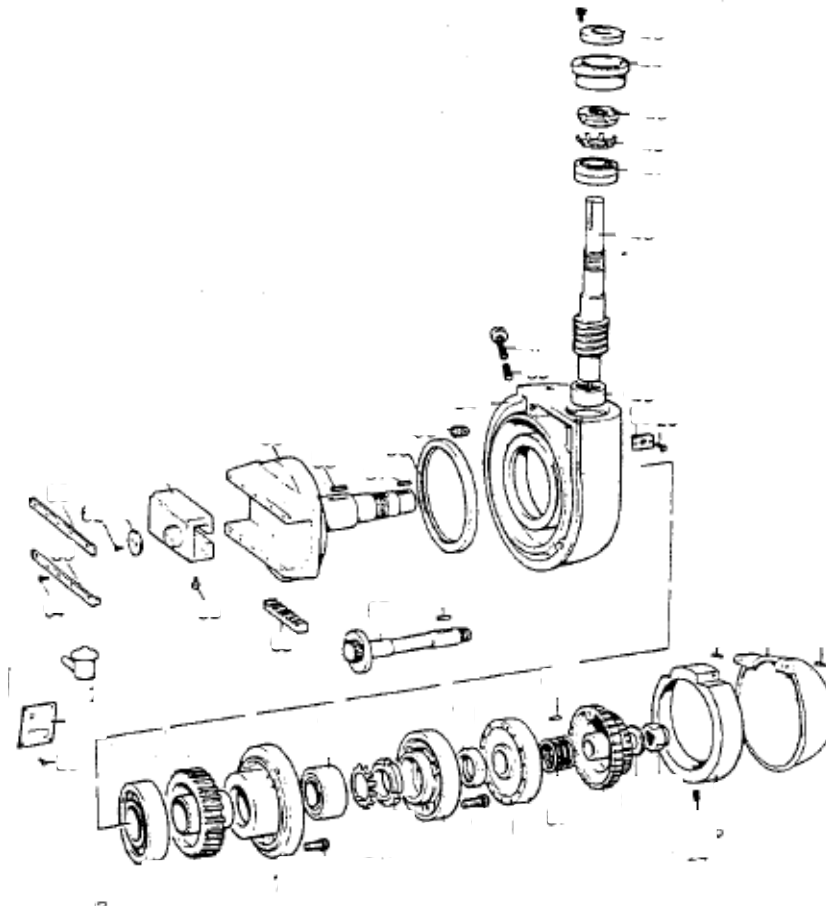
Figura 35. **Sistema de poleas**



Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora*. p. 6.9.

Luego del desarmado de las poleas, se procedió a retirar el motor. Luego, se desarmaron los tornillos del adaptador de la amortajadora que se encontraba sujeta mediante cuatro tornillos. El cabezal se colocó en banco de trabajo y se desarmó el eje de transmisión de fuerza de la polea inducida o unidad de accionamiento, compuesto por un eje tipo manivela que le transmite el movimiento a un engrane que sirve para cambiar el tipo de movimiento transmitido este, a su vez, se une a la muñequilla que sirve como conector para la biela.

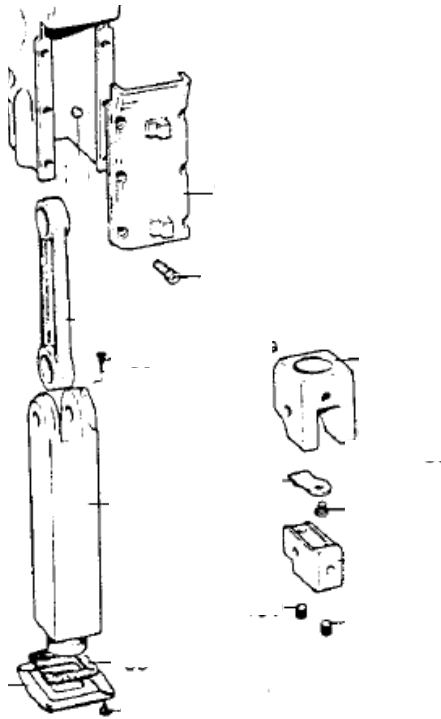
Figura 36. **Sistema de cambio de movimiento**



Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora.* p. 6.9.

Luego, se retiró la tapa de la biela, se sacó el sistema de la biela compuesto por la biela, un pasador, la pieza de fuerza, los sistemas de limpieza y la portaherramientas de la amortajadora.

Figura 37. **Sistema de biela manivela de amortajadora**



Fuente: *Manual de mantenimiento de la fresadora*. p. 6.9.

Luego de terminar de desarmar el cabezal de la amortajadora, se limpiaron y revisaron todas las piezas, se cambiaron algunos tornillos que se encontraban lastimados y se engrasaron las piezas necesarias para mejorar su funcionamiento. Fue verificado el embobinado y las conexiones del motor.

2.1.1.5. Armado de la amortajadora

Para esto se armó primero el sistema de biela y la barra impulsora. Luego, se armó el sistema de cojinetes con los separadores necesarios para la instalación del engrane para el cambio de movimiento. Posteriormente se instaló la manivela, esta se encuentra conectada a la polea inducida del

cabezal, se colocó la base de las poleas y la cuña entre la polea y la manivela. Se armó la otra polea, se instaló la polea conductora y se cambió la faja de unión entre las poleas.

Finalmente, se conectó el motor y se realizaron pruebas en piezas de acero inoxidable, acero al carbón y ertalon, trabajando adecuadamente con la herramienta correcta.

2.1.1.6. Sistema de enfriamiento

La máquina fresadora no contaba con un sistema de enfriamiento de las herramientas, por lo tanto, fue necesario implementar un sistema para enfriar las herramientas y las piezas a trabajar.

Se compró una bomba de agua para fuente de bajo caudal. Esta bomba trabaja sumergida, por lo que se fabricó una pieza de lámina de acero inoxidable. En la salida de la bomba, se colocó un adaptador para manguera neumática, la cual se conecta a un adaptador. Posteriormente, se conectó una manguera hacia otra manguera ajustable y direccionable.

Figura 38. **Manguera modulable**



Fuente: taller Infyma.

En la mesa de trabajo de la fresadora, en la salida del refrigerante, se colocó una sección de lámina perforada, la cual funcionará como filtro, y una sección de tubo ajustado para realizar un sistema de retorno de refrigerante hacia el recipiente que contiene el refrigerante.

Figura 39. **Bomba del sistema de enfriamiento**



Fuente: taller Infyma.

2.1.2. Habilitación de la dobladora de lámina

A continuación se describe el proceso de habilitación de la dobladora de lámina.

2.1.2.1. Desarmado de la dobladora de lámina

Primero se realizó la desconexión eléctrica, luego se bloquearon los pasos de fluido hacia los motores neumáticos o cilindros neumáticos y se retiraron los tornillos que sujetan el contrapeso de la máquina

Figura 40. **Mangueras de hidráulico**



Fuente: taller Infyma.

Se retiró el contrapeso, que consistía en una lámina de acero al carbón de 1", y se retiraron los resortes que desactivan el control de la máquina.

Figura 41. **Dobladora de lámina sin protector**



Fuente: taller Infyma.

Se desatornillaron los tornillos de ajuste de los motores neumáticos, estos se encontraban sujetos a la máquina mediante cinco medias lunas, las cuales servían para nivelar y centrar dichos motores.

Figura 42. **Motores hidráulicos**



Fuente: taller Infyma.

Luego, se retiraron los impulsores de los motores neumáticos, una vez desarmados se evaluó la condición de los *o-rings*, los cuales estaban desgastados, en especial el de unión entre los dos cilindros.

Figura 43. **Motor hidráulico, parte interna**



Fuente: taller Infyma.

2.1.2.2. Armado de la dobladora de lámina

Se limpiaron los cilindros base y los cilindros neumáticos.

Figura 44. **Motor hidráulico después de la limpieza**



Fuente: taller Infyma.

Se compraron los *o-ring* para los cilindros base.

Figura 45. **Motor hidráulico con *o-rings* nuevos**



Fuente: taller Infyma.

Luego se armó cada uno de los motores neumáticos completos y se realizaron pruebas sobre el funcionamiento de los *o-rings* nuevos.

Figura 46. **Motor hidráulico armado**



Fuente: taller Infyma.

Se colocaron los motores, luego se centraron sus niveladores, los cuales tenían forma de media luna. Posteriormente se colocó la lámina de contrapeso de acero al carbón, se instalaron los soportes media luna y las guías. Se colocaron los resortes del sistema de activación de los cilindros y el cobertor de los motores neumáticos. Se ajustaron los controles de altura de los motores y se realizaron pruebas con la dobladora. También se reajustó la válvula del control del hidráulico para el segundo cilindro, ya que este es el que da el impulso final para realizar un doblez exacto.

2.1.3. Habilitación de roladora de lámina

A continuación se describe el proceso de habilitación de la roladora de lámina.

2.1.3.1. Desarmado de roladora de lámina

Se retiraron los cobertores de los engranes de los rodillos y de las guías de los cilindros, se revisaron las condiciones de los engranes dentados y de las guías del eje principal del rodillo, los cuales estaban dañados y gastados. Posteriormente, se retiraron los rodillos superior, inferior y frontal, para revisar las condiciones de los mismos, estos se encontraron en buenas condiciones.

Figura 47. **Rodillos**

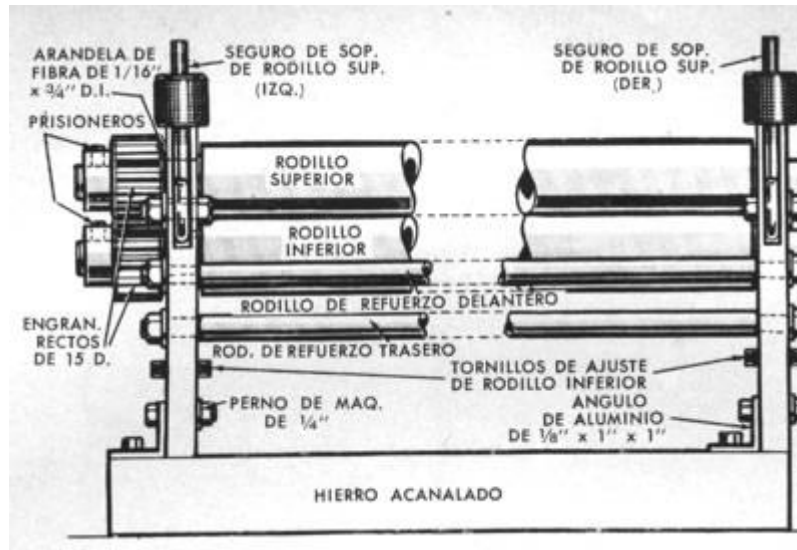


Fuente: taller Infyma.

2.1.3.2. Armado

Se procedió a la limpieza y engrasado de todas las piezas de la máquina, luego se fabricaron los rodillos, los engranes y las guías de los rodillos. Se procedió al armado de estos, junto con los cobertores y se realizó la conexión eléctrica de la máquina roladora. Posteriormente, se realizaron cilindros de pruebas para verificar la precisión en los rolados realizados.

Figura 48. Diagrama de componentes de roladora



Fuente: *Manual de mantenimiento*. p. 45.

2.1.4. Habilitación de barreno de pedestal

Se revisaron las condiciones del funcionamiento del barreno de pedestal, determinándose que necesitaba lubricación de las piezas mecánicas y limpieza de las piezas eléctricas. Se desarmó el barreno y se ajustaron las piezas mecánicas, también se colocaron nuevos conectores del sistema eléctrico.

Se realizó la conexión eléctrica del barreno, posteriormente se efectuaron pruebas de funcionamiento del mismo.

Figura 49. **Barreno de pedestal**



Fuente: taller Infyma.

2.2. Fallas cubiertas y repuestos utilizados

A continuación se describen las fallas cubiertas durante el periodo de realización de pruebas de la maquinaria.

2.2.1. Fresadora

Esta presentó fallas en el sistema de cojinetes del cilindro del husillo, los cuales fueron removidos y cambiados por cojinetes sellados.

Además, se le cambió la faja de velocidad, ubicada en las poleas inductora y de tracción, que estaba dañada. Este cambio se realizó por prevención, para evitar destapar la máquina en un futuro.

Además, se compraron varios juegos de fresas de diferentes medidas, para trabajar los diferentes materiales.

2.2.2. Cortadora de lámina

A esta máquina se le dañó el sistema de accionamiento de la cuchilla, se desarmó el pedal de activación, comprobándose la mala condición del micro de activación, por lo cual fue sustituido por uno similar.

Otro problema que presentó fue que se activaba repetidamente sin necesidad de activar el pedal, por lo tanto se revisó el sensor, identificándose que el resorte de desactivación se encontraba en mal estado. Se limpió el sensor y se cambió el resorte, para tener una mayor sensibilidad y funcionar correctamente.

2.3. Detalles de operación y funcionamiento

En esta sección se detallará la forma correcta de operar las máquinas estacionarias del taller de fabricación.

2.3.1. Detalles de operación fresadora universal y torno horizontal

Pasos a seguir para el uso de la fresadora universal y torno horizontal

- Paso 1: habilitar el paso de corriente
- Paso 2: instalación de y fijación del portaherramientas
- Paso 3: instalación de herramienta a utilizar
- Paso 4: ajustes de máquina cabezal
- Paso 5: activación de sistema de enfriamiento
- Paso 6: fabricación de piezas
- Paso 7: reubicación de cabezal
- Paso 8: limpieza de viruta
- Paso 9: limpieza de la fresadora
- Paso 10: corte de corriente eléctrica

2.3.2. Detalles de operación cortadora y dobladora de lámina

Pasos a seguir para el uso de la cortadora y dobladora de lámina:

- Paso 1: habilitar el paso de corriente.
- Paso 2: revisión de espesor de lámina, para cortadora menor de 3/16" y para dobladora menor de 1/4".
- Paso 3: ajuste del tamaño de la pieza en cortadora, y ajuste de la fuerza aplicar en la dobladora.
- Paso 4: ubicación de la lámina en las guías de las máquinas.
- Paso 5: activación del sistema de corte o doblado.
- Paso 6: limpieza de guías y secciones sobrantes.
- Paso 7: corte de corriente eléctrica.

2.3.3. Detalles de operación de roladora de lámina

Pasos a seguir para el uso de la roladora de lámina:

- Paso 1: preparación de la pieza de lámina a cortar
- Paso 2: habilitación del paso de corriente
- Paso 3: proceso de ajuste de rodillos de la maquina roladora
- Paso 4: fabricación de rolado
- Paso 5: limpieza de rodillos
- Paso 6: corte de corriente eléctrica

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Capacitación del personal

Se capacitó al personal en el uso de máquinas herramientas y seguridad industrial, se les explicó el uso correcto del equipo personal de protección y las herramientas de banco que se utilizan en el proceso de fabricación.

Se capacitó a dos personas sobre el uso correcto de la fresadora, dobladora de lámina y roladora de lámina, además de darles la información sobre el mantenimiento necesario a las máquinas, evitar accidentes y golpes al personal operativo de la maquinaria.

3.2. Importancia en el orden de las labores de fabricación

Es de gran importancia el mantener un orden al realizar el proceso de fabricación en los distintos equipos, teniendo un itinerario de actividades para ejecutar en el proceso de fabricación de equipos. Se podrá aprovechar de forma adecuada el recurso humano y económico, obteniendo, con el presupuesto disponible en el proceso de fabricación, una ganancia mayor.

Cuando se requieren trabajos de fabricación en cantidades grandes es necesario, determinar los pasos para realizar la mejor secuencia de actividades, por ejemplo, fabricación de 57 carretas.

Para este trabajo se asignó a tres soldadores, un pintor y cuatro ayudantes (un soldador y un ayudante serán considerados una pareja), a

quienes se les asignaron diferentes actividades para obtener mejores tiempos de entrega.

Una pareja realizó el marcado del material, otra pareja realizó el corte de los materiales, la otra pareja realizó el armado de las carretas punteándolas con proceso de soldadura de arco eléctrico. Luego que se marcó la totalidad de los materiales, la pareja asignada a esta tarea, se dedicó a la soldadura de las carretas. Con la ayuda de un pintor, se pintaron las carretas conforme se iban terminando de soldar. Por último, una pareja se encargaba del armado de rodos de las carretas.

Tabla II. **Distribución de tareas para la fabricación de 57 carretas**

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8
Corte de materiales	P1	P1	P1					
Perforación de platinas		P2	P2	P2p				
Armado de carretas	P3	P3	P3	P3	P3			
Soldado de carretas				P1	P1	P1		
Pintado de carretas					P4	P4	P4	
Armado de rodos						P2	P2	P2

P1: pareja 1, P2: pareja 2, P3: pareja 3. P4: pintor, periodo de tiempo en semanas

Fuente: elaboración propia.

3.3. **Importancia de los historiales de operación y funcionamiento**

Los historiales sirven para tener una constancia de las actividades (trabajos), en las que se utilizan las máquinas estacionarias del taller, con lo cual se tiene información del funcionamiento de la maquinaria. Con estos se

podrán realizar mantenimientos de carácter preventivo y determinar las causas de los desperfectos que se puedan presentar.

3.4. Procesos de fabricación realizados por la maquinaria habilitada

A continuación se describen los procedimientos que se pueden realizar en las máquinas habilitadas.

3.4.1. Fabricación de tanques

- Compra de materiales
- Preparación de materiales
- Rolado de láminas
- Soldado de láminas
- Pulido de soldaduras
- Instalación de accesorios
- Pulido del acabado final de láminas
- Entrega de tanques

3.4.2. Fabricación de ejes

- Compra de materiales
- Preparación de materiales
- Ajustes en torno o fresadora
- Realización de proceso de torneado o fresado
- Ajustes de medición
- Limpieza de piezas

3.4.3. Fabricación de bandas transportadoras

- Compra de materiales.
- Preparación de lámina de la medida de los faldones.
- Doblez de lámina de la forma que se le desea dar a los mismos.
- Perforación de la lámina para la instalación de rodillos de retorno, separadores y platinas de unión.
- Maquinado de rodillos de retorno y ejes motriz e inducido.
- Fabricación de separadores.
- Perforación de separadores.
- Corte y perforación de platinas.
- Pintura de piezas metálicas (si el material es acero al carbón).
- Instalación de guías plásticas.
- Instalación de *sprockets*.
- Instalación de banda.
- Conexión de motor.
- Pruebas de funcionamiento.

3.4.4. Fabricación de tolvas de descarga

- Compra de materiales
- Preparación de materiales
- Doblez o rolado de la lámina dependiendo de la forma de la misma
- Aplicación del proceso de soldadura
- Pulido de soldaduras
- Limpieza de lámina
- Instalación de soportes de la tolva
- Entrega de las tolvas

3.5. Mejores en los controles

A continuación se describen las acciones tomadas para mejorar los controles.

3.5.1. Modificación y optimización del procedimiento de trabajo

Se capacitó al personal operativo, en la utilización de las diferentes máquinas herramientas y herramientas de banco para el proceso de fabricación. Esto se realizó con el fin de optimizar el uso de los materiales consumibles utilizados durante el proceso de fabricación, la conservación en buenas condiciones de las herramientas y el tipo de almacenaje que deben tener para evitar los efectos de la oxidación de las mismas. También, se les indicó el mantenimiento preventivo necesario para obtener un mayor tiempo de vida útil. Este mantenimiento se debe realizar cada vez que se terminen de utilizar las herramientas. Se les asignó un cuadro de verificación de las condiciones de la maquinaria eléctrica.

Tabla III. **Cuadro de control revisión de maquinaria eléctrica**

REVISIÓN DE MAQUINARIA ELÉCTRICA

Tipo: _____

No.	Piezas a revisar	Condiciones	Observaciones
1	Espiga		
2	Cobertor del cable		
3	Cable		
4	Sistema de encendido		
5	Mandril		
6	Llave de fijación		
7	Ajuste del disco		
8	Corbones		
9	Otros		

Fuente: elaboración propia.

3.6. Operación de la maquinaria y parámetros de funcionamiento

A continuación se describe la forma y parámetros de uso de las máquinas.

3.6.1. Uso de pulidoras

Se les enseñó la forma correcta utilizar la pulidora y los diferentes accesorios que se le pueden implementar para obtener un mayor rendimiento de los materiales consumibles utilizados en los diferentes procesos de fabricación.

3.6.2. Uso de barreno y amoladora

Se les indicó cómo utilizar de forma correcta los mandriles y la colocación de las diferentes herramientas utilizadas con estos. El proceso que se debe realizar para la perforación en los diferentes materiales, además del proceso de pulido y limpieza de los mismos.

3.6.3. Uso de la máquina fresadora, torno, cortadora, dobladora y roladora de lámina

Se asignó el uso de estas máquinas a un operador, a quien se le indicó el procedimiento que debe realizar antes de iniciar y al terminar el uso de las máquinas. Se le indicó la revisión del nivel del refrigerante para el uso de las máquinas. Luego de la utilización correcta de las herramientas para realizar el trabajo asignado, se deben revisar continuamente las condiciones de las máquinas y cómo realizan sus procesos de funcionamiento. Al momento de terminar las actividades, deben cerrar el paso de corriente y así evitar accidentes.

3.7. Minimizar las razones de la generación de desechos y emisiones

Para reducir los desechos en el proceso de fabricación, se le indicó al personal la forma de realizar los trazos sobre los materiales y aprovechando al máximo los materiales.

3.7.1. Recuperación y reutilización de materiales

A continuación se describe las acciones a tomar para optimizar los recursos.

3.7.1.1. Reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso u otra aplicación

En las instalaciones de la empresa, se encuentra un bodega de segunda, donde hay materiales sobrantes o de segundo uso. Para su optimización, se organizaron los materiales. Una parte, que se consideró que ya no era posible utilizarla nuevamente, fue vendida como chatarra, obteniendo un beneficio económico.

El resto de estos materiales se organizaron y clasificaron en tipos, por forma y por posibles usos. Los tipos de materiales encontrados fueron acero inoxidable, acero al carbon, aluminio, hierro galvanizado, PVC y otros. Estos materiales son utilizados en diferentes funciones como tuberías, transportadores, tolvas, tanques, cobertores y otros.

3.8. Ahorro de energía

A continuación se describe las acciones tomadas para tener un ahorro de energía.

3.8.1. Uso adecuado de la energía

El uso racional de la energía eléctrica, es el uso consciente para utilizar lo estrictamente necesario. Esto lleva a maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales que en la actualidad comienzan a escasear en todo el mundo. La principal estrategia para hacer un uso racional de la energía consiste en la demanda con una canasta energética en la cual las energías renovables tienen un importante peso. Esto con el fin de colaborar con la mitigación del cambio climático y reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Para realizar un ahorro de energía, se le indicó al personal cómo hacer uso correcto de la misma, indicándoles la necesidad de apagar los equipos cuando no se estén utilizando y evitar que la maquinaria tenga empalmes, para impedir las caídas de tensión. Se revisó el sistema eléctrico general de las instalaciones del taller, tratando de retirar la mayoría de empalmes en el cableado eléctrico, se propuso apagar las luces de las instalaciones en horas donde se pueda utilizar luz solar.

3.8.2. Corrección de la caída de tensión o voltaje en los alimentadores de la tensión nominal de operación

Hay varios factores, tanto externos (cortes generalizados) como del circuito interno de las instalaciones, que pueden originar la caída del sistema eléctrico. Normalmente, estos últimos se deben a cortocircuitos o sobrecarga eléctrica, que se produce cuando la capacidad del sistema es superada y no es capaz de abastecer de energía a todas las salidas de electricidad activas.

3.8.3. Cómo evitar las caídas de tensión

Al momento de instalarse en el taller, averiguar y recordar su capacidad instalada será un dato útil. Evitar conectar, al mismo tiempo en un mismo circuito, máquinas de alto consumo eléctrico. Tener un cuadro eléctrico, separar en circuitos independientes permite reducir el problema, si se produce una sobrecarga, solo se cortará el sector afectado y las instalaciones no se quedarán completamente sin energía.

3.8.4. Cómo aumentar la capacidad electricidad instalada

Todo aumento de capacidad eléctrica debe solicitarse a través de un electricista autorizado por la Eegsa. El costo del aumento de capacidad dependerá de las características del empalme requerido.

3.8.5. Ciclo de trabajo de motor eléctrico

Si un motor trabaja a toda su capacidad más de 60 min en un periodo de 24 horas, es considerado un equipo de trabajo continuo. Si trabaja menos de 60 min en el mismo periodo puede ser considerado para trabajos intermedios o trabajos cortos. En cada caso, el tiempo para el cual es diseñado va a determinar la cantidad de tiempo que transcurra para que el motor alcance su temperatura máxima de trabajo.

3.9. Presentación de mejoras y avances

Las mejoras obtenidas son la habilitación de maquinaria para desarrollar el proceso de fabricación del taller. Se pueden mencionar, la habilitación de la fresadora, dobladora de lámina, roladora de lámina, cortadora de lámina y barreno de pedestal.

CONCLUSIONES

1. La habilitación de la maquinaria necesaria para realizar la fabricación de equipos, mejoró la calidad de los equipos y los costos generados en el proceso de fabricación.
2. El habilitar una máquina antigua ayuda a entender el funcionamiento de las máquinas herramientas.
3. La habilitación de la maquinaria mejoró los tiempos de entrega de los equipos.
4. Para la realización de un proyecto es necesario seguir los procedimientos establecidos, respetando, principalmente, los procedimientos internos que rigen cada empresa.
5. Es necesario capacitar al personal para utilizar la herramienta en el proceso de fabricación.

RECOMENDACIONES

1. Seguir los procedimientos y normas establecidas, para evitar problemas de mal funcionamiento de la maquinaria.
2. Para tener una mejor unión de los materiales, en áreas de difícil acceso, con alta calidad y precisión en el trabajo, se puede utilizar la soldadura con gas argón (TIG).
3. Para realizar una soldadura adecuada, es necesario el seguimiento de los métodos establecidos, obteniendo una alta calidad y precisión en el trabajo realizado.
4. Para utilizar el proceso de soldadura adecuado, se debe analizar el tipo de materiales y el lugar donde se realizará.
5. Seguir las normas de seguridad y utilizar el equipo adecuado para evitar accidentes en la realización del trabajo.
6. Para brindar las características de los materiales, es de utilidad conocer las propiedades mecánicas de los materiales existentes en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). *Obtenga la máxima utilidad de su torno*. México /Buenos Aires: Diana, 2005. 99 p.
2. COCHRANE, David. *Guía de acabados de acero inoxidable*. Alemania: EUROINOX, 2002. 22 p.
3. *Funcionamiento de una máquina dobladora de lámina*. [en línea]. <<http://www.quiminet.com/articulos/las-dobladoras-de-lamina-15080.htm>>. [Consulta: 13 de septiembre de 2014].
4. Instituto Nacional Tecnológico. *Manual para el participante de máquinas estacionarias y fijas*. México: INT, 2005. 55 p.
5. *Manual de funcionamiento de barreno de pedestal*. [en línea]. <<http://es.boschtools.com/Service/ProductServices/Pages/ManualsandParts.aspx>>. [Consulta: 2 de octubre de 2014].
6. *Operation and maintenance manual*, Vertical Machine Series One, Estados Unidos: 121 p.

APÉNDICES

Cronograma de actividades

A continuación se detallan las principales actividades que se realizaron durante el desarrollo del presente proyecto.

Apéndice 1. Marzo 2014

Actividad	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
Búsqueda de características principales																						
Búsqueda de manual fresadora																						
Búsqueda de manual dobladora de lámina																						
Búsqueda de manual roladora de lámina																						
Búsqueda de manual de barrenado de pedestal																						
Determinación de modificaciones ya realizadas																						
Lectura de manuales de mantenimiento																						
Instalación de tablero eléctrico																						
Conexión de alimentación eléctrica																						
Habilitación y armado de guardamotores																						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Abril 2014

Actividad	1	2	3	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30
Desarmado de rodillos de roladora																									
Desarmado de engranes																									
Revisión de engranes																									
Fabricación de engranes																									
Fabricación de eje principales																									
Armado de roladora																									
Pruebas de funcionamiento																									
Mantenimiento preventivo de barreno																									
Conexión de barreno de pedestal																									
Pruebas de funcionamiento de barreno																									

Fuente: elaboración propia.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30
Pruebas de funcionamiento roladora																								
Identificación de fallas de la fresadora																								
Desarmado de fresadora																								
Revisión de las condiciones de las piezas																								
Limpieza de piezas																								
Análisis de posibles de soluciones																								

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Junio 2014

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
Análisis de posible soluciones																									
Fabricación de piezas																									
Armado y lubricación de piezas																									
Compra de piezas faltantes																									
Lubricación de piezas																									
Ajuste piezas nuevas																									
Revisión de armado correcto																									
Habilitación de sistema de lubricación																									
Pruebas de funcionamiento																									
Revisión de fallas de funcionamiento																									
Análisis de la razón de las fallas																									

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Julio 2014

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
Pruebas de funcionamiento fresadora																									
Desarmado de dobladora de lamina																									
Desarmado de motores neumáticos																									
Limpieza de componentes de motores neumáticos																									
Compra e instalación de O-rings																									
Lubricación de componentes de motores neumáticos																									
Armado de motores neumáticos																									
Revisión de válvulas																									
Armado de todos los componentes de la dobladora																									
Conexión de manqueras de aceite hidráulico																									
Ajuste de nivel de aceite hidráulico																									
Revisión y limpieza de sensores																									
Ajuste de nivel de contrapeso																									
Pruebas de funcionamiento																									

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Agosto 2014

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
Pruebas de funcionamiento de toda la maquinaria habilitada																									
Elaboración de historial de funcionamiento de las maquinas																									
Elaboración de guías de operación																									
Realización de muestras de funcionamiento																									
Elaboración de trazos del sistema eléctrico																									
Entrega del proyecto																									

Fuente: elaboración propia.

