



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

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR
LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA
FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**

Pedro de Jesús Rojas Domingo
Asesorado por el Ing. Walter Aníbal García Pérez

Guatemala, septiembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR
LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA
FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PEDRO DE JESÚS ROJAS DOMINGO
ASESORADO POR EL ING. WALTER ANÍBAL GARCÍA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Walter Anibal García Perez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR
LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA
FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 22 enero 2017.



Pedro de Jesus Rojas Domingo

Guatemala, 20 de abril de 2018

Ingeniero

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Estimado ingeniero

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el estudiante Pedro de Jesús Rojas Domingo que se identifica con el carné No. 2011-13837 realizo su tema de tesis en la empresa Grupo Marq Agro, S.A. desarrollando el tema, "PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACION DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL".

El mencionado trabajo de graduación llena con los requisitos para mi graduación, para la cual ruego a su persona autorice la continuación de trámites respectivos.



WALTER ANIBAL GARCIA PEREZ
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 10357

Ing. Walter Anibal García Pérez

Colegiado 10357



REF.REV.EMI.093.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario **Pedro de Jesús Rojas Domingo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Guatemala, agosto de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.141.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S.A. DEDICADA A LA FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario **Pedro de Jesús Rojas Domingo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR**

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2018.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 365.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS EN METAL-MECÁNICA, PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA MARQ-AGROS S. A. DEDICADA A LA FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario: **Pedro de Jesús Rojas Domingo**, 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 2018

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por haberme dado la vida, permitirme dar cada paso y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mi madre

Por ser la más importante; por haberme dado siempre su apoyo y su amor incondicional; por ser el motor y esfuerzo para darme una mejor calidad de vida; por motivarme a ser lo que ahora soy.

Mi padre

Por ser el pilar fundamental en mi familia; por inculcarme valores y respeto al prójimo. Porque sin importar cada derrota, buscó soluciones para apoyarme. Aunque a pesar de su distancia física y aunque nos faltaron muchos triunfos por vivir, sé bien que está conmigo siempre. Sé que este momento hubiera sido de orgullo y felicidad para él, como yo también lo estoy.

Mis hermanos

Edwin Aroldo, Sandra Anabella y María Guadalupe Rojas Domingo, por ser un ejemplo a seguir en todo momento, por sus consejos y enseñanzas académicas.

Mi familia

Agradezco a Dios por tener con vida a mis abuelas María Díaz y Guadalupe Díaz, quienes siempre me brindaron sus consejos y cariño. A mis primos y tíos en general: gracias por ser parte de mi vida y por compartir conmigo momento de alegría.

Mis amigos

Geovani Hecheverrilla, gran amigo de la infancia. Por ser parte del trayecto de mi carrera y estadia en la facultad, Carlos Montenegro, Jaime Avalos, Mario Camposeco, Jean Pirre Vasquez, Fernando España, Truman Gomez, Jose Colomo, Gorge Reina, Raul Ticun, Gustavo Recinos, Antoni Hernandez, Ivan Montejo, Fernando Cartagena, Luis Araujo, Rudi Bargas, Holger y Andre Cobaquil.

A mi asesor

Ing. Walter Aníbal García Lemus, gracias por su formación, enseñanzas y apoyo para el presente trabajo.

A los ingenieros

Osmar Godínez, Walter García, Arturo Samayoa y Angel Sic, por su gran apoyo y amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera universitaria
Facultad de Ingeniería	Por ser el lugar de formación de mi carrera profesional
Mis padres	Por el apoyo constante.
Mis hermanos	Por su apoyo incondicional toda mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Antecedentes históricos de la empresa	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Organización.....	4
1.1.6. Descripción de las piezas	6
1.2. Metal-mecánica	8
1.2.1. Definición.....	9
1.2.2. Características.....	11
1.2.3. Tipos de materiales	20
1.2.3.1. Aluminio.....	20
1.2.3.2. Cobre	21
1.2.3.3. Acero	22
1.2.3.4. Galvanizado.....	24
1.2.3.5. Hierros	25
1.3. Materia prima.....	26

1.3.1.	Generalidades de la materia prima	26
1.3.2.	Clasificación de materiales.....	26
1.3.3.	Planeación de requerimientos de materiales.....	27
1.3.3.1.	Explosión de materiales	33
1.3.3.2.	Leyes nacionales e internacionales y sus efectos	35
1.3.4.	Objetivo	36
2.	SITUACIÓN ACTUAL	37
2.1.	Industria metal-mecánica	37
2.1.1.	Principales procesos	45
2.1.2.	Herramientas manuales	46
2.2.	Materia prima	60
2.2.1.	Tipo	61
2.2.2.	Calidad	61
2.2.3.	Proveedores	61
2.3.	Tipos de procesos	62
2.3.1.	Por producto.....	62
2.3.2.	Por proceso	62
2.3.3.	Técnicas de almacenamiento.....	66
2.3.4.	Variedad y cantidad de artículos almacenados	72
2.3.5.	Distribución.....	72
2.4.	Codificación.....	72
2.5.	Estimación del porcentaje de desperdicio	74
2.5.1.	Materia prima	75
2.5.2.	Piezas en proceso.....	76
2.5.3.	Piezas terminadas.....	76
2.6.	Método actual para solicitar materiales	76
2.6.1.	Reportes de existencia.....	77

2.6.2.	Explosión de materiales.....	78
2.7.	Análisis de riesgos.....	78
2.8.	Identificación del producto	79
2.9.	Seguros de materia prima	80
2.10.	Producción más limpia.....	80
2.11.	Manejo de materiales	82
2.12.	Cuantificación de residuos.....	83
2.12.1.	Materia prima.....	83
2.12.2.	Material de fabricación.....	83
3.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS METAL METAL-MECÁNICA	85
3.1.	Departamento de producción	89
3.1.1.	Torno	89
3.1.2.	Troqueladora	90
3.1.3.	Fresadora	90
3.1.4.	Cepillado.....	90
3.1.5.	Amoladora	90
3.2.	Piezas industriales.....	90
3.2.1.	Tipos de piezas que se elaboran.....	91
3.2.2.	Características de las piezas	91
3.3.	Proceso de manufactura.....	92
3.3.1.	Mano de obra.....	92
3.3.2.	Materia prima.....	92
3.3.3.	Maquinaria y equipo	93
3.3.4.	Tipos de procesamiento	94
3.4.	Cobertura de la fábrica en piezas	97
3.4.1.	Alcance de las piezas	97
3.4.2.	Control operativo	97

3.4.3.	Área de mecánica	97
3.4.4.	Orden en el área de trabajo.....	97
3.4.5.	Herramientas industriales.....	98
3.5.	Almacenamiento	98
3.5.1.	Orden y ubicación actual.....	98
3.5.1.1.	Controles o formas de controlar	98
3.6.	Diseño fabricados con residuos de materia prima	100
3.7.	Reciclaje de los desperdicios	102
3.8.	Estudio de impacto ambiental	102
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS METAL-MECÁNICA.....	111
4.1.	Plan de implementación de piezas metal mecánica.....	111
4.2.	Recursos.....	112
4.2.1.	Personal involucrado.....	113
4.2.2.	Administración de proyectos	113
4.2.3.	Indicadores de medición.....	114
4.3.	Procedimiento de tratamiento para cada material y responsable.....	116
4.3.1.	Elaborar listado de materiales peligrosos y no peligrosos	116
4.3.2.	Capacitaciones.....	118
4.4.	Procesos y procedimientos administrativos	121
4.4.1.	Metas y objetivos de la propuesta	124
4.4.2.	Matriz de responsabilidad.....	124
4.5.	Control de documentos	125
4.5.1.	Acciones preventivas y correctivas	127
4.6.	Control de sistema y monitoreo.....	130
4.7.	Diseño de plan de emergencia.....	130

5.	PLAN DE REAPROVECHAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	135
5.1.	Detección de la materia prima para reutilizar	135
5.2.	Aplicar métodos para reaprovechamiento	135
5.3.	Coordinar con el departamento de producción la utilización de la materia prima recuperada.....	136
5.3.1.	Producción más limpia.....	137
5.4.	Comercialización de la materia prima con clientes externos .	138
5.5.	Análisis de costó beneficio del reaprovechamiento	139
	CONCLUSIONES	143
	RECOMENDACIONES.....	145
	BIBLIOGRAFÍA.....	147
	APÉNDICES	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	3
2.	Organigrama de la empresa.....	6
3.	Torno	14
4.	Fresadora.....	15
5.	Alesadora	15
6.	Soldadora.....	16
7.	Compresor	17
8.	Puente grúas móvil.....	17
9.	Mesa de medición	18
10.	Máquina de corte por chorro de agua	19
11.	Aluminio	20
12.	Cobre	21
13.	Acero	22
14.	Galvanizado	24
15.	Procesos	37
16.	Procesos operativos.....	38
17.	Proceso de apoyo	39
18.	Proceso de compras	40
19.	Distribución de planta.....	45
20.	Manómetro	58
21.	Compresor	59
22.	Prensa hidráulica	59
23.	Cortadora industrial.....	60

24.	Diagrama de operaciones.....	64
25.	Ejemplo de codificación	74
26.	Relación entre las diferentes estrategias, la producción y consumo sostenible.....	82
27.	Diagrama de Ishikawa	86
28.	Análisis FODA.....	87
29.	Distribución de áreas de trabajo	88
30.	Área de trabajo de metalmecánica	89
31.	Tipo de procesamiento	95
32.	Diagrama de operaciones.....	96
33.	Cronograma.....	112
34.	Diagrama de ingreso a bodega.....	122
35.	Matriz de responsabilidad	125
36.	Sello de documento externo	126
37.	Distribución del documento.....	126

TABLAS

I.	Clasificación de los materiales.....	27
II.	Listado de proveedores	42
III.	Herramientas manuales.....	46
IV.	Elementos de soldadura	52
V.	Electrodos.....	54
VI.	Intensidad de corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos	55
VII.	Instrumentos de medición y verificación en fabricación mecánica.....	56
VIII.	Maquinaria y operarios utilizados por proceso.....	65
IX.	Manipuleo de materiales.....	69
X.	Carta de- para.....	70

XI.	Resumen de movimientos.....	71
XII.	Tipo de residuo	74
XIII.	Caracterización de residuos.....	83
XIV.	Residuos de material de fabricación	84
XV.	Registro de residuos pesados por área.....	101
XVI.	Diseño de piezas con residuos	101
XVII.	Diseño de piezas metal mecánica.....	111
XVIII.	Indicadores.....	115
XIX.	Efectos de los productos tóxicos	117
XX.	Plan de capacitación al personal de producción	119
XXI.	Plan de prevención de riesgos laborales.....	127
XXII.	Hoja de control de piezas de metal mecánica.....	130
XXIII.	Organización	131
XXIV.	Tipos de evacuación	132
XXV.	Procedimientos para tipos de emergencias	132
XXVI.	Costo de operación	140
XXVII.	Flujo de caja proyectado	141
XXVIII.	Punto de equilibrio.....	142

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
E	Causas externas
Fe ₃ C	Cementita
cm ²	Centímetros cuadrados
cm ³	Centímetros cúbicos
cv-50	Cizalla o cuchilla de corte
r	Costo de oportunidad
HP	<i>Horse power</i> o caballos de fuerza
I	Interrupciones I
kg	Kilogramos
kg/m ³	Kilogramos por metro cúbico
kg/TM	Kilogramos por tonelada
Kwh	Kilowatt por hora
LF	Ladle Furnace
m	Metros
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
P	Paradas programadas
%	Porcentaje

GLOSARIO

Adoptar	Posición de aceptar un cambio u modificación.
Abrasión	Es la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.
Almacenamiento	Resguardo de materia prima, productos, insumos.
Beneficio económico	Ganancia producida por el ejercicio fiscal.
Beneficio social	Beneficio que se genera a través de ayudar a la comunidad.
Cadena de suministro	Eslabón de la cadena de producción y/o comercialización de un producto y/o servicio.
Cobre	Metal muy maleable y de elevada resistencia a la corrosión, muy utilizado en elementos eléctricos.
Costo de oportunidad	Costo de poder realizar un evento, a través de análisis financiero para establecer si es rentable.
Diagnosticar	Efectuar un análisis de la situación actual de un estado.

Diseñar	Proceso de elaboración del boceto de un producto a base de especificaciones técnicas.
Empresa comercial	Empresa destinada a la comercialización de bienes y/o servicios a través de transacciones comerciales.
Empresa industrial	Empresa destinada al proceso de fabricación de productos de diferente índole para su comercialización.
Escoria	Residuo de proceso abrasivo del metal.
Estándares de calidad	Parámetro para medir el valor de un producto.
Estructura	Forma de posicionamiento de una organización
Fabricación	Proceso de elaborar o transformar la materia prima en un objeto de uso industrial, domiciliar, completo para otra pieza.
Impacto ambiental	Daño efectuado al medio ambiente, flora y fauna, el que desequilibra el ecosistema.
Implantar	Colocar, establecer.
Libro de manufactura	Documento con especificaciones técnicas de la elaboración de un producto.

Magnesio	Material ligero que se obtiene por electrólisis del cloruro de magnesio. Se emplea junto al cobre en las aleaciones de aluminio para aumentar la dureza, la resistencia y facilitar los procesos de fabricación con respecto al aluminio puro.
Mano de obra	Recurso humano destinado a la elaboración de productos.
Maquinaria agrícola	Maquinaria destinada al uso agro industrial para el proceso de siembras, cosechas, habilitación de caminos rurales.
Maquinaria industrial	Maquinaria que se utiliza para la transformación física, química de las materias primas para la elaboración de un producto.
Materia prima	Elemento necesario para la elaboración de un producto esta puede ser de origen natural o prefabricada.
Medio ambiente	Estado en el cual se realizan actividades.
Metal ferroso	Son el hierro y sus aleaciones, el hierro dulce o forjado, el acero y la fundición.
Metal-mecánica	Industria de fabricación de piezas y maquinaria.

Metal no ferroso	Metal que incluye aleaciones que no contiene hierro en cantidades apreciables.
Nivel de inventario	Número de unidades existentes en el sistema.
Optimización de recursos	Uso correcto de los elementos en un proceso administrativo u operativo.
Piezas de metal mecánica	Pieza elaborada a base de metales ferrosos y/o ferrosos para uso industrial.
Programa de capacitación	Herramienta para tecnificar al personal de una empresa.
Recipiente	Envase destinado a guardar objetivos, líquidos.
Residuo	Generación de desperdicio de un producto.
Seleccionar mano de obra	Clasificar la mano de obra según la experiencia y sus habilidades.

RESUMEN

El presente trabajo consta de cinco capítulos los cuales describen se brevemente a continuación

En el capítulo uno se hace una descripción general de la empresa, el área de operaciones y la comercialización a nivel de industrias de fabricación de piezas de metal mecánica, así como los diferentes productos y servicios que ofrece al público en general.

En el capítulo dos se presenta una descripción de las operaciones actuales en el diseño, la fabricación y la comercialización de piezas de metal mecánica; también, una presentación del planteamiento del trabajo de graduación.

En el capítulo tres se hace una propuesta para la mejora del proceso de producción de piezas la cual establece los elementos necesarios en tema de planificación y costos incurridos en mejorar el proceso.

En el capítulo cuatro se presenta la implementación del diseño de fabricación de piezas de metal mecánica por medio de procedimientos de tratamiento para cada material, procesos y procedimientos administrativos.

En el capítulo cinco se presenta el plan de reaprovechamiento de la materia prima, se describe la caracterización del residuo y su disposición final.

OBJETIVOS

General

Realizar una propuesta del diseño de fabricación de piezas en metal mecánica para optimizar los recursos en materia prima.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico actual de la materia prima y la cadena de suministros de la empresa en estudio.
2. Establecer los procesos para la reutilización de los residuos de materia prima en la elaboración de piezas de metal.
3. Determinar el programa de capacitación para el personal operativo sobre el control de producción para ambientes de fabricación en proceso de metal mecánica.
4. Identificar las áreas donde se generan desperdicios de materia prima en el proceso de elaboración de piezas industriales.
5. Emplear un control y monitoreo sobre los materiales que se utilizan en la elaboración de piezas, como las que se encuentran en bodega y que podrían venderse a las recicladoras o pequeñas empresas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación se presenta la propuesta del diseño de fabricación de piezas en metal-mecánica para optimizar los recursos en materia prima de la empresa MARQ-AGROS S.A., dedicada a la fabricación y construcción de maquinaria agrícola e industrial.

En la actualidad, la mayor parte de empresas comerciales o industriales en Guatemala están adoptando el aprovechamiento de la materia prima reutilizando los residuos que se generan en la fabricación de las piezas de metal: los sobrantes y residuos de metal cuando construyen distintas piezas para maquinaria agrícola e industrial.

La empresa Marq Agro, se dedica a la fabricación de piezas industriales, elaboración de equipo, elaboración y construcción de equipos y mantenimiento de máquinas industriales y agrícolas.

La empresa no cuenta con el conocimiento de la forma de reutilizar los residuos sobrantes que van acumulándose debido a la fabricación de piezas, equipos y máquinas, ya que estos no causan pérdidas porque esto se estimó en el costo de fabricación.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Para establecer las bases del trabajo de graduación se presentan los antecedentes históricos de la empresa, las generalidades, las definiciones importantes, los conceptos de mantenimiento industrial y las generalidades a tomar en cuenta para elaborar la propuesta.

1.1. Antecedentes históricos de la empresa

En 1992 nace la idea de crear una fábrica de metal-mecánica, pero fue hasta en el mes de mayo de 1996 que se concretó la idea. Se adquirió la maquinaria y personal necesarios para ponerla en marcha.

1.1.1. Historia

Las primeras instalaciones de la empresa estuvieron ubicadas en la calle Los Pinos 11-31, zona 7 de Mixco, Guatemala. Lugar donde se mantuvo en funciones durante un poco más de 14 años; atendió diversos pedidos de empresas guatemaltecas que han adquirido maquinaria industrial durante este período.

Dentro de su cartera de productos constan la siguiente maquinaria como:

- Elevadores de cangilones
- Bandas transportadora
- Ventiladores de doble oído

- Quemadores de cascarillas, tolvas, silos, ciclones, y transportadores helicoidales.

Se comienza el diseño y la construcción de sus maquinarias bajo pedido; cada proyecto tiene una duración aproximada de un mes y medio como mínimo a tres meses máximo; dependiendo de si estos proyectos no implican investigación adicional al diseño estándar.

La empresa actualmente es aquejada por varios problemas, como fallas en su administración debido a la falta de procedimientos y la poca capacitación que se le provee al personal; a estos se les suman los continuos paros de producción, ya sea por cambios de proyectos, también, las descargas masivas de materia prima, en la cual se emplean los trabajadores de producción. Además, el desorden y la mala administración de las bodegas, no poseer equipos adecuado de manipuleo y traslado de materiales, la mala ubicación de las bodegas, comedores y baños; todos estos problemas traen como consecuencia pérdidas en el tiempo de producción, pérdidas en ventas, pérdida de proyectos y, por ende, esto incide en costos de mano de obra adicionales.

Con el fin de resolver estos problemas, o al menos reducir el impacto que causan dentro de la empresa, se realizó este proyecto de investigación, el cual tiene como objetivo el rediseño de la distribución física de la planta.

1.1.2. Ubicación

La fábrica ha cambiado de ubicación por crecimiento, en la demanda y en la maquinaria, razón por la que, en febrero de 2011 se trasladan las instalaciones a la bodega No. 1 de Ecobodegas, ubicada en Km 19,5 Carretera Interamericana, Lo de Coy Mixco, Guatemala

En la figura 1 se observa el mapa tomado de Google Earth en donde se ubica la empresa en estudio.

Figura 1. **Ubicación de la empresa**



Fuente: Google Earth. www.googlemapa. Consulta: 10 junio de 2018.

1.1.3. Misión

“Realizar piezas en metal-mecánica de calidad óptima, con personal calificado y comprometido con la satisfacción de nuestros clientes, mostrando responsabilidad en cada uno de los trabajos”.¹

¹ Marq –Agro S.A. *Memoria de labores*. 2017. p. 5.

1.1.4. Visión

Cada empresa tiene un objetivo a alcanzar en un tiempo determinado, la empresa tiene la siguiente visión:

“Ser una empresa altamente reconocida en la fabricación de piezas en metal-mecánica en nuestro país, buscando constantemente la excelencia y prestigio.”²

1.1.5. Organización

La empresa posee una estructura organizacional funcional que permite la eficiente administración de los recursos disponibles para la producción de piezas industriales; además, facilita la comunicación entre gerencia y producción.

El personal contratado en la fábrica representa el recurso humano con la capacidad de desempeñar funciones específicas. La fábrica cuenta con un total de 27 empleados a quienes se suma el dueño de la empresa que funge como gerente general.

Entre los empleados están cuatro jefes de área, diez técnicos-operarios, 12 ayudantes operarios y la secretaria. De acuerdo con esto se presenta el siguiente organigrama que presenta la jerarquía de los puestos en la fábrica.

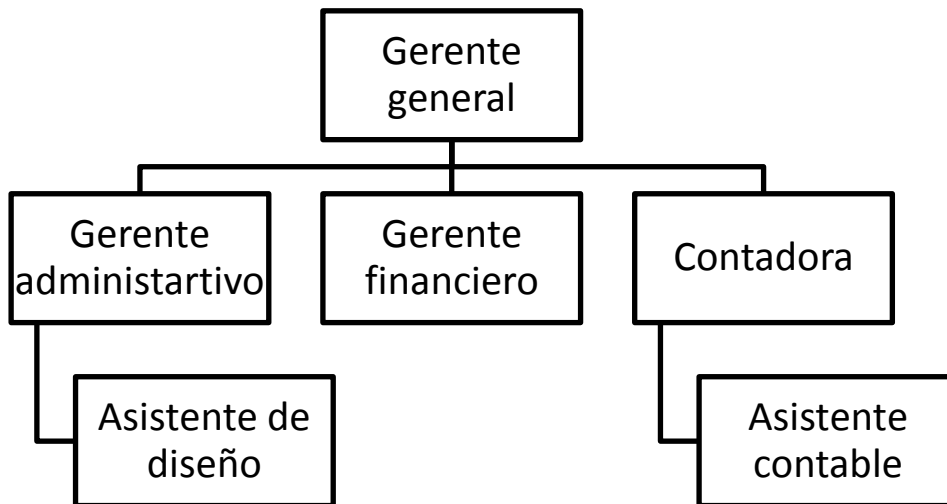
- Gerente general: sobre este recae la responsabilidad de los demás departamentos; es el encargado de emitir informes a los socios, también ayuda a tomar las decisiones de la empresa y representa legalmente a la empresa.

² Marq –Agro S.A. *Memoria de labores*. 2017. p. 5.

- Gerente administrativo: es el encargado de dirigir y controlar todas las actividades administrativas que surjan en los demás departamentos; sirve de apoyo al gerente general. Debe diseñar, estructurar y llevar a cabo los proyectos.
- Gerente financiero: es el encargado de llevar todas las finanzas de la empresa; realizar auditorías semestrales del área de contabilidad, elaborar presupuestos conjuntamente con los gerentes de los demás departamentos, también, revisar declaraciones de impuestos; es el responsable de los mismos, emite un informe financiero mensual al gerente general
- Contadora: es la responsable de que se lleven correctamente los registros de contabilidad y sus respaldos; además de la preparación de los informes financieros y estadísticos necesarios; e reporta al gerente financiero.
- Asistente contable: se encarga de todo el registro; es el encargado en el sistema de todos los movimientos contables de la empresa: libro de caja, registro de ventas, registro de compras, planillas, trámites tributarios, etc.
- Asistente de diseño: es el encargado de elaborar los diseños de la maquinaria.

En la figura 2 se presenta el organigrama de la empresa en estudio describe gráficamente la relación de puestos de trabajo.

Figura 2. **Organigrama de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

1.1.6. Descripción de las piezas

Cada una de las piezas es utilidad para los equipos y la maquinaria industrial.

El proceso de mecanizado comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Se realiza a partir de productos semielaborados como lingotes, barras u otras piezas previamente conformadas por otros procesos como moldeo.

El material es arrancado o cortado con una herramienta que da lugar a un desperdicio o viruta. La herramienta consta, generalmente, de uno o varios filos o cuchillas que separan la viruta de la pieza en cada pasada.

En el mecanizado por arranque de viruta se dan procesos de desbaste (eliminación de mucho material con poca precisión: proceso intermedio) y de acabado (eliminación de poco material con mucha precisión: proceso final). Sin embargo, tiene una limitación física: no se puede eliminar todo el material porque llega un momento cuando el esfuerzo para apretar la herramienta contra la pieza es tan liviano que la herramienta no penetra y no se llega a extraer viruta.

La abrasión es la eliminación de material desgastando la pieza en pequeñas cantidades, desprendiendo partículas de material, en muchos casos, incandescente. Este proceso se realiza por la acción de una herramienta característica: la muela abrasiva. En este caso, la herramienta (muela) está formada por partículas de material abrasivo muy duro unidas por un aglutinante.

Esta forma de eliminar material, rayando la superficie de la pieza, necesita menos fuerza para eliminar material apretando la herramienta contra la pieza, por lo que permite que se puedan dar pasadas de mucho menor espesor. La precisión que se puede obtener para la abrasión y el acabado superficial puede ser muy bueno para cuando los tiempos productivos son prolongados.

El mecanizado se hace mediante una máquina herramienta, manual, semiautomática o automática, pero el esfuerzo de mecanizado es realizado por un equipo mecánico, con motores y mecanismos necesarios. Las máquinas, herramientas de mecanizado clásicas son:

- Taladro: la pieza es fijada sobre la mesa del taladro; la herramienta, llamada broca, realiza el movimiento de corte giratorio y de avance lineal; realizan el mecanizado de un agujero o taladro teóricamente del mismo diámetro que la broca y de la profundidad deseada.

- Limadora: esta máquina herramienta realiza el mecanizado con una cuchilla montada sobre el portaherramientas del carnero, que realiza un movimiento lineal de corte, sobre una pieza fijada a la mesa, que tiene el movimiento de avance perpendicular al movimiento de corte.
- Mortajadora: máquina que arranca material linealmente del interior de un agujero. El movimiento de corte lo efectúa la herramienta y el de avance la mesa donde se monta la pieza a mecanizar.
- Pulidora: es una máquina herramienta cuya función principal es devastar y pulir metales. Se pueden encontrar dos clases: neumáticas y eléctricas. Las primeras son operadas por medio de aire y las segundas por medio de corrientes eléctricas.
- Torno: es un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, roscar, cortar, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revoluciones.
- Cortadora de metal: equipo de trabajo portátil que se utiliza para cortar determinados materiales mediante el movimiento rotatorio de un disco abrasivo.

1.2. Metal-mecánica

Se le conoce de esta forma porque su material básico es el metal, las aleaciones de hierro y los derivados siderúrgicos (las piezas de cobre, aluminio, plomo, níquel, estaño o zinc, a los que solo se les aplica una pequeña reparación o ensamble).

1.2.1. Definición

Se le llama troquel a la herramienta que, montada en una prensa, permite realizar operaciones diversas: cizallado, corte de sobrante, doblado, picado, perforado, estampado, embutido, marcado, rasurado, etc.

Aprovecha los productos que se obtienen de procesos metalúrgicos como la fabricación de piezas para maquinaria y herramientas.

La metalmecánica no solo se especializa en el trabajo con metales, también se involucra con la electromecánica y la electrónica para obtener desde su materia prima hasta su transformación, en láminas, alambre y placas que se utilizan en equipos de televisión, radio, teléfono, partes automotrices, entre otros.

Quien se dedica a esta industria, lleva a cabo tareas muy variadas: desde la obtención de los metales hasta su mantenimiento e instalación en estructuras y artefactos: electrodomésticos, aparatos electrónicos o de iluminación.

La metal-mecánica es muy importante por su relación con otras industrias, de hecho, se le considera la madre de las industrias; porque provee de material e insumos a la industria manufacturera, automotriz, agricultora y minera. Por eso, los países desarrollados industrialmente, tienen un excelente sector metalmeccánico.

Se entiende por industria metal-mecánica a aquel sector que se dedica al aprovechamiento de los productos obtenidos en los procesos metalúrgicos para la fabricación de partes, piezas o productos terminados como maquinarias, equipos y herramientas.

La metal-mecánica abarca un amplio conjunto de actividades manufactureras que utilizan como principales insumos a los materiales provenientes de la siderurgia y sus derivados, aplicándoles a estos diversos procesos para generar productos con alto valor agregado. Se encuentra muy relacionada con la electromecánica y la electrónica que han cobrado gran importancia en los últimos años.

Es a su vez un sector de gran potencial integrador, ya que la producción de bienes de mayor valor agregado requiere en gran medida de partes producidas por el mismo sector; permite esto una articulación con distintos sectores industriales. Es la encargada de proveer de insumos y equipamiento al resto de las industrias también, de proporcionar bienes de uso doméstico.

Forman parte del sector metalmecánico todas aquellas industrias manufactureras dedicadas a la fabricación, reparación, ensamble y transformación del metal. Demanda una gran cantidad de personal capacitado por la necesidad de realizar desarrollos importantes en todas las áreas. Constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de un país. No solo por su contenido tecnológico y de valor agregado también, por su amplia relación con las diversas actividades que producen en la economía de una nación. Prácticamente, todos los países con un gran desarrollo industrial cuentan con un sector metalmecánico consolidado; encargado de brindar desarrollos y bienes de capital para un correcto funcionamiento de todos los sectores.

1.2.2. Características

El sector metal-mecánico está conformado por una gran diversidad de industrias; abarca desde la fabricación de elementos menores hasta la de material que demanda una base tecnológica sofisticada.

Los productos que elabora la industria metalmeccánica pueden clasificarse en tres importantes grupos:

- Bienes de consumo: aquellos a los cuales los consumidores acceden de forma directa y son de uso principalmente doméstico. Algunos ejemplos de estos son cuchillos, computadoras, celulares, electrodomésticos, autos, cámaras, entre otros.
- Bienes intermedios: son todas las partes que se utilizan para la producción de los bienes de consumo y de capital. Por ejemplo, hilos, cables, partes de autos, piezas maquinadas, etc.
- Bienes de capital: los adquieren otras compañías para producir bienes y prestar servicios. Fundamentalmente son maquinarias.

Dentro de la metal-mecánica pueden distinguirse varios subsectores que se diferencian por las actividades principales que realizan:

- Industrias metálicas básicas
 - Moldeo por fundición de piezas metálicas.
 - Industria básica del aluminio.

- Industrias básicas de otros metales no ferrosos como cobre y bronce.
- Fabricación y preparación de productos para la industria metalmeccánica.
- Preparación, corte y plegado de chapa y perfilería.
- Prensa y matricería.
- Recubrimientos y terminados metálicos.
- Fabricación de productos de hierro y acero
 - Fabricación de productos metálicos, forjados y troquelados.
 - Herramientas manuales sin motor y utensilios de cocina metálicos.
 - Carpintería metálica.
 - Herrería.
 - Herraes y cerraduras.
 - Alambre, productos de alambre y resortes.
 - Piezas metálicas y fabricación de tornillos, tuercas, roldanas
 - Otros productos metálicos, construcciones metálicas
 - Hierro de refuerzo
- Estructuras metálicas: naves industriales, coberturas, vigas, columnas, techos, costaneras, base de cimientos en otros.
 - Montajes industriales. Producción de máquinas y equipos:
 - Calderas, tanques y envases metálicos, contenedores, cisternas.
 - Maquinaria y equipos para actividades agropecuarias, construcción e industria extractiva.
 - Maquinaria y equipos para la industria metalmeccánica.
- Maquinaria y equipos para otras industrias manufactureras.

- Maquinaria y equipos para el comercio de servicios.
- Motores de combustión interna, turbinas y transmisores.
- Otra maquinaria y equipamiento industrial en general.

Principales insumos: está fuertemente vinculada al sector minero, por ser una industria transformadora de metales. Como principales insumos se utilizan diversos productos metálicos en todos sus tamaños y composiciones. Los materiales más usados son el hierro, el acero inoxidable, el bronce y el aluminio en forma de planchuelas, chapas pulidas y sin pulir, caños, perfiles, piezas fundidas, estampadas y troqueladas, entre otras.

Es importante destacar que esta clase de recursos en su mayoría son de producción nacional, excepto por el acero inoxidable que proviene de Brasil y Japón, dos de los más grandes productores mundiales de este material. Además, la industria metal-mecánica emplea una gran cantidad de materia prima diferente a la mencionada anteriormente para llevar a cabo los procesos.

Algunos ejemplos de estas son: oxígeno, acetileno, dióxido de carbono, argón, carburo, pintura, solventes, sales de fosfato, desengrasantes, decapantes, electrodos para soldaduras, alambres para soldar, polímeros, resinas, maderas, etc.

A continuación, se detallan e ilustran algunas de las máquinas más importantes que se emplean en la metal-mecánica.

- Torno: máquina para labrar objetos de sección circular que imprime un rápido movimiento de rotación a la pieza que a ella se sujeta, y a la que tornea con una cuchilla fija. Existen tornos de diferentes tamaños. Estos pueden ser manuales o automáticos (CNC). Se puede observar en la figura 3 que aparece a continuación.

En la figura 3 se presenta una de las máquinas de torno utilizada en el área de producción de la empresa en estudio.

Figura 3. **Torno**



Fuente: elaboración propia.

- Fresadora: máquina para fresar; está compuesta de un cabezal, dotado de un movimiento de rotación, con una fresa (herramienta cortante), y de una mesa, también dotada de un mecanismo de movimiento, donde se fija la pieza. Puede ser automática (CNC) o manual.

Figura 4. **Fresadora**



Fuente: elaboración propia.

- Máquina alesadora: realiza la operación de ensanchamiento cilíndrico de un agujero o de una cavidad, hasta llevarla a una determinada dimensión diametral.

Figura 5. **Alesadora**



Fuente: elaboración propia.

- Soldadora: instrumento para unir firmemente dos piezas o partes de una cosa, generalmente, con metal y mediante calor. Existen diferentes tipos de soldaduras TIG, MIG, eléctrica, etc. En muchas se demandan además del electrodo, el material de aporte y diferentes gases inertes como el argón.

Figura 6. **Soldadora**



Fuente: elaboración propia.

- Compresor de aire: máquina que se encarga de aumentar la presión del aire, permite que sea usado para distintos procesos.

Figura 7. **Compresor**



Fuente: elaboración propia.

- Puentes de grúas móviles: sirven para levantar cargas pesadas y poder trasladarlas a otro lugar.

Figura 8. **Puente grúas móvil**



Fuente: elaboración propia.

- Mesa de medición: permite tomar lectura de medidas en 3 direcciones con gran exactitud.

Figura 9. **Mesa de medición**



Fuente: elaboración propia.

Pantógrafos de corte: existen tres tipos que se diferencian por sus principios de funcionamiento. El de oxicorte: utiliza un gas combustible cualquiera (acetileno, hidrógeno, propano) cuyo efecto es producir una llama para calentar el material, como gas comburente siempre ha de utilizarse oxígeno a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte. El pantógrafo con plasma: se basa en la acción térmica y mecánica de un chorro de gas calentado por un arco eléctrico de corriente continua establecido entre un electrodo ubicado en la antorcha y la pieza a mecanizar. El chorro de plasma lanzado contra la pieza penetra la totalidad del espesor a cortar, funde y expulsa el material.

Además, el pantógrafo laser: sirve para cortar piezas de chapa caracterizada y su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo; para evacuar el material cortado es necesario el aporte de gas a presión, por ejemplo, aire, oxígeno, nitrógeno o argón.

Corte por chorro de agua: es un proceso de índole mecánica, mediante el cual se consigue cortar cualquier material; hace impactar sobre éste un chorro de agua a gran velocidad que produce el acabado deseado.

Figura 10. **Máquina de corte por chorro de agua**



Fuente: elaboración propia.

Sumado a estos grandes equipos se utilizan otros más pequeños, pero no de menor importancia: testers, calibres, amoladoras, plegadoras, esmeriles, agujereadoras, lijadoras, etc.

1.2.3. Tipos de materiales

Se hace una descripción de los materiales utilizados en los procesos industriales de la planta en estudio.

1.2.3.1. Aluminio

Es posible encontrar aluminio en innumerables productos que se utilizan en la vida cotidiana. Hay mesas y sillas que son fabricadas con este material.

El aluminio se forja en frío y en caliente; se puede limar, torneado, cepillar y soldar. Su resistencia al aire y su peso específico muy bajo lo hacen especialmente apto para utensilios domésticos, militares, utilitarios; así como, para la fabricación de tubos, caños, alambres, placas, perfilaría para carpintería y estructuras, entre otros.

Figura 11. **Aluminio**



Fuente: elaboración propia.

1.2.3.2. Cobre

Es uno de los metales más conocidos desde la más remota antigüedad, ya que fue utilizado por el hombre. Su principal aplicación como cobre metálico es la de conductor de electricidad.

El cobre se utiliza para la fabricación de utensilios de cocina, pero sus mayores y más importantes aplicaciones se encuentran en la aleación con otros metales: unido al estaño constituye los bronce comunes aleados al zinc, los latones; cuando se une al zinc y al níquel forman la alpaca o metal blanco.

Figura 12. Cobre



Fuente: elaboración propia.

El cobre es un material muy resistente al óxido. Se ha utilizado para hacer recipientes que contienen agua.

1.2.3.3. Acero

El acero es un material resistente; normalmente, es utilizado para piezas como tornillos, válvulas, cigüeñal, bielas, etc.

El acero es parte de los electrodomésticos que hacen la vida hogareña más fácil. Desde el acero inoxidable que recubre el refrigerador al motor silencioso y eficiente de la lavadora.

Los electrodomésticos se fabrican usando acero reciclado. Los motores de los electrodomésticos están hechos de acero. Aproximadamente 75 % del peso de un electrodoméstico es de acero. Usar aceros pre pintados reduce el costo de los electrodomésticos y mejora su aspecto y diseño.

En la figura 13 se presenta el material de acero transformado en varillas para uso en metal-mecánica.

Figura 13. Acero



Fuente: elaboración propia.

- Según la norma UNE EN 10020:2001, y según su composición química, los aceros se clasifican en:
 - Aceros no aleados o aceros al carbono: son aquellos en el que, a parte del carbono, el contenido de cualquiera de otros elementos aleantes es inferior a la cantidad mostrada en la tabla 1 de la UNE EN 10020:2001. Como elementos aleantes que se añaden están el manganeso (Mn), el cromo (Cr), el níquel (Ni), el vanadio (V) o el titanio (Ti). Por otro lado, en función del contenido de carbono presente en el acero, se tienen los siguientes grupos:
 - Aceros de bajo carbono ($\%C < 0,25$)
 - Aceros de medio carbono ($0,25 < \%C < 0,55$)
 - Aceros de alto carbono ($2 > \%C > 0,55$)
 - Aceros aleados: aquellos en los que, además del carbono, al menos uno de sus otros elementos presentes en la aleación es igual o superior al valor límite dado en la tabla 1 de la UNE EN 10020:2001. A su vez este grupo se puede dividir en:
 - Aceros de baja aleación (elementos aleantes $< 5\%$)
 - Aceros de alta aleación (elementos aleantes $> 5\%$)
 - Aceros inoxidables: son aquellos aceros que contienen un mínimo del 10,5 % en cromo y un máximo del 1,2 % de carbono.

1.2.3.4. Galvanizado

En la fabricación del acero galvanizado, primero, se elaboran las piezas de acero individuales en la forma deseada, por ejemplo, llaves, clavos, láminas, anillos, tubos, alambre, etc.

Es un recubrimiento a base de zinc fundido a altas temperaturas que evita la corrosión del acero y hierro causada por la humedad y la contaminación ambiental. Con el galvanizado se garantiza una vida larga, útil y libre de mantenimiento.

En la figura 14 se presenta una pieza de acero galvanizado industrial con una capa de zinc de tan solo 0,1 mm de grosor que puede durar hasta 70 años en condiciones normales y sin necesidad de un mantenimiento especial.

Figura 14. **Galvanizado**



Fuente: elaboración propia.

1.2.3.5. Hierros

Elemento químico de número atómico 26, masa atómica 55,84 y símbolo Fe es un metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco plateado, blando, dúctil, maleable, magnético y oxidable es muy abundante en la naturaleza; forma compuestos y se extrae principalmente de la hematites; puede recibir diferentes tratamientos que le confieren propiedades distintas y usos diversos; principalmente, se usa para fabricar herramientas, estructuras y objetos.

- El hierro forjado se utiliza para el comercio; es la forma más pura del hierro. Este tipo de hierro se consigue a partir del mineral de hierro, lo cual es calentado a altas temperaturas en una forja y golpeado para eliminar las impurezas y escorias contenidas en el mineral.
- Hierro colado: más conocido como fundición gris, es un tipo de aleación, cuyo tipo más común es el conocido como hierro fundido gris.
- Hierro gris es uno de los materiales ferrosos más empleados y su nombre se debe a la apariencia de su superficie al romperse.
- Hierro dúctil austenítico: es un hierro dúctil aleado y tratado térmicamente. Tiene atractivas propiedades que permiten su empleo en equipos de transporte, maquinarias industriales y otras aplicaciones: donde el bajo costo, la buena maquinabilidad gran amortiguamiento de vibración, la buena resistencia al desgaste y al colado a la forma neta aproximada son apreciables ventajas; por ejemplo, están los engranes de tren de impulsión, piezas de juntas de velocidad constante y los componentes de suspensión.

- Hierro negro: es una aleación que se autoprotege con una capa de óxido, que por los componentes que lleva es de color oscuro. Se usaba bastante en instalaciones de agua precisamente por ser poco sensible a la corrosión.

1.3. Materia prima

Se hace una descripción de los conceptos de la materia prima.

1.3.1. Generalidades de la materia prima

Los procesos de manufactura representan la forma de transformar la materia prima, para darle un uso práctico en la sociedad y disfrutar la vida con mayor comodidad.

Con el rápido desarrollo de nuevos materiales, los procesos de fabricación se están haciendo cada vez más complejos, de ahí nace la importancia de conocer los diversos procesos de manufactura mediante los cuales pueden procesarse los materiales. La industria requiere actualmente de tales conocimientos; tal razón, el presente trabajo pretende que los estudiantes apliquen conocimientos adquiridos en la materia de manufactura industrial.

1.3.2. Clasificación de materiales

Si realiza un balance sobre los materiales más utilizados en la industria se comprobaría que son los metales y aleaciones, los plásticos, las cerámicas, los elastómeros y los materiales compuestos.

En la tabla I se describe la clasificación de los materiales y las materias primas para diferentes productos.

Tabla I. **Clasificación de los materiales**

Materias primas	Definición	Son todos aquellos materiales que podemos encontrar en la naturaleza.	
	Clasificación	Materia prima vegetal	Árbol, algodón, lino.
		Materia prima animal	Lana, seda, piel.
		Materia prima mineral	Rocas, arcilla, arena.
Materiales de uso técnico	Definición	Aquellos con los que se puede fabricar directamente un objeto tecnológico.	
	Clasificación	Material uso técnico orgánico	Madera, hilo de coser, ovillo de lana, cuero.
		Material uso técnico metálico	Oro, cobre, acero, bronce, plata.
		Material uso técnico pétreo o cerámico	Lámina de mármol o de pizarra, cemento, vidrio.
		Material uso técnico sintético	Plástico.

Fuente: elaboración propia.

1.3.3. Planeación de requerimientos de materiales

El procedimiento de planeación de requerimiento de materiales está basado en dos ideas esenciales:

- La demanda de la mayoría de los artículos no es independiente, únicamente lo es la de los productos terminados.
- Las necesidades de cada artículo y el momento cuando deben ser satisfechas estas necesidades, se pueden calcular a partir de unos datos bastantes sencillos:

- Las demandas independientes
- La estructura del producto

Así pues, el requerimiento de materiales consiste esencialmente en el cálculo de las necesidades netas de los artículos necesarios; introduce un factor nuevo, no considerado en los métodos tradicionales, como es el plazo de fabricación o entrega de cada uno de los artículos; indica la oportunidad de fabricar (o aprovisionar) los componentes respecto a su utilización en la siguiente fase del proceso.

En la base del nacimiento de los sistemas MRP está la distinción entre demanda independiente y demanda dependiente.

Esta distinción es importante, debido a que la gestión de inventarios de un producto varía según su tipo de demanda. Las demandas independientes aplican métodos estadísticos de previsión por demanda continua y en las dependientes se utilizan los sistemas MRP.

El concepto de MRP es sencillo: se trata de saber qué y cuánto se debe aprovisionar/fabricar y en qué momento para cumplir con los compromisos adquiridos.

El sistema de planificación viene configurado por 3 parámetros:

- Horizonte
- Periodo
- Frecuencia

Su objetivo es disminuir el volumen de existencia a partir de lanzar la orden de compra o fabricación en el momento adecuado según los resultados del programa maestro de producción. Su aplicación es útil donde existan algunas de las condiciones siguientes:

- El producto final es complejo y requiere de varios niveles de su ensamble.
- El producto final es costoso.
- El tiempo de procesamiento de la materia prima y los componentes, es grande.
- El ciclo de producción del producto final es largo.
 - Se desea consolidar los requerimientos para diversos productos.
 - El proceso se caracteriza por ítems con demandas dependientes fundamentalmente y la fabricación es intermitente.
- El sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes:
 - Plan maestro de producción: contiene las cantidades y fechas cuando han de estar disponibles los productos que están sometidos a demanda externa (productos finales y piezas de repuesto).

- Estado del inventario: recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación; debe conocerse la fecha de recepción de estas últimas.
- Lista de materiales: representa la estructura de fabricación en la empresa; conoce el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el plan maestro de producción.

A partir de estos datos proporciona como resultado la siguiente información:

- Plan de producción de cada uno de los ítems que han de ser fabricados: se especifica las cantidades y fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación; para calcular las cargas de trabajo de cada una de las secciones de la planta y posteriormente para establecer el programa detallado de fabricación.
- Plan de aprovisionamiento: se detalla las fechas y tamaños de los pedidos a proveedores para aquellas referencias que son adquiridas en el exterior.
- El informe de excepciones: permite conocer qué órdenes de fabricación van retrasadas y cuáles son sus posibles repercusiones sobre el plan de producción y en última instancia, sobre las fechas de entrega de los pedidos a los clientes.

Los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda que productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados. También, contiene las cantidades y fechas de la disponibilidad de los productos de la planta que están sujetos a demanda externa (productos finales y piezas de repuesto).

La función del plan maestro es adecuar la producción en la fábrica a los dictados de la demanda externa. Una vez fijado este, el cometido del resto del sistema es su cumplimiento y ejecución con el máximo de eficiencia.

Para esto el plan maestro de producción se basa un tiempo que se establece para el cálculo de las fechas de producción y abastecimiento. Se ha estandarizado que este tiempo sea de una semana laboral.

El estado del inventario recoge las cantidades de cada referencia de la planta que están disponibles o en curso de fabricación; este último caso, su fecha de recepción.

Para calcular las necesidades de materiales se necesita evaluar las cantidades y fechas cuando han de estar disponibles los componentes que intervienen, según especifican las listas de materiales.

El sistema de información referido al estado del *stock* debe conocer en todo momento las existencias reales y el estado de los pedidos en curso para vigilar el cumplimiento de los plazos de aprovisionamiento. En definitiva, debe existir un perfecto conocimiento de la situación en que se encuentran los inventarios de los materiales adquiridos a los proveedores externos y de los componentes en la preparación de conjuntos de nivel superior.

Desde el punto de vista del control de la producción interesa conocer los componentes que intervienen en el conjunto final que muestre las sucesivas etapas de la fabricación. La estructura de fabricación es la lista precisa y completa de todos los materiales y componentes que se requieren para la fabricación o montaje del producto final.

Para definir esta estructura existen dos requisitos:

- Cada componente o material que interviene debe tener asignado un código que lo identifique de forma precisa.
- A cada elemento le corresponde un nivel en la estructura, asignado en sentido descendente. Así, al producto final le corresponde el nivel cero. Los componentes y materiales que intervienen en la última operación de montaje son de nivel uno.

En resumen, las listas de materiales han de organizarse para satisfacer todas sus necesidades que incluyen facilitar el conocimiento permanente.

- Determinación del tamaño óptimo: al tener mayores ventas se tienen mayores rendimientos; pero al tratar de alcanzar otras metas y venir una expansión, se requieren nuevas instalaciones o maquinaria, materias primas, entre otras; estos elevarán los gastos y costos; los más importantes aquellos que se van a conservar fijos independientemente del volumen de producción o de venta que se realice.
-

Esto no quiere decir que las empresas que alcanzan el máximo rendimiento de su capacidad están condenadas a conservarse en ese nivel; al contrario, es indispensable dar el paso a la expansión normal de todo negocio.

Se debe hacer una buena clasificación de los gastos: fijos y variables de acuerdo a su naturaleza de fijeza, en relación a la producción y venta de los productos con que se operen; se determina con toda precisión el costo marginal correspondiente a la diferencia entre los costos totales actuales y los determinados hacia el futuro; es decir, precisar el incremento en los gastos y costos totales de un nivel a otro.

1.3.3.1. Explosión de materiales

Cada uno de los materiales que se utiliza en la fabricación de piezas o equipos industriales se aprovecha lo mejor que se pueda, se tiene el objetivo si es pieza o equipo.

La lista de materiales (BOM) es una lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub componentes, componentes, partes y las cantidades necesarios para fabricar un producto final.

Puede ser utilizado para la comunicación entre los socios de fabricación, o confinado a una planta de fabricación única.

Una lista de materiales se puede definir con los siguientes productos: diseñados (proyecto de ingeniería de materiales), como se les ordenó (factura de venta de materiales), como se construye o como se mantienen. Las diferentes listas de materiales dependen de las necesidades del negocio y uso

para el cual están destinadas. En industrias de proceso, a la lista de materiales también se le conoce como fórmula, receta, o lista de ingredientes.

En electrónica, la lista de materiales representa la lista de componentes utilizados en la placa de circuito impreso o la placa de circuito impreso. Una vez que el diseño del circuito se completa, la lista de lista de materiales se pasa al ingeniero de diseño de PCB; y al ingeniero de componentes para adquirir los componentes necesarios para el diseño.

Las listas de materiales son de naturaleza jerárquica; el nivel superior representa el producto final que puede ser un subconjunto o un tema terminado. Listas de materiales nada describen los subconjuntos se denominan listas de materiales modulares; ejemplo, la lista de materiales NAAMS que se utiliza en la industria del automóvil a la lista de todos los componentes de una cadena de montaje. La estructura de la lista de materiales NAAMS es del sistema, la línea, la herramienta de la unidad y de detalle.

Las bases de datos jerárquicos primero fueron desarrolladas para la automatización de las listas de materiales para la fabricación de las organizaciones en la década de 1960.

Cercano a la margen izquierda y los componentes utilizados en ese artículo sangría más a la derecha Modular (de planificación) la lista de materiales.

1.3.3.2. Leyes nacionales e internacionales y sus efectos

Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado; debe prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86: Ambiente tiene por objetivo velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto Número 68-86): concede acción popular para denunciar ante autoridad todo hecho que atente contra el ambiente, así como otras acciones que afecten el medio ambiente
- Artículo 8. Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental, será sancionado con una multa de Q. 5,000.00 a Q. 100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

- Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales está facultado para requerir de las personas individuales o jurídicas, toda información que conduzca a la verificación del cumplimiento de las normas prescritas por esta ley y sus reglamentos.

1.3.4. Objetivo

Satisfacer a los clientes; este se dará si se cumplen las expectativas de los clientes, ofreciendo productos de calidad, servicio de entrega a tiempo de pedidos, así como manejar un precio justo.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Industria metal-mecánica

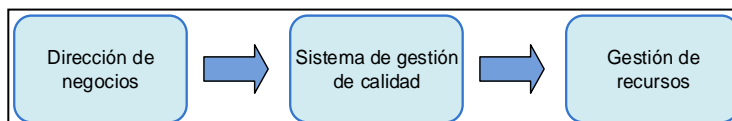
Es una empresa metalúrgica que presta servicios a la industria en general, el éxito y permanencia en el medio se basa en el cumplimiento de la política de calidad definida por el directorio.

Rasgo distintivo de la actividad, es que se es una empresa integrada, la que además de fabricar piezas de repuesto, realiza la fabricación de partes esenciales y ensamblajes de maquinarias completas.

La empresa cuenta con 10 000 m² de superficie cubierta; dispone de los distintos departamentos y naves industriales, a los que se les suman otros 5 000 m² de depósitos y patios de maniobras.

Como se observa en la figura 15, en la empresa metal-mecánica hay tres procesos estratégicos: dirección del negocio, sistema de gestión de calidad y gestión de recursos.

Figura 15. **Procesos**



Fuente elaboración propia.

La dirección del negocio abarca toda actividad que envuelva la administración y planificación del negocio. Dentro de la dirección del negocio se encuentra también las actividades que desarrolla el representante de la dirección.

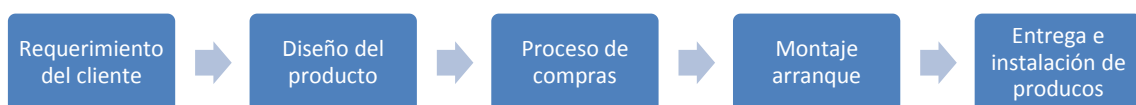
El sistema de gestión de calidad envuelve todos los procesos que ayudan al mantenimiento del sistema.

La gestión de recursos tiene como subprocesos a la gestión de recursos humanos y gestión de recursos financieros de la organización.

Los procesos operativos son aquellos que están ligados a la realización del producto y/o servicio.

Como muestra la figura 16, los procesos operativos de la empresa son diseño, compras, producción, montaje - arranque y servicio postventa.

Figura 16. **Procesos operativos**



Fuente elaboración propia.

Los procesos operativos tienen como factor desencadenante los requerimientos del cliente. Estos sirven de entrada para el proceso de diseño que es el responsable de transformar estos requerimientos en el producto que se elaborará en el proceso de compra.

Del proceso de diseño del producto, se obtienen, como salida los materiales necesarios para comenzar con la producción de la máquina; el inicio del proceso de compra cuando se realizará la selección y evaluación de los proveedores.

Al finalizar este proceso se encuentra el almacenamiento de materia prima, proceso que dará comienzo al proceso de producción. El proceso de producción es el responsable de la elaboración de la máquina. Cuando el proceso de producción termina, empieza el proceso de montaje-arranque, que incluye la transportación del producto hacia el cliente y a la vez es el responsable de la revisión de la correcta instalación y fabricación de la maquinaria.

Cuando finaliza este proceso el cliente vuelve a ser partícipe al aprobar o reprobado las características de la maquinaria. Si el cliente define que la máquina no cumple con algún requerimiento solicitado, esto desencadenará una retroalimentación que será manejada por el proceso de servicio postventa, el cual también manejará los servicios de mantenimiento.

Los procesos de apoyo son procesos que dan soporte a los procesos operativos, la figura 17 muestra los procesos de apoyo involucrados:

Figura 17. **Proceso de apoyo**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que las mayores falencias se encuentran en los procesos operativos, este proyecto está orientado a la búsqueda de las soluciones de los problemas encontrándose en el proceso de producción.

Con las listas de materiales se da inicio al proceso de compras el cual se describe en la figura 18

Figura 18. **Proceso de compras**



Fuente: elaboración propia.

El proceso de compras inicia con la entrada del requerimiento de materiales que es una salida del proceso de diseño. Se obtiene la cantidad y las características de todo lo que será necesario para la construcción de la máquina.

Luego, se procede a la compra utilizando a los proveedores seleccionados según los criterios de la empresa. El proceso de selección de proveedores es una de las partes más importantes del proceso de compras. El propósito de la selección de proveedor es establecer los requisitos que deben cumplir las empresas proveedoras. Se elabora una lista de estas empresas y son las que se solicita cotizaciones.

La decisión para seleccionar proveedores se basa en ciertas características:

- Legalidad del proveedor
- Materiales que distribuye
- Garantía de los productos
- Servicios que preste
- Descuentos
- Disponibilidad del producto
- Tiempo de entrega de producto
- Precio de la cadena insumo
- Nivel de calidad del producto
- Crédito

En la tabla II se observa un listado de los principales proveedores calificados por la empresa.

Tabla II. Listado de proveedores

Proveedores metal-mecánica			
	Materiales		Materiales
Dipac	Tubos cuadrados 60 x 2mm	Geroneto	Varillas
	Planchas SE 1,1 mm H/N		Ángulos
	Vigas UPN		Planchas
	Ángulos laminados, ángulos DOBL. 50 X 4 MM		Platinas 30 x 6mm
	Tubos galv. Red. De 1 1/4 e = 2 mm		Vigas UPN
	Dipanel en 035 mm caballetes y tornillos		Planchas antideslizantes
	Oxicortes 30 mm	Ipac	Correas 100 x 50 x 2mm
	Rieles 25 x 2mm		Ángulos laminados 50x6
	Planchas antides. 2,5 mm		Tubos galvanizados > 75 x 75 x 3mm
	Correas 150 x 50 x1 5 x 2 mm		Canales 150x3mm
Platinas 30 x 6mm	Planchas galv. De 1,4mm		
Promesa	Pernos	Maq. Henriques	Acople lovejoy y cauchos
	Anillos		Poleas
	Machuelos		Reductor mhl 20/2 27,4/1
	Motores trifásico		Piñón 50 b x 10t
	Lijas		Nylon est. 310 80mm.
	Discos		Bronce fosfórico
	Brocas	Cadenas	
	Gafas	HIVIMAR	Rodamientos
	Mascarillas		Soportes
	Cinta		Mangueras
	Clavos		Elementos
	Esmeriladora d28402		Retenedores

Continuación de la tabla II.

Proveedores metal-mecánica				
	Materiales		Materiales	
Ferretería Casanova	Pernos	Metales Hidalgo	Rodamientos	
	Brocas		Brocas	
	Varillas		Chisperos	
	Cables y grilletes		Pernos	
	Anillos		Acero cuña	
	Pernos expansión		Varilla roscada	
	Codos y tornillos		Loctite	
	Abrazaderas		Bronce hexagonal	
	Cadenas		Acerimallas	Planchas expandidas
	Tuercas	Planchas perforadas alargadas		
	Templadores	Módulo e=4 1000 x 1800 mm		
	Ferrotorre	Planchas galv. De 1,4 mm	Ivan Bohman	Motorreductor
		Correas		Aceros de transmisión
Canales		Barras perforadas y chumaceras		
Canales simples				
Ángulos		Acero herramienta y soldaduras		
	Ángulos para piezas pequeñas		Acero herramienta y soldaduras	

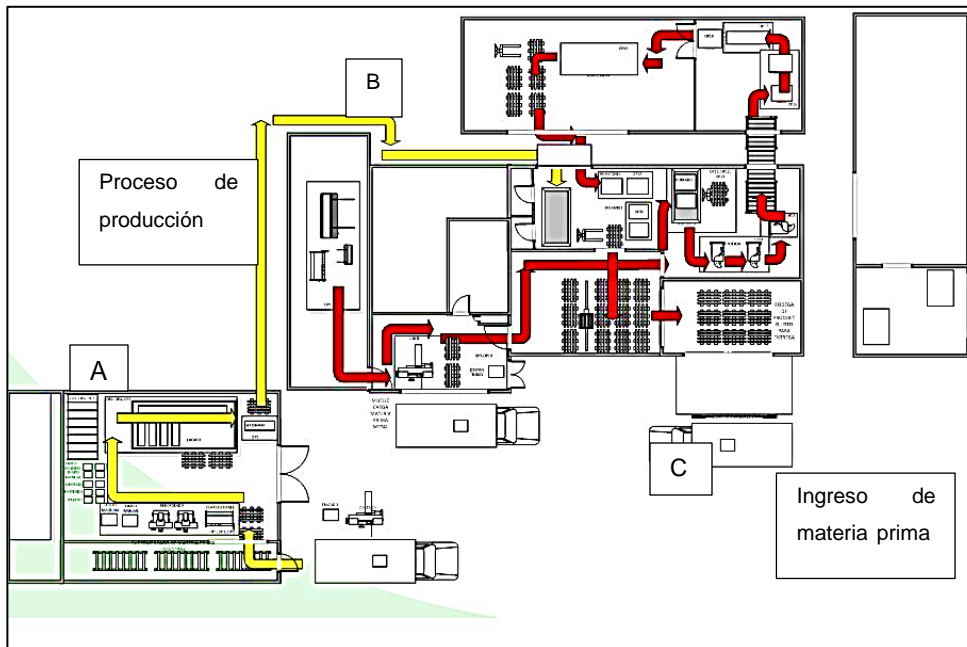
Continuación de la tabla II.

Ferrotorre	Acero inoxidable, acero niquelados, aceros cromados, varillas para soldadura, discos para cortas, pulir, cinceles	Ivan Bohman	Lubricantes
	Correas		Aceros de transmisión
	Canales		Calibradores, ejes centrales
	Canales para desecho		Calibradores
	Ángulos		Acero, herramienta y soldaduras

Fuente: elaboración propia

En la figura 19 se presenta la distribución de la planta de producción de la empresa en estudio.

Figura 19. **Distribución de la planta**



- A: ingreso de materia prima y bodega
- B: Planta de transformación
- C: Bodega de producto terminado y despacho de pedidos

Fuente elaboración propia.

2.1.1. Principales procesos

Es el sector que comprende las maquinarias industriales y las herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas; su insumo básico es el metal y las aleaciones de hierro, para su utilización en bienes de capital productivo dependiendo su demanda.

Para agilizar la producción de partes o herramientas usadas en la fabricación de máquinas o complementos de diferentes productos que son usados con mayor frecuencia debido a los avances tecnológicos que se ven en la actualidad; hace más cómodo el trabajo diario.



Esto se ve reflejado en los procesos de calidad que se realizan en cada empresa para mantener una industria de alto nivel competitivo, estable, a través de la calidad de sus servicios o productos.

2.1.2. Herramientas manuales

A continuación, se hace una somera descripción de las herramientas manuales utilizadas.

En la tabla III se hace una presentación de las diferentes herramientas manuales; se hace una descripción teórica y se presenta una imagen.

Tabla III. **Herramientas manuales**

Herramienta	Imagen
El alicate es una herramienta imprescindible en cualquier equipo básico de herramientas manuales porque es muy utilizado, ya que sirve para sujetar, doblar o cortar. Hay muchos tipos de alicates: universales, de corte, de presión, de cabeza plana, y de cabeza redonda, entre otros.	
Broca de usos múltiples: en cualquier tarea mecánica o de bricolaje, es necesario muchas veces realizar agujeros con alguna broca. Para realizar un agujero es necesario el concurso de una máquina que impulse en la broca la velocidad de giro suficiente y que tenga la potencia necesaria para perforar el agujero que se desee. Hay muchos tipos de brocas de acuerdo a su tamaño y material constituyente.	


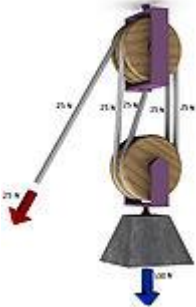



Continuación de la tabla III.

Herramienta	Imagen
<p>La cizalla es una herramienta y una máquina potente activada con motor eléctrico. La cizalla tiene el mismo principio de funcionamiento que una tijera normal, solamente que es más potente y segura en el corte que la tijera. Se usa sobre todo en imprentas para cortar láminas de papel, y en talleres mecánicos para cortar chapas metálicas que no sean muy gruesas o duras.</p>	
<p>El compás aparte de otros conceptos es una herramienta que se utiliza en los talleres de mecanizado para trazar circunferencias y verificar diámetros de piezas exteriores e interiores.</p>	
<p>Cortafrío, buril y cincel: son herramientas manuales diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío mediante el golpe que se da a estas herramientas con un martillo adecuado. Las deficiencias que pueden presentar estas herramientas es que el filo se puede deteriorar con facilidad, por lo que es necesario unafilado. Si se utilizan de forma continuada hay que poner una protección anular para proteger la mano que las sujeta cuando se golpea.</p>	





Continuación de la tabla III.

Herramienta	Imagen
<p>Destornillador: son herramientas que se utilizan para apretar tornillos que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño. Hay cuatro tipos de cabeza de tornillos diferentes: cabeza redonda, cabeza avellanada, cabeza de estrella, cabeza torx.</p>	
<p>Escariador. Es una herramienta de corte que se utiliza para conseguir agujeros de precisión cuando no es posible conseguirlos con una operación de taladrado normal. Los escariadores normalizados se fabrican para conseguir agujeros con tolerancia H7, y con diámetros normales en milímetros o pulgadas</p>	
<p>Extractor mecánico: es una herramienta que se utiliza básicamente para extraer las poleas, engranajes o cojinetes de los ejes, cuando están muy apretados y no salen con la fuerza de las manos. Se puede romper la polea si está mal ajustado el extractor.</p>	
<p>Granete: es una herramienta con forma de puntero de acero templado afilado en un extremo con una punta de 60° aproximadamente que se utiliza para marcar el lugar exacto en una pieza donde haya que hacerse un agujero, cuando no se dispone de una plantilla adecuada.</p>	

Continuación de la tabla III.

Herramienta	Imagen
<p>Martillo: es una herramienta que se utiliza para golpear y posiblemente sea una de las más antiguas que existen. Actualmente han evolucionado bastante y existen muchos tipos y tamaños de martillos diferentes. Para grandes esfuerzos existen martillos neumáticos y martillos hidráulicos, que se utiliza en minería y en la construcción.</p>	
<p>Polipasto: estos mecanismos se utilizan mucho en los talleres que manipulan piezas muy grandes y pesadas. Sirven para facilitar la colocación de estas piezas pesadas en las diferentes máquinas-herramientas que hay en el taller. Suelen estar sujetos a un brazo giratorio que hay en cada máquina, o ser móviles de unos lugares a otros. Los polipastos tienen varios tamaños o potencia de elevación, los pequeños se manipulan a mano y los más grandes llevan un motor eléctrico.</p>	
<p>Punzón: esta herramienta tiene diferentes tamaños y se utiliza básicamente para sacar pasadores en el desmontaje de piezas acopladas a ejes.</p>	
<p>Punta de trazar: esta herramienta se utiliza básicamente para el trazado y marcado de líneas de referencias, como ejes de simetría, centros de taladros, o excesos de material en las piezas que hay que mecanizar, porque deja una huella imborrable durante el proceso de mecanizado.</p>	
<p>Remachadora: es una herramienta muy usada en talleres de bricolaje y carpintería metálica. Los remaches son unos cilindros que se usan para la unión de piezas que no sean desmontables, de metal y de madera. La unión con remaches garantiza una fácil fijación de unas piezas con otras.</p>	

Continuación de la tabla III.

Herramienta	Imagen
<p>Sierra manual: es una herramienta de corte que está compuesta de dos elementos diferenciados: de una parte está el arco o soporte donde se fija mediante tornillos tensores y la otra es la hoja de sierra que proporciona el corte.</p>	
<p>Tenaza: hay tenazas normales para extraer puntas o cortar alambres y tenazas extensibles que son herramientas muy útiles para sujetar elementos que un alicata normal no tiene apertura suficiente para sujetar. El hecho de que sean extensibles las hace muy versátiles.</p>	
<p>Terraja de roscar: es una herramienta de corte que se utiliza para el roscado manual de pernos y tornillos, que deben estar calibrados de acuerdo con la característica de la rosca que se trate.</p>	 <small>Copyright © 2010 - Kula Deutschland GmbH</small>
<p>Tijera: su principal en un taller mecánico es para cortar flejes de embalajes y chapas de poco espesor. Hay que procurar que estén bien afiladas y que el grosor de la chapa sea adecuado al tamaño de la tijera.</p>	

Continuación de la tabla III.

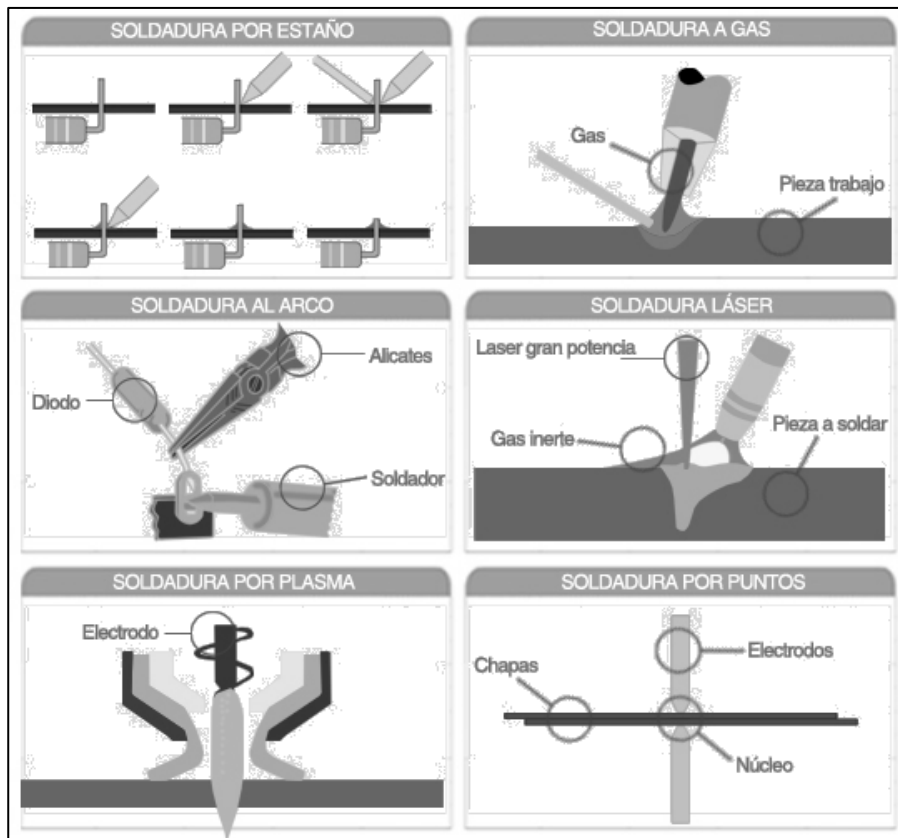
Herramienta	Imagen
<p>Tornillo de banco: es un conjunto metálico muy sólido y resistente con dos mordazas, una es fija y la otra se abre y se cierra cuando se gira con una palanca un tornillo de rosca cuadrada. Es una herramienta que se atornilla a una mesa de trabajo y es muy común en los talleres de mecánica. Cuando las piezas a sujetar son delicadas o frágiles se deben proteger las mordazas con fundas de material más blando llamadas galeras y que pueden ser de plomo, corcho, cuero, nailon, etc. La presión de apriete tiene que estar de acuerdo con las características de fragilidad de la pieza que se sujeta.</p>	
<p>Pistola: para pintar se utiliza para pintar cualquier superficie utilizando pintura especial para cada tipo de material a tratar.</p>	
<p>Extractor de cojinetes: extractor mecánico es una herramienta manual que se utiliza básicamente para extraer las poleas, engranajes o cojinetes de los ejes, cuando están muy apretados y no salen con la fuerza de las manos.</p>	

Fuente: elaboración propia.

- Procesos de soldadura
 - La soldadura es un proceso para la unión de dos metales por medio de calor y/o presión y se define como la liga metalúrgica entre los átomos del metal a unir y el de aporte.

En la tabla IV se presenta los elementos de soldadura por estaño, a gas, láser, soldadura al arco, plasma, por puntos utilizados en la industrial metal-mecánica.

Tabla IV. **Elementos de soldadura**



Fuente: GREGOR, Thomas. *Procesos básicos de manufactura*. p. 125.

- Tipos de electrodos

Los electrodos para este tipo de soldadura están sujetos a norma de calidad, resultados y tipos de uso. La nomenclatura es la siguiente:

E-XX-Y-Z

La E indica que se trata de un electrodo con recubrimiento.

Los dos primeros dígitos, XX, se utilizan para indicar la resistencia de la soldadura a la tensión; por ejemplo cuando señalan 60 se refiere a que la resistencia a la tensión es de 60 000 lb/in².

El tercer dígito, Y, se refiere a la posición donde se puede utilizar la soldadura; por ejemplo, 1 es para sobrecabeza, 2 horizontal, y 3 vertical.

Por medio del cuarto dígito, Z, se especifican características especiales de la soldadura: corrientes directas, alternas o ambas; si es de alta o baja penetración. En algunas ocasiones los electrodos tienen letras al final, esto depende de la empresa que los fabricó. Para mayor explicación en la tabla V se presenta cada elemento y su significado.

Tabla V. **Electrodos**

Elemento	Significado
E	Electrodo para arco eléctrico
XX	Resistencia a la tensión en lb/in ²
Y	Posición de aplicación: 1 Cualquier posición 2 Vertical 3 Horizontal
Z	Características de la corriente 0 CC invertida 1 CC y CA sólo invertida 2 CC (directa) y CA 3 CC y CA (directa)
Letras	Depende de la marca de los electrodos, establece las aleaciones y las características de penetración

Fuente: GREGOR, Thomas. *Procesos básicos de manufactura*. p. 127.

Ejemplo: un electrodo E7013 implica que produce soldadura con 70 000 lb/in² de resistencia a la tensión, que se puede utilizar para soldar en cualquier posición (incluso sobre la cabeza) y que se recomienda la utilización de corriente continua o corriente alterna, ambas de manera directa.

- Intensidad de corriente
 - El amperaje que se debe aplicar para generar la soldadura es muy importante, de ello depende que no se pegue el electrodo, que la soldadura fluya entre las dos piezas o que no se perforen las piezas que se van a unir.

En la tabla VI se muestran las cantidades de corriente en amperes que se deben utilizar de acuerdo al grueso de los electrodos.





Tabla VI. **Intensidad de la corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos**

Diámetro del electrodo (in)	Amperes para soldadura plana	Amperes para soldadura vertical y sobre la cabeza
1/16	25-70	---
3/32	60-100	---
1/8	80-150	75-130
5/32	125-225	115-160
3/16	140-240	125-180
1/4	200-350	170-220
5/16	250-500	---
3/8	325-650	---

Fuente: GREGOR, Thomas. *Procesos básicos de manufactura*. p. 31.

En la tabla VII se presentan los instrumentos de medición y verificación en piezas de mecánica.

Tabla VII. Instrumentos de medición y verificación en fabricación mecánica

Herramienta	Imagen
<p>Cinta métrica: es un instrumento de medición que se construye en una delgada lámina de acero al cromo, o de aluminio, o de un tramado de fibras de carbono unidas mediante un polímero de teflón (las más modernas). Las cintas métricas más usadas son las de 10, 15, 20, 25, 30, 50 y 100 metros.</p>	
<p>La escuadra: se utiliza en los talleres es totalmente de acero, puede ser de aleta o plana y se utiliza básicamente para trazado y la verificación de perpendicularidad de las piezas mecanizadas.</p>	
<p>Fluxómetro: es un instrumento de medición parecido a una cinta métrica, pero con una particularidad que está construido de chapa elástica que se enrolla en fuelle tipo persiana.</p>	
<p>Gramil: es un instrumento de medición y trazado que se utiliza en los laboratorios de metrología y control de calidad, para realizar todo tipo de trazado en piezas como por ejemplo ejes de simetría, centros para taladros, excesos de mecanizado.</p>	

Continuación de la tabla VII:

Herramienta	Imagen
<p>Micrómetro: un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir con alta precisión del orden de centésimas en milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001 mm) (micra) las dimensiones de un objeto.</p>	
<p>Nivel: es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Existen distintos tipos y son utilizados por agrimensores, carpinteros, albañiles, herreros, trabajadores del aluminio, etc. Un nivel es un instrumento muy útil para la construcción en general e incluso para colocar un cuadro ya que la perspectiva genera errores.</p>	
<p>Pie de rey: el calibre o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetros o hasta 1/20 de milímetro).</p>	
<p>Regla graduada: es un instrumento de medición, construida de metal, madera o material plástico, que tiene una escala graduada y numerada en centímetros y milímetros y su longitud total rara vez supera el metro de longitud.</p>	

Fuente: elaboración propia.

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos; generalmente, determina la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

En mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101,325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional, como se ejemplifica en la figura 20.

Figura 20. **Manómetro**



Fuente: AMSTEAD P, Begeman. *Procesos de manufactura*. p 75.

Un compresor es una máquina de fluido construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, como gases y vapores; en la figura 21 se presenta un compresor de aire.

Figura 21. **Compresor**



Fuente: AMSTEAD. P, Begeman. *Procesos de manufactura*. p 77.

Prensa hidráulica; sirve para comprimir una cosa, está compuesta básicamente de dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento mecánico, hidráulico o manual, se ejemplifica en la figura 22.

Figura 22. **Prensa hidráulica**



Fuente: AMSTEAD. P, Begeman. *Procesos de manufactura*. p 77.

En la figura 23 se presentan las cortadoras industriales de energía neumática o eléctrica: ideales para cortar láminas de metal, chapas de acero, piezas soldadas y dobles láminas; también, exóticos materiales y plásticos.

Figura 23. **Cortadora industrial**



Fuente: Cortadora industrial

https://www.csunitec.com/spanish/cornerdrills/portable_nibblers.html. Consulta: 10 julio de 2018.

2.2. **Materia prima**

Las materias primas fundamentales para fabricar acero son el mineral de hierro y el carbón.

- Mineral de hierro: es una roca compuesta fundamentalmente por óxidos y carbonatos de hierro (hierro+oxígeno y hierro+carbono). Es necesario aglomerarlo a alta temperatura con la ayuda de fundentes como la caliza. Se obtiene así el *sinter*, la carga principal del horno alto.
- Carbón: constituye la materia prima del *coke* siderúrgico, combustible utilizado en la fabricación del acero. Los carbones de calidad adecuada se destilan en el horno de coquización, una cámara cerrada que trabaja

en ausencia de aire y a altas temperaturas. Varios de estos hornos conforman las baterías de *coke*, de donde se obtienen subproductos como el gas, el alquitrán o el benzol.

- **Fundentes:** son unos elementos que se añaden al proceso para facilitar la formación de escorias y la correcta fusión. Las calizas son las más importantes.

2.2.1. Tipo

Los tipos de materia prima más utilizados en la empresa es tanto el acero, también, la madera, para realizar diferentes tipos de artículos o piezas que se desean elaborar.

2.2.2. Calidad

Se trata de obtener la materia prima de la mejor calidad para brindar excelencia a los clientes.

2.2.3. Proveedores

La actividad del sector metálico comienza, como cualquier otra actividad industrial, con la necesidad de obtener las materias primas necesarias para comenzar a fabricar el que será su producto final. En el caso del sector, las materias primas utilizadas son de naturaleza variada. Por un lado, están los productos químicos; por otro, las materias de origen metálico como los metales.

Las materias primas menos conocidas en este sector industrial, vitales en el proceso productivo de la fabricación de los productos metálicos. Su uso es esencial a la hora de tratar los metales. El siguiente eslabón de la cadena, el de las empresas que se encargan del tratamiento de los metales, necesita este tipo de materias primas para gran parte de sus actividades.

2.3. Tipos de procesos

En la realización de piezas industriales de la empresa, también, productos que otras empresas solicitan; la clasificación de los procesos varía según la demanda de nuestros clientes.

2.3.1. Por producto

Supone la fabricación de un producto exclusivo, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto. Son procesos largos y complejos. Un importante ejemplo es la construcción (construcción aérea, naval, promociones de viviendas...) Otro ejemplo es la producción de una película.

La producción por proyectos se emplea, por lo general, cuando en el proceso productivo se obtiene uno o pocos productos con un largo periodo de fabricación. Parte a través de una serie de fases; no se puede iniciar nueva fase, si no se ha concluido la anterior.

2.3.2. Por proceso

Son aquellos productos que se fabrican en un flujo sin fin. Son los productos que piden los clientes los cuales son de un mismo diseño.

El proceso de producción se realiza en uno o varios procesos, en cada departamento se realizan diferentes funciones, por ello distinto trabajo y proceso de transformación; por ejemplo, en una fábrica de confección un primer proceso I puede ser corlado, otro segundo proceso II puede ser confeccionado y terminado.

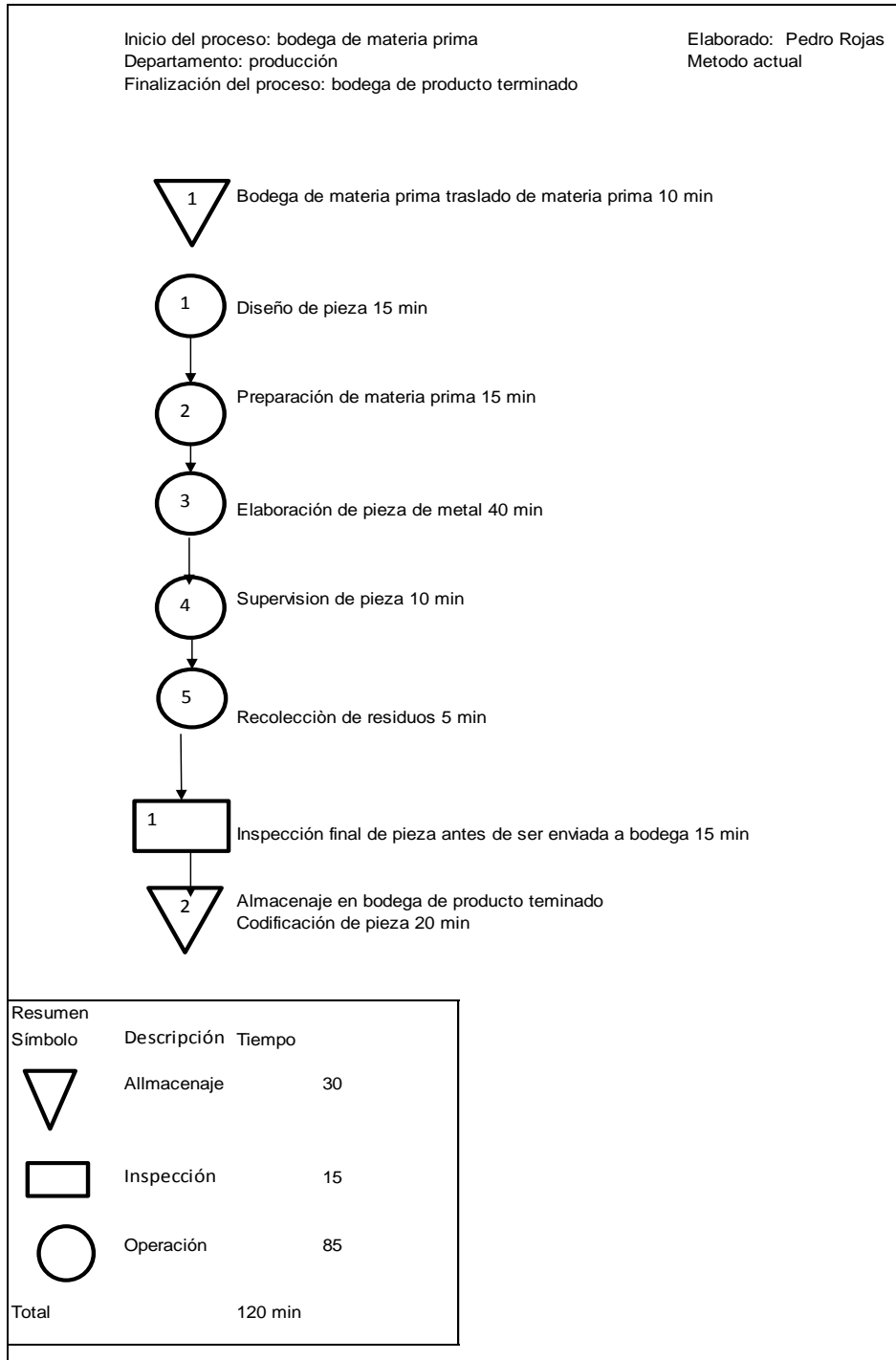
Los costos incurridos por concepto de material directo, mano de obra directa y gastos de fabricación se cargan por separado a cada centro de costo, por ejemplo a productos en proceso I, productos en proceso II, que también tendrán sus propias subcuentas y auxiliares. Las unidades transferidas de un proceso I a otro proceso II se transfieren con su costo en forma de material semielaborado y los costos de las unidades transferidas del proceso II a "almacén de productos terminados" se transfieren con su costo en calidad de producto terminado.

Sus aplicaciones básicas son:

- La de operación
- Diseño de la pieza
- Tolerancias y especificaciones de material
- Proceso de fabricación
- Preparación y herramientas
- Condiciones de trabajo
- Distribución de la planta

En la figura 24 se presenta el diagrama de operaciones del proceso de fabricación de una pieza de metal mecánica.

Figura 24. Diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia.

En la tabla VIII se hace una presentación del número de operarios utilizados por proceso en la planta de producción de la empresa en estudio.

Tabla VIII. Maquinaria y operarios utilizados por proceso

Área	Proceso	Número de maquinas	Número de operarios	Máquinas utilizadas	
Torno	Tornado	1	1	Torno DB 1340	
		1	1	Torno Mascut Ma 1860	
		1	1	Torno BD 1340	
Corte	Cortado	5	2	Tronzadoras	
		1	1	Plasma Hypertherm Powermax 1000	
		1	1	Plamas Powermax 30	
		1	1	Miller Spectrum 375	
		1	1	Roladora	
Rolado	Rolado	1	1	Roladora	
Doblado	Doblado	1	1	Dobladora	
Ensamble	Pulido	7	1	Pulidora	
		Soldadura	3	1	Soldadora Cebora MIG 3840
			2		Cepillo
			2		Taladro Fresador
			1	1	Cepillo
	Taladro	1	1	Taladro fresador	
	Prensado	2	1	Prensa hidráulica	
Pintura	Pintado	32	1	Compresor Campbel Hausfeld VT6 195	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla VIII de máquinas y operarios, actualmente existen en la planta 16 operarios en producción, que operan 17 máquinas. Más adelante se realizará un balanceo de línea para conocer si el número de operarios es el adecuado para el número de máquinas existentes.

- Almacenamiento y distribución: el almacenamiento como la misma distribución aumentar mucho la productividad de la empresa y la flexibilidad de los procedimientos que emplea el almacenamiento mediante el uso de un equipo adecuado.

2.3.3. Técnicas de almacenamiento

El almacenamiento de materiales depende de la dimensión y características de los materiales. Estos pueden exigir una simple estantería hasta sistemas complicados, que involucran grandes inversiones y complejas tecnologías. La elección del sistema de almacenamiento de materiales depende de los siguientes factores:

- Espacio disponible para el almacenamiento de los materiales.
- Tipos de materiales que serán almacenados.
- Número de piezas guardadas.

Actualmente, la planta cuenta con tres bodegas independientes.

- Existe una bodega de 15,45 m x 14,50 m, en la que se almacena la materia prima de gran tamaño: planchas, perfiles, ángulos, láminas, tubos, entre otros, esta bodega es de libre acceso y se encuentra abierta, solo cuenta con un techo de protección para evitar daños por exposición al medio ambiente.
- Para almacenar la materia prima de menor tamaño existe otro espacio asignado de 8.30 m x 4.35 m, en la cual se almacena materia prima: tornillos, tuercas, además de insumos, y a esto se le suma el

almacenamiento de los motores. Esta bodega se encuentra cerrada debido al valor económico que representa su contenido.

- En la última bodega, la cual es aun de menor tamaño que las anteriores, 8,10 m x 6 m se almacenan tarros vacíos de pinturas, partes pequeñas de máquinas acabadas, etc. En esta bodega se almacena cualquier tipo de material.

Cualquier otro material que se necesite para la fabricación de un producto especial se lo hace bajo pedido.

Analizando la situación actual del almacenamiento de los materiales se plantean las siguientes conclusiones:

- No se posee una política de inventario.
- No se tiene un control de entrada y salidas de los productos almacenados.
- No se realizan auditorías.
- No se tiene un equipo adecuado para el manipuleo de materiales ni las seguridades necesarias.
- No tiene un acceso adecuado para el despacho y recepción de materiales.
- La ubicación de los materiales en la bodega es de forma aleatoria sin orden alguno.

- No hay ningún tipo de flujo, debido a que el espacio es pequeño.

Conociendo todas estas falencias se pueden recomendar soluciones apropiadas, para así optimizar el uso de los espacios asignados como bodegas.

- Manipuleo de materiales
 - Unidad de carga
 - Se consideran como unidades de carga, a parte del equipo de transporte que sea adecuado para la utilización de mercaderías que deban ser transportadas y que permita su movimiento completo durante el recorrido y en todos los medios de transporte utilizados.
 - También, permite el mejor uso del espacio, minimizar movimientos, dar ubicación a los productos, proveer un ambiente seguro. En la bodega de METALMECANICS se necesita una alta variedad de materiales que difieren en tipo, tamaño, etc, razón por la cual la carga unitaria depende únicamente del material.
- Equipos de manipuleo
 - El manejo de materiales dentro de la planta se da en su totalidad en forma manual, no cuenta con los equipos necesarios para facilitar su manipuleo y traslado.

- Solo se cuenta con un carrito transportador, que ellos mismos elaboran, el cual se utiliza para el traslado de planchas, motores, láminas, acero de transmisión, poleas.

A continuación, se muestra la tabla IX en la cual se detalla el método de transporte que se utiliza para el traslado y manipuleo de los materiales.

Tabla IX. **Manipuleo de materiales**

Material	Método de manipuleo	Equipo de manipuleo
Acero de transmisión	Manual	Carrito transportador
Planchas	Manual	Carrito transportador
Perfiles	Manual	No existe
Ángulos	Manual	No existe
Tubos	Manual	No existe
Varillas	Manual	No existe
Correas	Manual	No existe
Láminas	Manual	Carrito transportador
Motores	Manual	Carrito transportador
Discos	Manual	No existe
Bandas	Manual	No existe
Poleas	Manual	Carrito transportador
Chumaceras	Manual	No existe
Tornillos, tuercas	Manual	No existe
Pinturas	Manual	No existe

Fuente: elaboración propia.

Como se había mencionado solo existe un carrito transportador, el cual es elaborado en las instalaciones de la empresa, el mismo que se usa para el transporte de materiales muy pesados como acero de transmisión, planchas, láminas, motores y poleas. Cabe recalcar que el carrito transportador no cuenta con la seguridad adecuada, pone en riesgo constantemente la seguridad de los trabajadores.

- Análisis de movimientos

Para el análisis de movimientos del proceso se consideraron los flujos de movimientos de materiales, sean esta materia prima, producto en proceso y producto terminado.

Es necesario mencionar que no existen movimientos entre las bodegas, debido a que el producto en proceso no es trasladado entre bodegas; tampoco, existen movimientos entre algunas estaciones, por ejemplo, ciertas piezas solo necesitan el proceso del torneado y luego de eso pasan directamente a ensamble, es por eso que no se registran movimientos entre dichas estaciones.

En la tabla X se presenta la carta de-para la cual se detalla la cantidad de movimientos que se requieren para movilizar el producto de una estación a otra. Cada estación representa una etapa del proceso, también alguna, de las bodegas.

Tabla X. Carta de- para

		CARTA FROM - TO								
		BMP 1	BMP 2	Torno	Corte	Rola	Dobladora	Ensamble	Pintura	BD
BMP 1		--	X	38	53			94	155	
BMP 2			-	43	47	61	63	65		
Torno				--				80	160	
Corte					--	55	57	59	99	
Rola						-		2	63	
Dobladora							--	2	61	
Ensamble								--	59	
Pintura									--	71
BD										-

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra en la tabla XI el resumen, donde se detalla la cantidad de movimientos totales que se dan entre cada estación.

Tabla XI. **Resumen de movimientos**

Máquina	No. movimiento
Bmp 1 - Torno	38
Bmp 1 - Corte	53
Bmp 1 - Ensamble	94
Bmp 1 - Pintura	155
Bmp 2 - Torno	43
Bmp 2 - Corte	47
Bmp 2 - Rola	61
Bmp 2 - Dobladora	63
Bmp 2 - Ensamble	65
Torno - Ensamble	80
Torno - Pintura	160
Corte - Rola	55
Corte - Dobladora	57
Corte - Ensamble	59
Corte - Pintura	99
Rola - Ensamble	2
Rola - Pintura	63
Dobladora - Ensamble	2
Dobladora - Pintura	61
Ensamble - Pintura	59
Pintura - Bd	71

Fuente: elaboración propia.

La realización de la carta *From – to* servirá más adelante para la elaboración del diseño de la distribución de las piezas por el método.

2.3.4. Variedad y cantidad de artículos almacenados

Los artículos que se almacenan en la empresa no son de tanta duración ya que con la consistencia del pedido que desea el cliente, a un lapso de tres días, la fabricación se realiza y se traslada al cliente.

2.3.5. Distribución

La empresa cuenta con dos camiones de tres toneladas, en el cual se traslada el producto para su destino final, incluso se traslada maquinaria para realizar algunos mantenimientos de maquinaria en empresas como también en fábricas.

2.4. Codificación

Para facilitar la localización de los materiales almacenados en la bodega, las empresas utilizan sistemas de codificación de materiales. Cuando la cantidad de artículos es muy grande, se hace casi imposible identificarlos por sus respectivos nombres.

Para facilitar la administración de los materiales se deben clasificar los artículos con base en un sistema racional, que permita procedimientos de almacenaje adecuado, operativo operacionalización de la bodega y control eficiente de las existencias. Se da el nombre de clasificación de artículos a la catalogación, simplificación, especificación, normalización, esquematización y codificación de todos los materiales que componen las

existencias de la empresa. De la bodega tienen una segmentación a base de la función del producto esta primera división es por familias, las cuales se detallan a continuación:

- Metal-mecánicos: son aquellos artículos metálicos.
- Lubricantes: son sustancias que no se degradan e impiden el contacto entre 2 piezas móviles.
- Químicos: aquellos productos que pueden ser contaminantes como pintura y diluyente
- Consumibles: aquellos productos que se gastan y se deben reponer para seguir utilizando un producto superior.
- Herramientas: son dispositivos artificiales que facilitan la aplicación de energía a un material durante la realización de una tarea.
- Protección personal: son equipos de seguridad necesarios para la prevención de accidentes o enfermedades laborales.

Una vez que los materiales estén clasificados por su familia, existe una segunda división, más conocida como subfamilia, en donde se detalla el tipo de material. La tercera división es el grupo, luego existe una segmentación por subgrupo; por último, una división secuencial. Es importante mencionar que no es necesario que la materia prima tenga estas 5 particiones, eso dependerá de las especificaciones o descripciones de cada producto.

En la figura 25 se presenta la codificación de la materia prima

Figura 25. **Ejemplo de codificación**

Familia: metal-mecánicos
 Subfamilia: *bushing*
 Grupo: 1 610
 Subgrupo: 30 mm

Fuente: elaboración propia.

2.5. **Estimación del porcentaje de desperdicio**

Este control se lleva a cabo con el fin de determinar un rango de variación entre la materia prima, este se debe solicitar para no incurrir en falta. En la tabla XII se presenta los tipos de residuos.

Tabla XII. **Tipo de residuo**

Tipo de residuo	Elemento	Reciclaje
Ferroso	Chatarra	Primario
	Laminas	Primario
	Laminado en frío	Secundario
	Laminado en caliente	Secundario
	Hierro gris	Primario
	Acero	Primario
	Briquetas	Primario
	Hierro colorado	Primario
	Arrabio	Primario
No Ferroso	Aluminio, cobre, bronce, latón, antimonio, plomo, estaño, níquel.	Primario

Fuente elaboración propia.

2.5.1. Materia prima

Se manejan varios tipos de inventario: inventario de desperdicio de materia prima en la línea de preparación que es el inventario de lámina recubierta solamente de laca y/o barniz; inventario de desperdicio de materia prima en la línea de impresión que es el inventario de lámina recubierta de tintas con un arte en específico; inventario de desperdicio o variaciones de lacas e inventario de desperdicio o variaciones de barnices.

Se elabora un reporte mensual, el cual incluye para lacas y barnices, un comparativo entre el consumo real y el consumo estándar, y, para láminas de preparación y láminas de impresión, un comparativo entre la producción real y la producción programada; la diferencia es el desperdicio que se genera en cada orden de producción; llevan así el control del porcentaje de desperdicio para cada uno de los inventarios, el porcentaje de desperdicio es el total de láminas desperdiciadas entre el total de lámina preparada o impresa.

Cada fin de mes el reporte de control de desperdicios es enviado al departamento de contabilidad, en donde se lleva a cabo la verificación de cantidades; las cantidades del reporte del control de desperdicios deben coincidir con el control de órdenes de producción de preparación.

Día a día se monitorea las láminas dañadas, este desperdicio es vendido como chatarra a otras empresas como parte de la contribución al medio ambiente.

2.5.2. Piezas en proceso

En cada línea de producción existe un porcentaje de desperdicio por *layout* troquelado ya sea de latas para betún, latas medicinales y cuerpo de pila seca; el cual es monitoreado constantemente.

La empresa de metal-mecánica como toda organización busca optimizar los recursos de los que dispone; propone mejoras en cuanto a la reducción del desperdicio que día a día se genera; este desperdicio es vendido como chatarra a otras empresas como parte de contribución al medio ambiente.

2.5.3. Piezas terminadas

Generalmente, el desperdicio se genera cuando el producto terminado se convierte en producto no conforme; el reporte de este producto incluye las cantidades no conformes y el problema que presenta este producto; este reporte es enviado al gerente de manufactura para que decida si el producto se puede reprocesar o se vende como chatarra.

2.6. Método actual para solicitar materiales

Para solicitar materiales se toma como base el presupuesto de venta, seguidamente se elabora el análisis de explosión de materiales ya determinado la cantidad requerida de materiales, se compara con el reporte de existencias y se lanza la orden de compra.

2.6.1. Reportes de existencia

Para llevar a cabo la explosión de materiales se procede a la elaboración de un reporte analítico (reporte de consumo y existencias), con el propósito de indicar las cantidades que se deben solicitar; este reporte se entrega mensualmente y donde se detalla:

- Control de materia prima para 12 meses. (Qué cantidad de materia prima se consume mensualmente).
- Cantidad mínima.
- Cantidad media.
- Cantidad máxima.
- Promedio: se toman los 12 meses con cuya base se puede considerar para cuánto tiempo alcanzará la materia prima. Es un tipo de alcance o referencia para la explosión de materiales.
- Cantidad de materia prima en existencia, para su control, se deben tomar en cuenta dos factores importantes:
 - Tránsito de importaciones.
 - Existencia en bodega: el total de materia prima en existencia es la suma de lo que existe en tránsito de importaciones más la existencia en bodega. Este también es tomado como un alcance o referencia para la explosión de materiales.

2.6.2. Explosión de materiales

Presentan un porcentaje alto de costos totales de la producción y su correcta selección y uso adecuado es muy importante. Los costos se reducirán a medida que:

- Si se sustituirse por uno más barato.
- Si es uniforme y de acuerdo a las condiciones como llega al operario.
- Si se pueden reducir los almacenamientos, las demoras y el material en proceso.
- Si se utiliza el material hasta el máximo.
- Si se encuentra utilidad a los desperdicios y las piezas defectuosas.

2.7. Análisis de riesgos

Es una etapa que se caracteriza por la revisión exhaustiva, minuciosa y detallada de todas las actividades inherentes al problema, con el objetivo de escudriñar a través del escrutinio en la realización de las operaciones debe realizarse de forma crítica; eliminar todas aquellas situaciones preconcebidas o predeterminadas; esto permitirá poner a prueba la información existente para buscar alternativas orientaciones y posibles soluciones al problema.

2.8. Identificación del producto

Las actividades de preparación deben estar estandarizadas; stas son necesarias para el proceso; se enfocaría en evitar perder tiempo por este concepto que traduciría en disminución de costos significativos. Para esto se debe considerar:

- Mejorar la planificación y el control de la producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia
- Entregar por duplicado las herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.
- Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- Diseñar las herramientas que pueda utilizar las máquinas a su máxima capacidad.
- Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- Introducción una herramienta más eficiente.

2.9. Seguros de materia prima

La adecuada para la mediana y gran empresa en cualquier sector de actividad industrial o de servicios. Los seguros para riesgos industriales le proporcionan la protección que su empresa necesita, con la mejor asistencia.

- Materias primas
- Productos acabados
- Materias en proceso de fabricación

2.10. Producción más limpia

La producción más limpia en metal-mecánica siempre se necesita realizar cambios en las rutinas de los operarios hasta considerables inversiones tecnológicas; pero primero se deben conocer la situación actual de la empresa así realizar un manejo preventivo, estado actual de la empresa y ver los resultados.

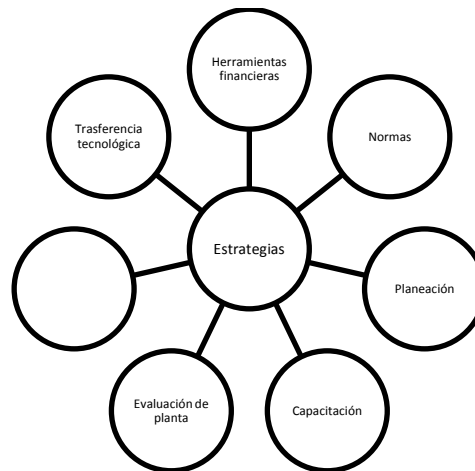
Como ya se ha mencionado, la política nacional relacionada con los residuos está encaminada primordialmente hacia la prevención de la generación de residuos o la minimización de su cantidad y la peligrosidad. Con relación a la forma de realizar esas dos acciones, prevenir y minimizar, las normas no pueden establecer una forma específica de hacerlo, ya que cada proceso productivo es muy particular, incluso dentro del mismo sector. Por esta situación, que no se presenta solo al hablar de residuos sino con todos los aspectos ambientales, han surgido diversas estrategias basadas mayoritariamente en un criterio de gestión denominado ciclo PHVA, que serán detalladas más adelante. Dentro de estas estrategias se cuenta la producción y el consumo sostenible.

Otros modelos que han surgido en el camino consisten en el análisis de ciclo de vida como herramienta de diagnóstico y el eco diseño de los productos, como vía para reducir el impacto que pueda generar ese ciclo de vida.

La siguiente ilustración muestra la relación entre las diferentes estrategias, la producción y consumo sostenible es el estado ideal de la producción más limpia, es la meta a obtener a través del mejoramiento continuo (ciclo PHVA); usa herramientas que permitan la toma de decisiones y la implementación de prácticas más amigables con el ambiente. En este capítulo se presentan los lineamientos básicos de cada una de estas estrategias partiendo de la más general como lo es el ciclo PHVA, para culminar con la más específica y actual, es decir la propuesta de producción y consumo sostenible. En capítulos posteriores se mostrará como el empresario puede utilizar estas estrategias para mejorar su información para la formulación del plan de gestión integral de residuos.

En la figura 26 se hace una representación gráfica de las diferentes estrategias para la producción.

Figura 26. **Relación entre las diferentes estrategias, la producción y consumo sostenible**



Fuente: elaboración propia.

2.11. Manejo de materiales

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión del dinero, el tiempo y la energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro; es por ello que hay que tratar en primera instancia de eliminar o reducir la manipulación de productos con base en los siguientes indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga
- Transporte manual de carga pesada
- Largos trayectos de materiales
- Congestionamientos de algunas zonas

Segunda instancia, mejorar los procedimientos de transporte y su manipulación, con base en a los siguientes indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez
- Aprovechar la fuerza de la gravedad
- Disponer de los medios que faciliten el transporte
- Utilizar equipos de manipulación de materiales que tengan usos variados
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de los materiales

2.12. Cuantificación de residuos

Se describe el proceso de cuantificación de residuos por semana.

2.12.1. Materia prima

Para la caracterización de residuos de materia prima se utiliza una tabla de control para determina las cantidades utilizadas y la generación de desperdicio por peso, como se muestra en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Caracterización de residuos**

Día	Toneladas utilizadas de materia prima	Toneladas generadas de residuos
1		
n		

Fuente elaboración propia.

2.12.2. Material de fabricación

Para los materiales de fabricación se utiliza una tabla de control de uso de materia prima con base en el peso utilizado como se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Residuos de material de fabricación**

Día	Orden de servicio	Pieza fabricada	Peso en toneladas de material no utilizado
1			
2			
3			
n			

Fuente elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS METAL METAL-MECÁNICA

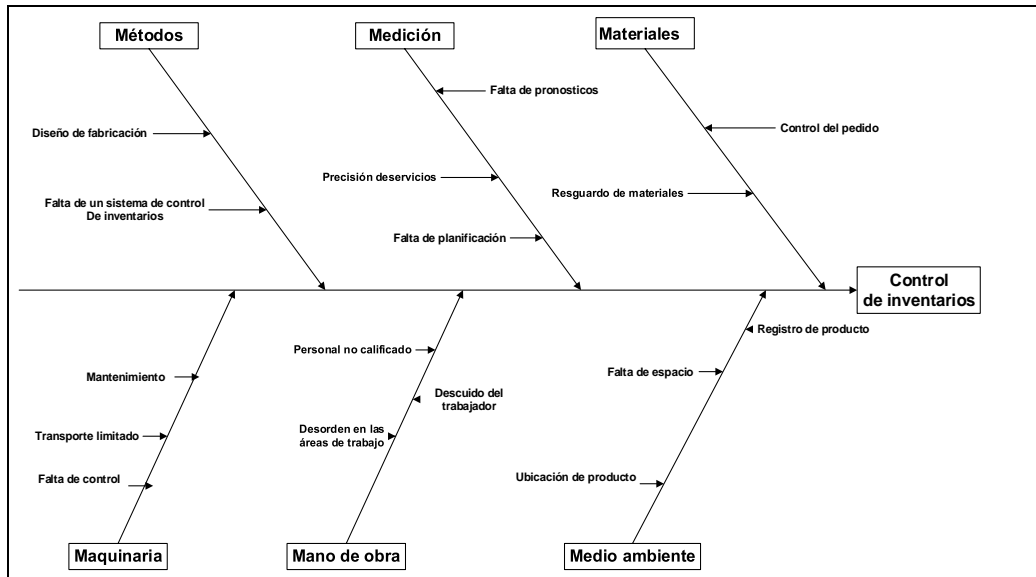
- Planteamiento del problema

En la empresa no se cuenta con un sistema de control en el diseño de piezas de metal-mecánica, por lo cual no se optimiza el recurso humano y material para la elaboración de piezas con base en a los pedidos realizados por los clientes.

Con el fin de analizar en mayor detalle en qué parte del proceso de control de diseño se están generando los problemas de planificación; por lo que se realizó una reunión con la gerencia para generar una lluvia de ideas en la que se involucra al personal de la empresa para determinar las causas asignables del problema.

En la figura 27 se presenta el diagrama de Ishikawa para establecer la causa raíz del planteamiento del problema.

Figura 27. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

En la figura 28 se presenta la matriz del FODA, realizada después del análisis de la situación actual y el planteamiento del problema, en la cual se presentan los resultados de la evaluación de las condiciones de la empresa y sus estrategias a seguir.

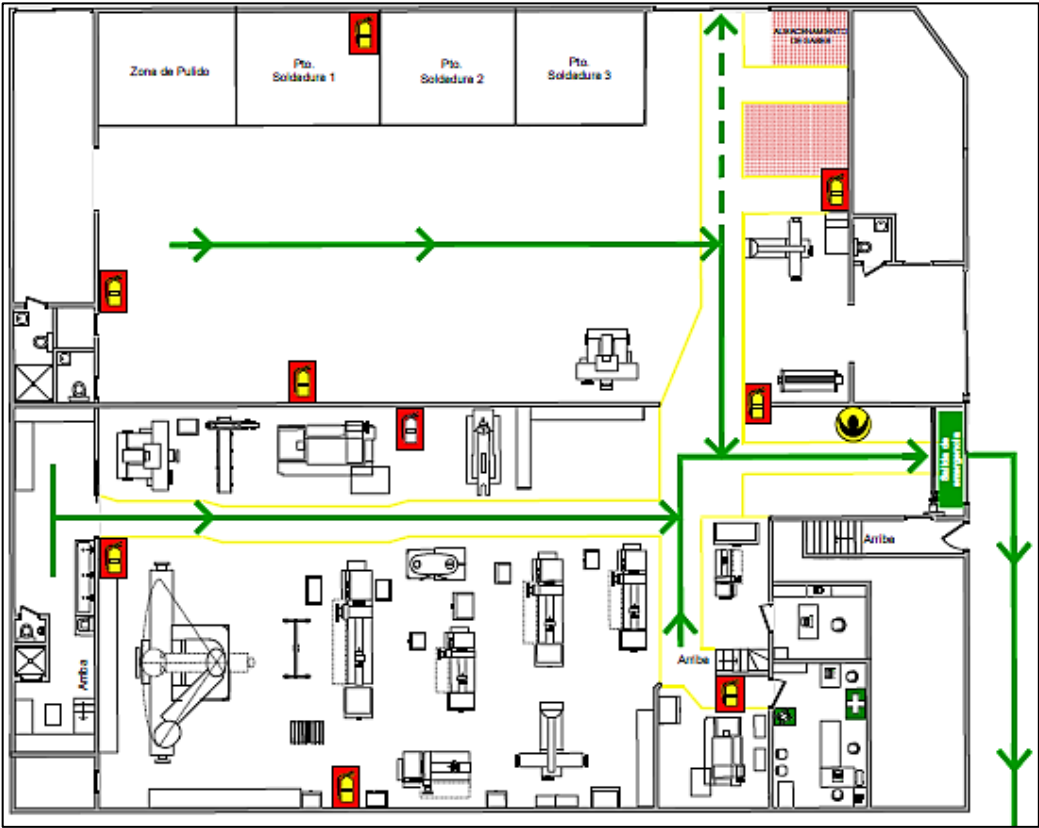
Figura 28. Análisis FODA

		Oportunidades			Amenazas		
		Demanda constante de piezas de metal	Oportunidad de ofrecer servicios a empresas de servicios industriales	Diseño de nuevas piezas	Robos de materia prima	Inestabilidad de precios	Ingreso de nuevas empresas de metalmeccánica
		O1	O2	O3	A1	A2	A3
Fortalezas							
Estabilidad económica	F1	Mejorar el sistema de incentivos para la fuerza de ventas por medio de un programa de motivación (O1, F1, F2, F3)			Utilizar la imagen de calidad que posee la empresa ante los competidores (A2, F3)		
Personal calificado	F2	Manejar una buena estrategia de precio (O2, F1)			Personalizar el servicio y atención para los clientes (A3, F2)		
Reconocimiento de la calidad del producto por los clientes	F3	Utilizar publicidad de servicios en cada una de sus fases como estrategia competitiva de mantenimiento y desarrollo en su mercado objetivo. (O3, F3)					
Debilidades							
Manejo de inventarios	D1	Supervisar y evaluar el desempeño mediante sistemas de control definido. (O1, D3)			Crear negociaciones con los proveedores (A1, D3)		
Seguridad industrial	D2	Crear un sistema de motivación del personal (O1, D2)			Crear una oferta irresistible para el cliente garantizando el servicio y entrega puntual, utilizando los medios promocionales disponibles (A3, D3)		
Desperdicio de material	D3	Promover una cultura de calidad (O3, D2)					

Fuente: elaboración propia.

En la figura 29 se hace una propuesta para la distribución de las áreas de trabajo.

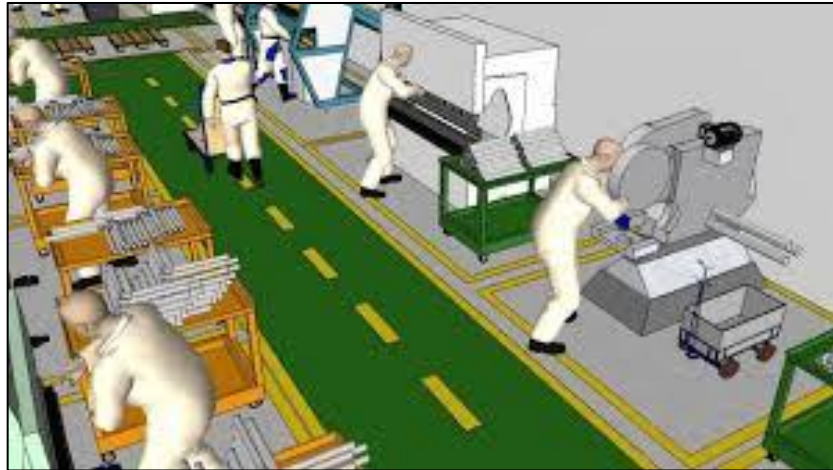
Figura 29. **Distribución de las áreas de trabajo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad.

En la figura 30 se hace una ilustración de cómo funciona el área de trabajo.

Figura 30. **Área de trabajo de metal-mecánica**



Fuente: elaboración propia.

3.1. Departamento de producción

En el departamento de producción se encuentran las siguientes maquinarias.

3.1.1. Torno

Los materiales con los que se pueden mecanizar piezas en los tornos, pueden ser diversos, desde el acero y el hierro de fundición entre los de mayor dureza: el bronce.

La forma que toma la viruta se debe principalmente al material que se está cortando y puede ser tanto dúctil como quebradiza y frágil.

El avance con el que se trabaje y la profundidad de pasada suelen determinar en gran medida la forma de viruta.

3.1.2. Troqueladora

Una troqueladora lo constituyen el troquel que tiene la forma y dimensiones del agujero que se quiera realizar.

3.1.3. Fresadora

El fresado consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro.

3.1.4. Cepillado

La cepilladura arranca el material haciendo pasar una herramienta de una punta por la pieza a trabajar.

3.1.5. Amoladora

Los discos de material blando y flexible, se utilizan para el pulido y abrillantado de metales mientras los de alambre se emplean para quitar las rebabas de mecanizado que puedan tener algunas piezas.

3.2. Piezas industriales

Los materiales de los cuales se elaboran las piezas son más de acero, aluminio, entre otros.

3.2.1. Tipos de piezas que se elaboran

Puede devastar y rectificar piezas cilíndricas como ejes, flechas, bridas, rodillos etc; puede carear, o sea rectificar los costados de las piezas; puede barrenar y hacer agujeros y cajas cilíndricas; puede hacer roscas internas y externas; puede hacer conicidades; puede muletear (grabar la superficie con un dibujo determinado generalmente tipo diamantado).

3.2.2. Características de las piezas

Es un proceso de mecanizado por arranque de viruta, es decir, parte del material inicial de la pieza es eliminado hasta darle la forma deseada al producto. La máquina que lleva a cabo este proceso es el torno.

- Etapas del proceso:
 - Tiempo de carga descarga: fijación de la pieza a trabajar en el torno. La duración de esta etapa depende del tamaño, peso y otras características de la pieza.
 - Tiempo de corte: las herramientas de corte realizan todos los cortes necesarios para obtener la pieza deseada.
 - Tiempo ocioso
 - Tiempo de sustitución de herramienta: es el tiempo empleado en cambiar una herramienta que ya ha excedido su vida útil.

Después de este proceso no suele ser necesario aplicar otros tratamientos de acabado, ya que se obtienen buenas calidades superficiales y tolerancias muy pequeñas.

3.3. Proceso de manufactura

Los procesos de manufactura para la elaboración de las piezas, donde la maquinaria como los tornos y las fresadoras son las más utilizadas en la elaboración.

3.3.1. Mano de obra

En un taller de máquinas herramientas la calidad en cuanto a la mano de obra debe abarcar estos aspectos: orientar al personal sobre los conceptos de calidad, resaltando que la misma no es solamente un producto que sea apto para el uso para el cual fue diseñado, también abarca todas las tareas que son realizadas en el taller; mejorar directamente en las habilidades y destrezas de la persona para hacer los procesos relacionados con su trabajo. Por ejemplo: soldadura, manejo de maquinaria, entre otros.

3.3.2. Materia prima

En cuanto a la materia prima es importante considerar lo siguiente:

- La calidad de la materia prima debe cumplir con los requerimientos del producto a fabricar: inspección en el taller al recibir el producto (materia prima y material).

- Desde el punto de vista del control de calidad es importante que la materia prima y los materiales permanezcan el menor tiempo posible en espera de ser procesados (área de materia prima) para que no se dañen y que no se pueda deteriorar su calidad.
- Deben fijarse las especificaciones de la materia prima a utilizar para poder controlarla.
- La calidad de la materia prima y materiales se garantiza con un correcto manejo.
- Deben existir las condiciones para un adecuado almacenamiento de la materia prima y materiales para controlarlas, asimismo se garantizará su protección.

3.3.3. Maquinaria y equipo

Sobre la maquinaria y las herramientas en un taller la calidad implica:

- Utilización de las máquinas y herramientas adecuadas.
- Exámenes periódicos a las máquinas y herramientas para garantizar su eficiente funcionamiento: determinar si deben ser reemplazadas algunas piezas, como cojinetes, fajas, etc.
- La falta de un mantenimiento preventivo trae consigo eventuales fallas que a su vez pueden dar origen en una baja en la calidad de los productos que se fabrican. Por lo tanto se debe establecer un plan de mantenimiento y limpieza preventivos para poder garantizar la calidad.

- Una correcta calibración de las mordazas y guías en las máquinas de mantenimiento industrial lleva a obtener resultados de calidad y exactitud, que a su vez llevan a un producto de calidad.

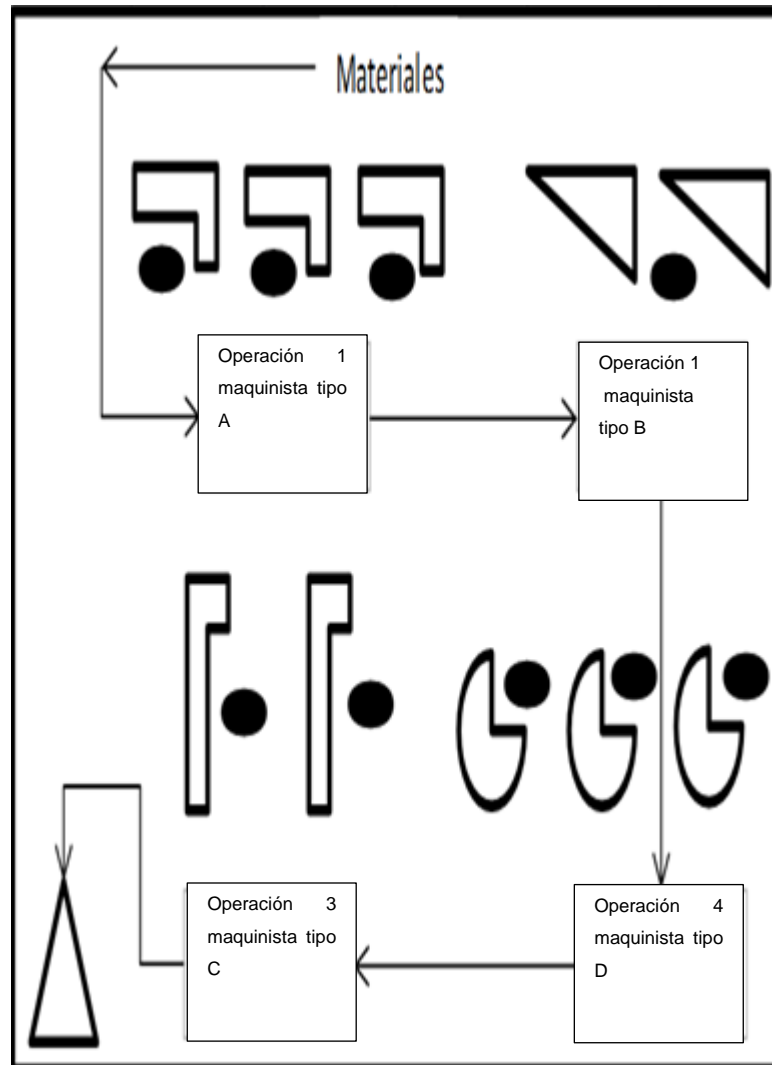
3.3.4. Tipos de procesamiento

Los aspectos de la calidad a considerar en el método de fabricación o proceso de producción deben implicar qué medidas se deben tomar para controlar la calidad que se desea obtener del proceso:

- Deben fijarse las características que se someterán a mediciones.
- La forma de hacer las mediciones y qué límites se tendrán para evaluar la calidad en las mediciones.
- Hacer las correcciones a lo que se detecte en las mediciones.
- Qué métodos se utilizarán para trabajar.
- Flujo de la materia prima dentro del taller.

En la figura 31 se presenta los diferentes tipos de procesamiento en la fabricación de piezas de metal.

Figura 31. Tipo de procesamiento

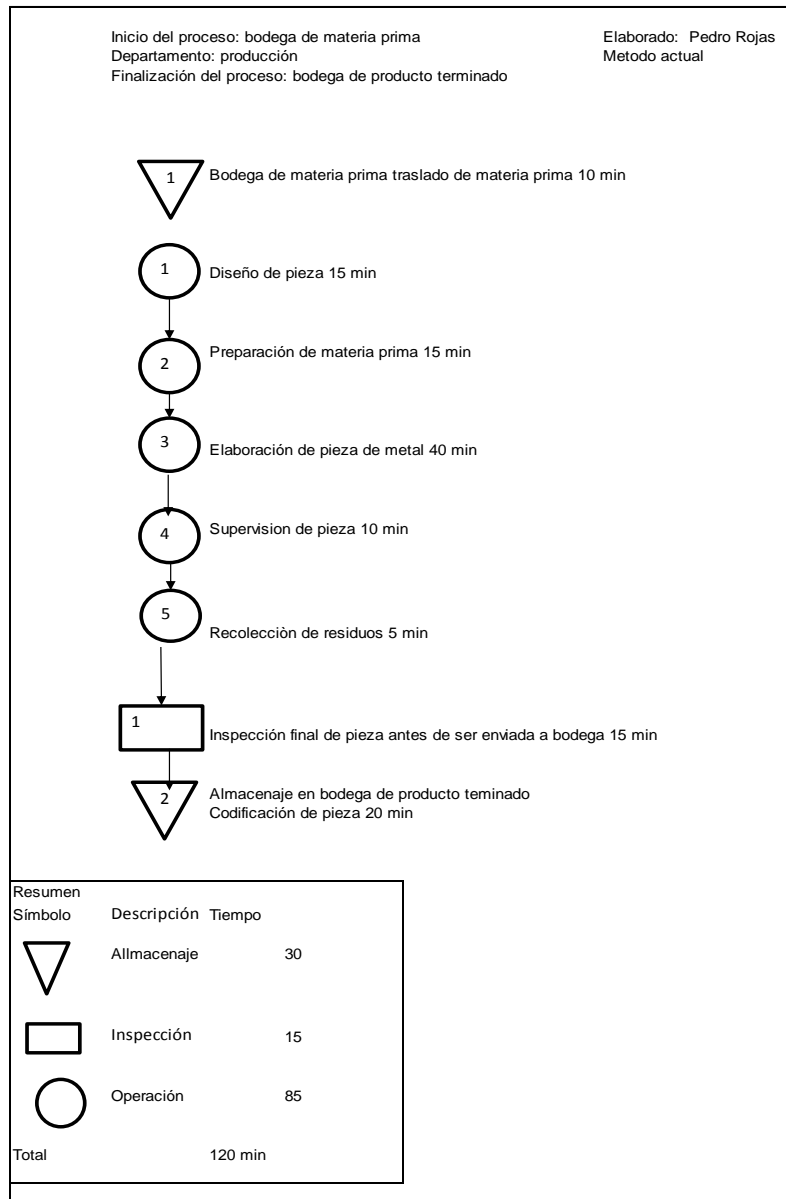


Fuente elaboración propia.

3.1. Diagrama de operaciones

En la figura 32 se presenta el diagrama de proceso de la fabricación de piezas de metal.

Figura 32. Diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia.

3.4. Cobertura de la fábrica en piezas

La fabricación de piezas de dicha empresa se elabora en todo estilo, en materiales de acero.

3.4.1. Alcance de las piezas

Al momento de diseñar y luego producir una pieza específica en un taller, es muy importante determinar y especificar todas las partes que lo involucran de tal forma que constituya un conjunto unificado que cumpla con la necesidad para la cual fue requerida y comunicada directamente por el cliente al solicitarla en el taller.

3.4.2. Control operativo

Los supervisores encargados de que se cumplan dichas elaboraciones y los procesos en el área de mecánica.

3.4.3. Área de mecánica

En esta área se encuentra toda la maquinaria y equipos para la elaboración de piezas industriales.

3.4.4. Orden en el área de trabajo

Es indispensable establecer un área de trabajo que cuente con los parámetros y el orden establecido para evitar accidentes dentro del proceso o fabricación de piezas.

3.4.5. Herramientas industriales

La superficie y el espacio ocupados no son grandes en comparación con los anteriores. Debe ser el necesario para un armario o gabinete donde se coloquen ordenada y debidamente clasificadas las herramientas y los útiles enumerados y descritos anteriormente.

Es fundamental que esté muy próxima al área de soldadura y de máquinas, pues es aquí donde más se utilizan las herramientas. Debe tenerse un inventario escrito de las herramientas existentes y su trato debe ser adecuado para garantizar su durabilidad y buen servicio. Es muy importante el mantenimiento que se dé a las herramientas y una ayuda lo constituye tenerlas en gabinetes, los cuales las protegen del polvo.

3.5. Almacenamiento

Los materiales están en la bodega donde se cuenta con su área respectiva para cada tipo material que se fabrica, también, sus los desechos.

3.5.1. Orden y ubicación actual

Se establece un orden en la fabricación y colocación de las piezas o los equipos fabricados en una respectiva área de producto terminado.

3.5.1.1. Controles o formas de controlar

Asimismo, debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.

La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite. Los objetos caídos y desperdigados pueden provocar tropezones y resbalones peligrosos, por lo que deben ser recogidos antes de que esto suceda.

La máquina debe mantenerse en perfecto estado de conservación, limpia y correctamente engrasada.

Las virutas deben ser retiradas con regularidad, sin esperar al final de la jornada, se utiliza un cepillo o brocha para las virutas secas y una escobilla de goma para las húmedas y aceitosas.

Las herramientas deben guardarse en un armario o lugar adecuado. No debe dejarse ninguna herramienta u objeto suelto sobre la máquina. Tanto las piezas en bruto como las ya mecanizadas deben apilarse de forma segura y ordenada o bien utilizar contenedores adecuados si las piezas son de pequeño tamaño. Se deben dejar libres los caminos de acceso a la máquina.

Eliminar los desperdicios, trapos sucios de aceite o grasa que puedan arder con facilidad, se acumulan en contenedores adecuados (metálicos y con tapa).

Las averías de tipo eléctrico solamente pueden ser investigadas y reparadas por un electricista profesional; a la menor anomalía de este tipo se deben desconectar la máquina, poner un cartel de máquina averiada y avise al electricista.

La conducción eléctrica debe estar protegida contra cortes y daños producidos por las virutas y/o herramientas. Vigílese este punto e infórmese al inmediato superior de cualquier anomalía.

3.6. Diseño fabricados con residuos de materia prima

Para determinar el volumen de los residuos, existen herramientas prácticas como la preparación de toneles de base circular, recta y con una altura uniforme.

Se mide el diámetro de la base y se calcula el área. Los residuos se disponen en el recipiente sin hacer presión; se mueve levemente para asegurar la ocupación de los espacios vacíos. Se mide la altura a la que quedan los residuos y este dato se multiplica por el área de la base.

Para calcular el volumen, se utiliza la fórmula del cilindro. $V = \pi \times r^2 \times h$

Donde:

- $V =$ volumen
- $r =$ radio
- $h =$ altura
- $\pi = 3,1416$

Para facilitar la recolección de información, en la tabla XV se presenta un modelo de planilla para registrar la cantidad de residuos pesados por centro, área de generación:

Tabla XV. **Registro de residuos pesados por área**

Área de generación				
Tipo de residuo	Peso kg	Vol m³	Peso kg	Vol m³
Chatarra	40			
Láminas	40			
Laminado en frio	30			
Laminado en caliente	10			
Hierro gris	10			
Acero	10			
Briquetas	10			
Hierro colorado	10			
Arrabio	10			

Fuente elaboración propia.

En la tabla XVI se describe la forma de utilizar los residuos.

Tabla XVI. **Diseño de piezas con residuos**

Piezas a fabricar	Número de piezas	Kg necesarios	Kg recolectados en producción	Porcentaje de utilización
Embolo	1 200	400	20	95
Cojinete	1 000	400	10	98
Engranaje	1 000	300	10	95
Varilla	1 000	500	10	95
Tuerca	1 000	250	10	95

Fuente elaboración propia.

3.7. Reciclaje de los desperdicios

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos, de los peligrosos; procedentes de cada una de las áreas generadoras dentro de la empresa; dan inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Posterior a los procesos que evitan y minimizan la generación de residuos y que favorecen una correcta separación en la fuente, se debe disponer de recipientes adecuados, que sean de un material resistente, que no se deterioren con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

3.8. Estudio de impacto ambiental

En los talleres se manejan elementos peligrosos, sustancias combustibles, corrosivas o tóxicas, reactivos, disolventes, limpiadores, material punzante o cortante, materiales infecciosos, contaminantes; se genera un volumen creciente de residuos, sobre todo plásticos, procedentes del material de un solo uso y residuos peligrosos (en algunos talleres se generan también residuos sanitarios); todos estos residuos requieren una gestión adecuada para evitar daños ambientales y a las personas.

- Buenas prácticas en la utilización de recursos
 - Optimizar los procesos, procedimientos y métodos de trabajo; organizar adecuadamente el almacenamiento de materias primas, de productos, de suministros; reduce las pérdidas de recursos, de tiempo y de energía, evitan la generación de residuos, vertidos y emisiones; minimizan los riesgos para la salud y para el medio ambiente

- Suministros: se refiere a los equipos, los utensilios, los materiales, los productos en general, productos químicos para desinfección y limpieza y el tipo de papel que se recomienda utilizar.
 - Equipos y utensilios
 - Solicitar equipos con los efectos menos negativos para el medio (con fluidos refrigerantes no destructores de la capa de ozono, con bajo consumo de energía y agua, baja emisión de ruido).
 - Adquirir adaptadores de corriente para evitar el uso de pilas.
 - Elegir los útiles más duraderos y con menos consumo, en su elaboración, de recursos no renovables y energía.
 - Adquirir extintores sin gases destructores de la capa de ozono.

- Materias y productos
 - Conocer el significado de los símbolos o marcas ecológicas como las ecoetiquetas de AENOR Medio Ambiente, angel Azul, Certificación FSC (Consejo de Gestión Forestal), distintivo de garantía de calidad ambiental, etiqueta ecológica de la Unión Europea, Cisne Escandinavo.
 - Elegir, en lo posible, materiales y productos ecológicos con certificaciones que garanticen una gestión ambiental adecuada
 - Proponer la compra de pilas recargables o menos peligrosas (sin mercurio ni cadmio).
 - Utilizar, en lo posible, productos en envases fabricados con materiales reciclados, biodegradables y que puedan ser reutilizados o por lo menos retornables a los proveedores.
 - Evitar productos en aerosoles, los recipientes rociadores con otros sistemas son tan eficaces y menos dañinos para el medio.
 - Comprar evitando el exceso de envoltorios y en envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envases.

- Productos químicos, de desinfección y limpieza
 - Conocer los símbolos de peligrosidad y toxicidad.
 - Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo: seguridad y protección del medio ambiente, requisitos de almacenamiento, fechas de caducidad, actuaciones en caso de intoxicación.
 - Elegir los productos químicos y de desinfección y limpieza entre los menos agresivos con el medio: detergentes biodegradables sin fosfatos ni cloro limpiadores no corrosivos, sin cromo.
- Papel: adquirir papel reciclado y sin blanqueadores a base de cloro.
- Almacenaje: es importantes almacenar productos peligrosos de forma segura; algunas veces las mezclas de estos productos pueden distorsionar el producto en sí o bien causar otras reacciones.
 - Limitar la cantidad de productos peligrosos en los lugares de trabajo.
 - Almacenar los productos y materiales, según criterios de disponibilidad, alterabilidad, compatibilidad y peligrosidad.

- Garantizar que los elementos almacenados puedan ser perfectamente identificados.
 - Cerrar herméticamente y etiquetar adecuadamente los recipientes de productos peligrosos para evitar riesgos.
 - Observar estrictamente los requisitos de almacenamiento de cada materia o producto.
 - Aislar los productos (inflamables, cancerígenos, pestilentes) del resto almacenándolos según las normas previstas para ello e intercalar productos inertes entre los incompatibles.
 - Colocar los productos de forma que cada tipo de peligrosidad ocupe el espacio en vertical; así en el caso de rotura de envases se afectarían únicamente productos de similar peligrosidad.
 - Actualizar los listados de materiales y productos almacenados y gestionar las existencias para evitar la caducidad de productos
- Uso: se deben conocer y aplicar las buenas prácticas medioambientales. Evitar la mala utilización y el derroche. Buscar para cada producto, la idoneidad del, también, desde una perspectiva medioambiental y, en su caso, valorar las posibilidades de sustitución. Estar al día y proponer métodos alternativos de mejora desde el punto de vista ambiental. Elegir entre los métodos y técnicas oficiales los más respetuosos con el

medio (que empleen productos menos tóxicos y menos peligrosos, y que consuman menor cantidad de energía o de agua).

- Uso de equipos e instrumentos en los talleres
 - ✓ Se deben observar escrupulosamente las especificaciones técnicas y datos del fabricante, sobre instalación, uso y mantenimiento de los equipos e instrumentos del taller.
 - ✓ Calibrar cuidadosamente los equipos para evitar fallos que produzcan residuos y tener en funcionamiento los equipos el tiempo imprescindible evitará la emisión de ruido.
- Uso de materias y productos
 - ✓ Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo (seguridad y medio ambiente, requisitos de almacenamiento, fechas de caducidad, actuaciones en caso de intoxicación).
 - ✓ Leer atentamente y seguir las instrucciones de uso de los productos.
 - ✓ Cuidar la manipulación de reactivos y productos y también las muestras para evitar errores que hagan

necesaria la repetición del procedimiento y, por lo tanto el aumento de residuos.

- ✓ Conocer los riesgos y la peligrosidad para el medio ambiente de los productos químicos empleados.
 - ✓ Identificar los riesgos de contaminación medioambiental derivados de la utilización incorrecta del instrumental y equipo.
 - ✓ Aplicar las reglas de orden y limpieza para evitar riesgos ambientales.
 - ✓ Emplear, en lo posible, los productos químicos más inocuos; cuidar la dosificación recomendada por el fabricante para reducir la peligrosidad de los residuos.
 - ✓ Utilizar los productos hasta agotarlos por completo de forma que queden vacíos los envases para evitar contaminación.
 - ✓ Reutilizar, en lo posible, las materias y también los envases.
- Uso de agua
 - No dejar correr el agua innecesariamente.

- Evitar el despilfarro de agua cerrando bien los grifos.
- El buen mantenimiento de los equipos es necesario para poder obtener la máxima eficiencia de ellos; minimizan los riesgos, para la salud y para el medio ambiente. Mantener los equipos siguiendo escrupulosamente las especificaciones técnicas los datos del fabricante para optimizar el consumo de materias, agua y energía; minimizar la emisión de gases de los CFC (gases refrigerantes que destruyen la capa de ozono) y evitar la producción de residuos.
 - Solicitar la limpieza periódica de las lámparas y luminarias.
 - Mantener limpias las juntas de las puertas de los frigoríficos de forma que cierren herméticamente y solicitar que se limpien al menos una vez al año los serpentines.
 - Controlar la acometida de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos de agua por averías y escapes.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS METAL-MECÁNICA

4.1. Plan de implementación de piezas metal mecánica

Para la implementación del diseño de fabricación de piezas metal-mecánica se debe realizar las siguientes actividades descritas en la tabla XVII

Tabla XVII. **Diseño de piezas metal mecánica**

Actividad	Área de operación
Planificación de producción	Producción
Recolección de residuos	Producción
Caracterización de residuos	Producción
Diseño de piezas	Diseño
Control de calidad	Producción

Fuente: elaboración propia.

En la figura 33 se presenta el plan para el diseño de nuevas piezas de metal-mecánica para el área de producción de la empresa en estudio.

Figura 33. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

4.2. Recursos

Se utilizará el recurso humano de la empresa; involucran a cada uno de los departamentos en el proceso de implementación de la propuesta de mejora; cada trabajador deberá tener el compromiso con la empresa en dar su mayor esfuerzo en mejorar los proceso administrativos, operativos con base en la estandarización de los proceso.

Se hará uso del recurso financiero por parte de la empresa para realizar el programa de capacitaciones, mejoras en el área de producción, compras de insumos y equipos; de igual forma se necesita el recurso tiempo dado que se debe planificar el tiempo para las capacitaciones, pruebas piloto, el diseño de estrategias. El recurso tecnológico dado que se debe implementar un software para el diseño de piezas y la optimización de materia prima.

4.2.1. Personal involucrado

Estructura organizada del personal de desarrollo de la optimización de los recursos de la materia prima.

Algunas características que debe tener el equipo involucrado.

- Ser más productivo
- Motivado
- Tener una meta en común

Los involucrados son los de contabilidad, porque son los que hacen referencia al presupuesto necesario para la operación del proyecto. Se sabe que cualquier acción tiene un costo que es asumido por todas las partes comprometidas en su puesta en marcha.

4.2.2. Administración de proyectos

La administración debe nombrar a un encargado del proyecto de producción para que identifique el tipo de recursos materiales que se requieren, como la cantidad precisa y el periodo de necesidades en el proyecto. Comprende la identificación de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto; tiene en cuenta las tecnologías disponibles, la utilización de los recursos internos y de los recursos existentes en la empresa; así como, las restricciones existentes para el uso de los recursos: como disponibilidad, seguridad, consideraciones ambientales y culturales, acuerdos de trabajo.

4.2.3. Indicadores de medición

Un indicador permite analizar y estudiar la situación y las tendencias de cambio generadas por los fenómenos que presenta el proyecto, de tal manera que los indicadores son valores, unidades o índices de las expresiones del comportamiento que presenta el proyecto, así permitir la facilidad del control o autocontrol al tomar decisiones.

Los indicadores poseen los siguientes atributos.

- Exactitud.
- Forma.
- Frecuencia.
- Extensión.
- Origen.
- Temporalidad.
- Medir el grado de competitividad de la fábrica con otros.
- Satisfacer las expectativas de los clientes mediante la reducción de tiempos.
- Mejorar el uso de los recursos y activos asignados.

- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.
- Compararse con las empresas del sector local.

En la tabla XVIII se presentan los indicadores del proceso de producción.

Tabla XVIII. **Indicadores**

Variable	Conceptualización	Indicadores
Tiempo de paros	Cantidad de tiempo que la maquina pasa parada	Medición de tiempos
Efectividad Global	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando	Efectividad global = disponibilidad x eficiencia x tasa de calidad del equipo (rendimiento) de productos
Disponibilidad	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando	Disponibilidad $= \frac{\text{tiempo teórico de op.} - \text{tiempo de paras} * 100}{\text{tiempo teórico de operación}}$
Eficiencia	Porcentaje de velocidad del proceso	Eficiencia $= \frac{\text{tiempo teórico de ciclo} * \text{cantidad procesada} * 100}{\text{tiempo de operación}}$
Tasa de calidad del producto	Porcentaje de defectos	Tasa de calidad de producto $= \frac{\text{cantidad procesada.} - \text{cantidad defectuosa} * 100}{\text{cantidad procesada}}$

Fuente: elaboración pro

4.3. Procedimiento de tratamiento para cada material y responsable

Se recoge el control que se realiza de los materiales adquiridos y recibidos para almacenarlos en la empresa, así como su identificación.



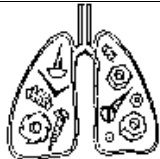




En el momento de la recepción del material, el almacén dispone de información sobre los pedidos realizados por el departamento de compras a los proveedores. Esta información puede consultarse a través del software de gestión. No obstante, se recomienda que el departamento de compras pase copia de los pedidos que el almacén le haya solicitado, por comodidad para estos últimos.

Se hace un control por medio de gráficos del control para determinar el porcentaje de piezas defectuosas, las cuales son reprocesadas.


4.3.1. Elaborar listado de materiales peligrosos y no peligrosos

En la empresa no se cuenta con ningún material que sea peligro o algún gas; para el uso de la elaboración de piezas, se cuenta con algunos líquidos para la limpieza como alcohol o tiner.

Tabla XIX. **Efectos de los productos tóxicos**

Efectos de los productos tóxicos sobre el cuerpo humano		
Corrosivos	Destrucción de los tejidos sobre los que actúa el tóxico.	
Irritantes	Irritación de la piel o las mucosas en contacto con el tóxico.	
Neumoconióticos	Alteración pulmonar por partículas sólidas.	
Asfixiantes	Desplazamiento del oxígeno del aire o alteración de los mecanismos oxidativos biológicos.	
Anestésico y narcóticos	Depresión del sistema nervioso central. Generalmente el efecto desaparece cuando desaparece el contaminante.	
Sensibilizantes	Efecto alérgico del contaminante ante la presencia del tóxico, aunque sea en pequeñísimas cantidades (asma, dermatitis).	
Cancerígenos mutágenos y teratógenos	Producción de cáncer, modificaciones hereditarias y malformaciones en la descendencia respectivamente.	

Continuación de la tabla XIX.

Sistémicos	Alteraciones de órganos de sistemas específicos (hígado, riñón, etc.).	
------------	--	---

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Capacitaciones

Capacitar es dar una preparación teórica al personal con el objetivo de que cuente con los conocimientos adecuados para cubrir el puesto con toda la eficiencia. Este caso, será necesario capacitar al personal de producción.

En la tabla XX se presenta el plan de capacitación para el personal de producción de la empresa en estudio.

Tabla XX. **Plan de capacitación al personal de producción**

Control de producción para ambientes de fabricación en proceso de metal mecánica	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar las prácticas más modernas de manufactura para ambientes industriales • Usar métodos prácticos de programación para procesar la producción en función de la demanda, manejo de pedidos y promesas de entrega. • Integrar adecuadamente los procesos de suministro con la demanda de los clientes, manteniendo prioridades y ofreciendo promesas realistas de entrega. • Conocer el modelo de administración de producción para ambientes
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los pedidos y recursos utilizados. • Optimización del número de paros de producción y faltantes de materiales y productos, con la consecuente disminución de costos y mermas. • Asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de su negocio a través de una adecuada administración de su producción

Continuación de la tabla XX.

<p>Modulo I. Administración y control de producción de alto nivel: dos reglas de oro para una orquesta, iniciar juntos y continuar coordinados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de la planeación estratégica • Fundamentos de la planeación de ventas y operaciones • Fundamentos de la administración de la demanda • Administración agregada de producción. • Impacto de la administración agregada de producción en las operaciones de la empresa • Proceso de la administración agregada de producción • Información básica requerida por el proceso de administración agregada de producción
<p>Módulo II: planeación maestra de producción): el eslabón entre la estrategia y la operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación desagregada en sistemas de producción por pedido • Características del sistema de producción intermitente (lotes u órdenes) • Procesos de la planeación y programación del sistema de producción intermitente • Desarrollo del programa maestro de producción (MPS) • Planeación gruesa de capacidad (RCCP) • Descripción y administración del proceso de MS (<i>master scheduling</i>)

Fuente: elaboración propia.

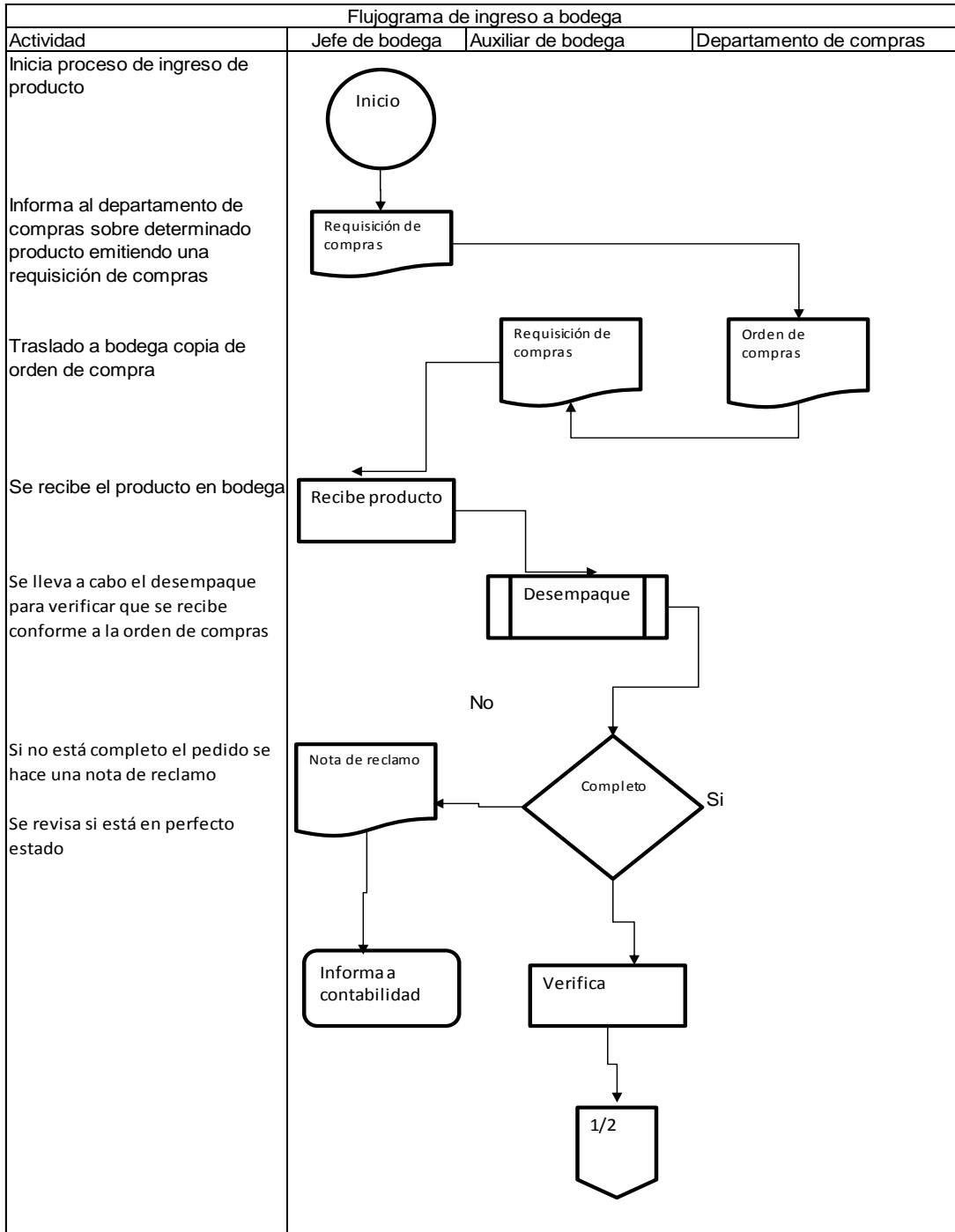
4.4. Procesos y procedimientos administrativos

Todos los procesos administrativos deben contar con procedimientos estandarizados para describir las actividades en cada uno de los departamentos; esto a su vez detalla la secuencia de una tarea.

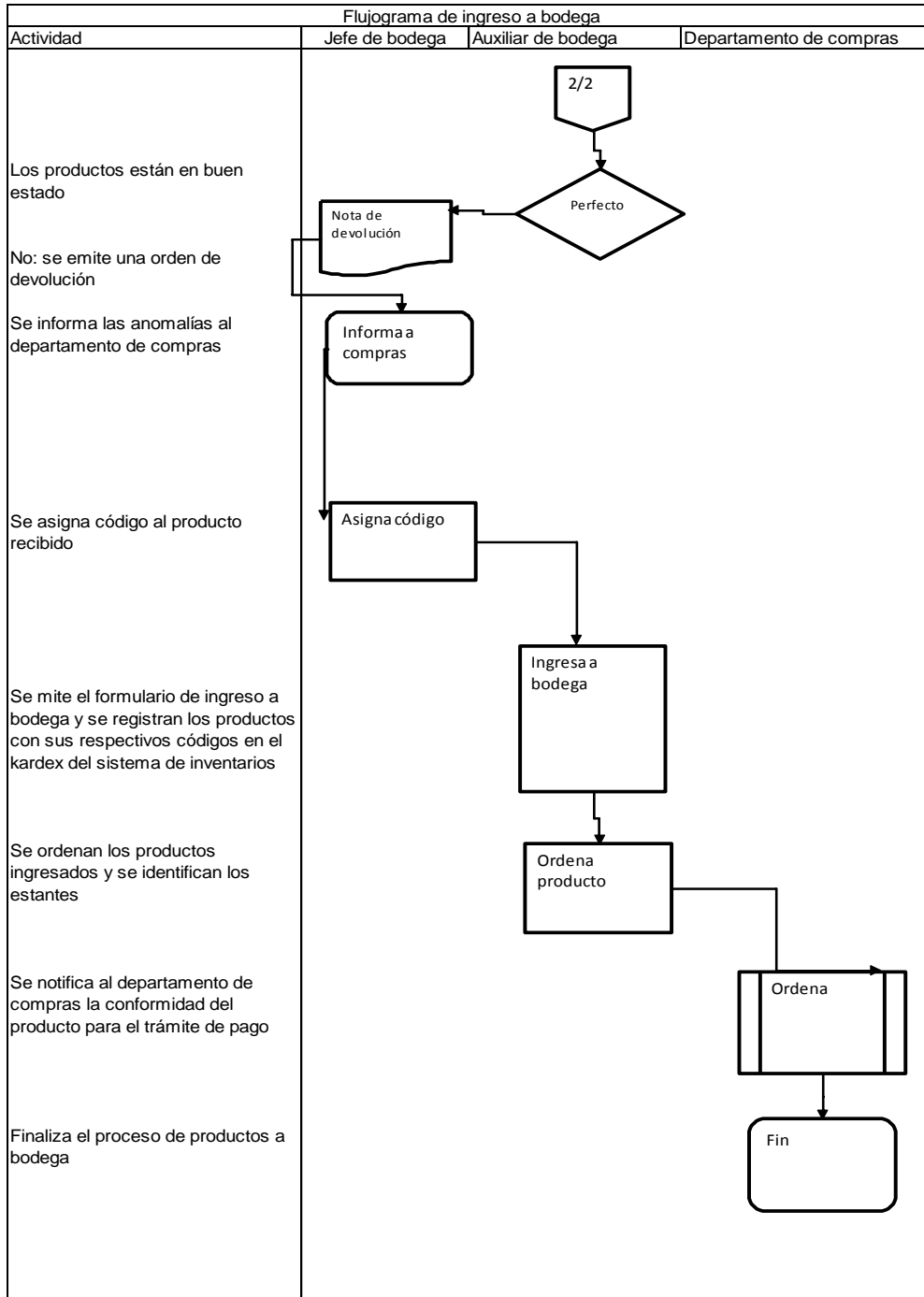
Como parte fundamental en el proceso de fabricación de piezas de metal, el control del ingreso de la materia prima por parte de los proveedores es importante debido a que se tiene que contar con calidad, respaldo para ofrecer al cliente una pieza de metal que funcione para lo cual fue diseñada.

A continuación, se presenta el diagrama de ingreso a bodega de la materia prima por parte de los proveedores, como se observa en la figura 34.

Figura 34. Diagrama de ingreso a bodega



Continuación de la figura 34.



Fuente: elaboración propia.

4.4.1. Metas y objetivos de la propuesta

La meta es ofrecer al cliente productos de calidad, diseñar piezas con base en los requerimientos y especificaciones las técnicas que sean solicitadas bajo pedido.

- Objetivo
 - Estar en capacidad de desarrollar un plan estratégico logístico; hacer planes conjuntos con proveedores y clientes; manejar sistemas de calidad ISO 9000, penetrar a mercados externos; aplicar técnicas de mejoramiento continuo y utilizar indicadores de gestión.
 - Estará en capacidad de establecer seguimiento a los despachos, el control sobre el manejo de desechos y reprocesos, la asignación de costos por el tipo de cliente o la línea de producto.

4.4.2. Matriz de responsabilidad

La matriz de responsabilidad se utiliza para llevar un control de la optimización de la materia prima a través del registro de la cantidad de piezas elaboradas, materiales utilizados, entre otros, como se muestra en la figura 35.

Figura 35. **Matriz de responsabilidad**

Matriz de responsabilidad							
Proyecto Optimización de materia prima							
ID:							
Edt	Producto o entregable	Analista	Analista	Analista	Analista	Analista	Analista
1	Cantidad de piezas elaboradas						
1,1	Cantidad de equipos elaborados						
2	Materiales utilizados						
2,1	Capacitación						
3	Materiales utilizados						
3,1	Materia prima						
3,2	Desperdicio de materiales						
4	Gestión exitosa del proyecto						
4,1	Auditoria						

R = responsable de la ejecución

A = aprueba

C = consultado

I = informado

Fuente: elaboración propia.

4.5. **Control de documentos**

Se debe solicitar autorización a gerencia para incorporar al sistema el nuevo documento. La autorización se ejecuta en la primera página del documento, firmando en el sello así:

En la figura 36 se presenta la forma del sello de autorización de documentos.

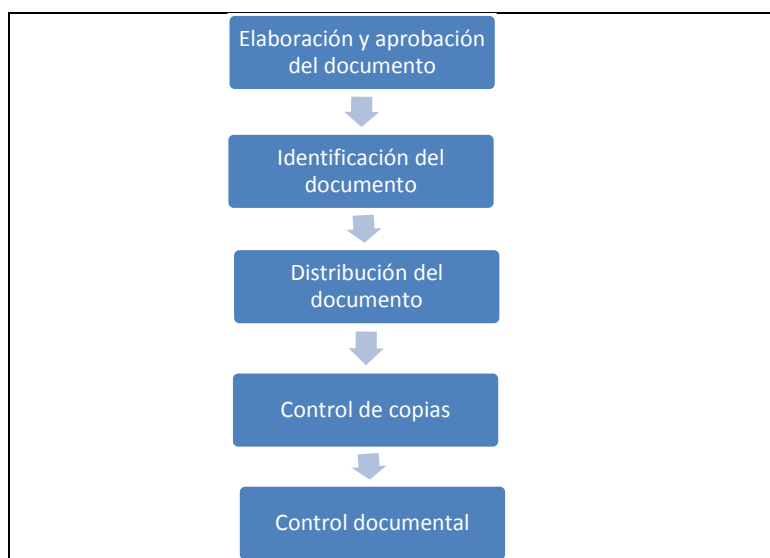
Figura 36. **Sello de documento externo**

Documento externo			
Código		Versión	
Fecha de aplicación:			
Revisó			
Aprobó			

Fuente: elaboración propia.

Es responsabilidad del usuario del documento externo mantener las últimas versiones de los documentos en orden. En la figura 37 se presenta la forma de distribuir un documento.

Figura 37. **Distribución del documento**



Fuente: elaboración propia.

4.5.1. Acciones preventivas y correctivas

La prevención de riesgos laborales debe integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, en el conjunto de sus actividades en todos sus niveles jerárquicos.

El plan de prevención de riesgos laborales se constituye con el objetivo de establecer las pautas para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, desarrolla las acciones y criterios de actuación para la integración de la actividad preventiva en la empresa y la adopción de cuantas medidas sean necesarias como se describe en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Plan de prevención de riesgos laborales**

La empresa, con objetivo de desarrollar una gestión eficaz de la seguridad y salud de sus trabajadores, ha determinado los principios rectores de su política que se desarrollarán de forma integrada con el resto de los procesos.
Los objetivos que pretende alcanzar la empresa a tenor de la política preventiva, con carácter general, son los siguientes: <ul style="list-style-type: none">• Cumplir con los principios esenciales indicados en la política preventiva de la entidad• Asegurar el cumplimiento de la normativa de aplicación
La implantación y el desarrollo de la actividad preventiva integrada en la empresa requiere la definición de responsabilidades y funciones en el ámbito de organización de la escala jerárquica de la empresa y en relación con los órganos de asesoramiento, consulta y participación que se han constituido con funciones específicas en esta materia. <ul style="list-style-type: none">• Dirección / gerencia<ul style="list-style-type: none">○ Para ello, ejercerá personalmente las siguientes responsabilidades:<ul style="list-style-type: none">▪ Determinar los objetivos y metas a alcanzar.▪ Definir las funciones y responsabilidades de cada nivel jerárquico a fin de que se cumplan dichos objetivos.▪ Liderar el desarrollo y mejora continua del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales establecido.

Continuación de la tabla XXI.

<ul style="list-style-type: none">○ Funciones asumidas:<ul style="list-style-type: none">▪ Determinar una política preventiva y transmitirla a la organización.▪ Asegurar el cumplimiento de los preceptos contemplados en la normativa de aplicación.▪ Fijar y documentar los objetivos y metas esperados a tenor de la política preventiva.▪ Establecer una modalidad organizativa de la prevención.▪ Asegurar que la organización disponga de la formación necesaria para desarrollar las funciones y responsabilidades establecidas. • Trabajadores<ul style="list-style-type: none">○ Los trabajadores dentro de su ámbito de competencia deben:<ul style="list-style-type: none">▪ Velar, a tenor de la información y formación recibida, por el cumplimiento de las medidas de prevención, tanto en lo relacionado con su seguridad y salud en el trabajo como por la de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional.▪ Usar las máquinas, los aparatos, y herramientas, sustancias peligrosas y los equipos con los que desarrollen su actividad de acuerdo con su naturaleza y las medidas preventivas establecidas▪ Usar correctamente los medios y equipos de protección facilitados.▪ No anular los sistemas y medios de protección.▪ Comunicar de inmediato, conforme a lo establecido, cualquier situación que consideren que pueda presentar un riesgo para su seguridad y salud o la de terceros.▪ Cooperar con sus mandos directos para poder garantizar que las condiciones de trabajo sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud.

Continuación de la tabla XXI.

<ul style="list-style-type: none">• Servicio de prevención propio, ajeno y/o trabajadores designados <p>Incluye el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y salud de los trabajadores; se asesora y asiste para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.</p><ul style="list-style-type: none">○ En su ámbito de competencia, deben proporcionar a la empresa, el asesoramiento y apoyo que precise en lo referente a:<ul style="list-style-type: none">▪ El diseño, aplicación y coordinación del plan de prevención de riesgos laborales que permita la integración de la prevención en la empresa.▪ La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.▪ La planificación de la actividad preventiva, y la determinación de las prioridades en adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.▪ El desarrollo de la normativa interna de aplicación necesaria para que la empresa lleve a cabo la Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales.• Trabajador encargado de las medidas de emergencias <p>Persona designada por la dirección para coordinar las diferentes actividades de la puesta en práctica de las medidas de emergencia en los diferentes centros de trabajo de la empresa. En su ámbito de competencia asumirá las siguientes funciones:</p><ul style="list-style-type: none">○ La coordinación de las acciones necesarias para la implantación y el mantenimiento del plan de emergencias.○ Se responsabilizará de organizar las relaciones con los servicios externos, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia y salvamento y lucha contra incendios, de forma que se garantice la rapidez y eficacia de sus actuaciones.○ Selección, formación y adiestramiento de los componentes de los distintos equipos de emergencia.○ La realización de simulacros, así como de la organización de los informes derivados de los mismos.
--

Fuente: elaboración propia.

4.6. Control de sistema y monitoreo

Para tener un control sobre el proceso de producción se debe tener un plan de supervisión de piezas elaboradas a través de una lista de cotejo en la cual se indique si las piezas fabricadas presentan alguna falla y establecer las causas asignables para corregir el sistema.

En la tabla XXII se presenta una hoja de control de piezas de metal-mecánica.

Tabla XXII. Hoja de control de piezas de metal-mecánica

No. De orden	Pieza a fabricar	
Elementos	Peso kg, materia prima	
Diseño elaborado por		
Diseño aprobado por		
Piezas	Rayones	Medida no específica
1	X	
2	X	x
3	x	x
n		

Fuente: elaboración propia.

4.7. Diseño de plan de emergencia

La empresa cuenta con dos áreas laborales: administración y producción.

Cada área en producción está señalizada para evitar accidentes. Se cuenta con un área de atención médica dentro de la empresa para cualquier accidente.

En la tabla XXIII se presenta la forma de organización del plan de emergencia.

Tabla XXIII. **Organización**

Jefe del programa de evacuación Sub-jefe del programa	Sr. Daniel Opazo Srta. Andrés Soto
Área N° 1: Bodega Líder de área Sub líder Vía de evacuación Zona de seguridad	Sr. Alexis Soto Zenteno Srta. Jovita Hermosilla
Área N° 2: área administrativa Líder de área Sub líder Vía de evacuación Zona de seguridad	Sr. Antonio Gómez F. Sr. Marcela Segovia M. Escalera de emergencia exterior
Área N° 3: área de planificación y diseño Líder de área Sub líder Vía de evacuación Zona de seguridad	Sr. Ulises Isla Sr. Francisco Neida Puertas de escape sector poniente
Área N° 4: área de máquinas Líder de área Sub líder Vía de evacuación Zona de seguridad	Sr. Guillermo Aguilera Sr. Eduardo Cespedes

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIV se presentan los tipos de evacuación ante una emergencia.

Tabla XXIV. Tipos de evacuación

<p>Evacuación parcial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará cuando sea necesario evacuar una o más dependencias comprometidas en una situación de emergencia. • Las instrucciones serán impartidas por el jefe correspondiente a las dependencias comprometidas. • Tiene, además, la responsabilidad de acompañar y conducir a los funcionarios de su área, desde su lugar de trabajo, hacia la zona de seguridad por la vía de evacuación que les corresponda.
<p>Evacuación total</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará cuando sea necesario evacuar a un mismo tiempo, todas las dependencias de la empresa. • La orden de evacuación total será impartida por el jefe del plan de evacuación sr. Alexis Soto. o el subjefe de plan, srta. Jovita Hermosilla. • La orden de evacuación será comunicada al personal en general, a través de voceo general del sistema telefónico existente.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXV se presenta los procedimientos para tipos de emergencia.

Tabla XXV. Procedimientos para tipos de emergencias

<p>Incendios</p>	<p>Si algún empleado, se ve enfrentado a un principio de incendio, deberá proceder de inmediato a comunicar la situación al Jefe ó al Subjefe de evacuación y/o a su jefe directo.</p> <p>Paralelo a esta acción, quienes se encuentren en las cercanías inmediatas al lugar del principio de incendio, deberán extinguir el fuego con los equipos extintores portátiles, existentes para este tipo de situaciones, en todas las dependencias de la empresa.</p> <p>Dar la alarma en forma inmediata al cuerpo de bomberos</p> <p>Conjuntamente con lo anterior se debe desconectar la alimentación eléctrica a todas las áreas y maquinaria.</p>
-------------------------	---

Continuación de la tabla XXV.

<p>Movimientos sísmicos</p>	<p>Al producirse un sismo (movimiento telúrico) se debe permanecer en su puesto de trabajo y mantener la calma, solo sí existe peligro de caída de objetos cortantes (vidrios), u objetos golpeantes (archivadores, cajas, etc), se deberá proteger bajo el dintel de una puerta, una viga o debajo del escritorio.</p> <p>Es importante insistir que el peligro mayor lo constituye el hecho de salir corriendo en el momento de producirse el sismo.</p> <p>Terminado el movimiento sísmico, el jefe o subjefe de evacuación, impartirán las instrucciones en caso de ser necesario evacuar.</p> <p>Al salir al exterior, el personal deberá dirigirse a la zona de seguridad, por la vía de evacuación que corresponda a su área.</p> <p>El reingreso a las dependencias de trabajo, se hará efectivo, solo cuando la Conred lo indique.</p>
<p>Atentados terroristas o artefactos explosivos</p>	<p>Si algún funcionario de la empresa recibe un llamado telefónico, que comunica la colocación de un artefacto explosivo, deberá mantener la calma y tomar nota del mensaje; poniendo atención en la voz de la persona, especialmente sexo, tono, timbre y ruidos externos a la voz; además de otros datos que considere necesarios de consignar.</p> <p>Inmediatamente cortada la llamada, la persona que recibió la comunicación, informará a su jefe directo y al jefe o subjefe de evacuación, quién se comunicará en ese momento con la Policía Nacional Civil</p> <p>El Personal de seguridad, será alertado de la situación, quienes procederán a efectuar un recorrido visual por los pasillos y exteriores del edificio, en busca de algún paquete o situación sospechosa, de encontrar algo que reúna esas características; no deberán mover ni tocar nada, solo observar, a fin de colaborar con la policía una vez que ellos se hagan presente en el lugar.</p> <p>Se prohibirá el ingreso de cualquier persona a la empresa, hasta que la policía informe que la emergencia está superada.</p>

Fuente: elaboración propia.

5. PLAN DE REAPROVECHAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

5.1. Detección de la materia prima para reutilizar

Dentro del proceso de producción se generan desperdicio de las piezas fabricadas; este desperdicio se transforma en material reutilizable dado que se puede volver a utilizar en la fundición de piezas y su elaboración. Dentro de la materia prima reutilizable está; en primer lugar, el hierro que en sus distintas formas entra en casi todas las construcciones metálicas. El hierro es un metal blanco, dúctil y maleable, cuyo punto de fusión es de 2 530 °C, pero si contiene carbono puede bajar hasta menos de 1 200 °C y antes de fundirse se ablanda y puede ser trabajado en caliente con gran facilidad.

5.2. Aplicar métodos para reaprovechamiento

El modelo propuesto para la mejora continua del proceso de elaboración de piezas de metal-mecánica refiere cuatro elementos fundamentales para seguimiento y control de la eficiencia de la planta de laminación.

- Planificar: se desarrollará una planificación mensual con los aspectos de producción como los tipos de perfiles de piezas, el tiempo programado, la cantidad de producto y los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Estará a cargo de la gerencia administrativa y de producción. Desarrollado por el gerente de producción en conjunto con el jefe de producción y los departamentos aledaños: mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico.

- Hacer: se refiere a la realización del producto. Estará a cargo de los operarios, mecánicos de planta y operadores de maquinaria. Se desarrollará en el área de producción de la empresa.
- Verificar: el proceso de verificación contendrá los aspectos establecidos como estándares de calidad de los productos, así como las condiciones en que se desarrolla la elaboración de piezas de metal-mecánica. Dentro de los primeros se encuentran las medidas y perfiles, que se encuentren dentro del rango permisible, el peso los aspectos físicos color, brillo y textura. Estará a cargo del departamento de control de calidad. El segundo aspecto se refiere a las condiciones de operación de la maquinaria, el mantenimiento, la lubricación, entre otros. Estarán encargados los departamentos de mantenimiento industrial y la gerencia de producción.

Actuar: hace referencia a la mejora continua a través del control del proceso y medición de los indicadores de eficiencia principalmente relacionados a la pérdida metálica. Estará a cargo de la jefatura de planta de producción en conjunto con los encargados de producción.

5.3. Coordinar con el departamento de producción la utilización de la materia prima recuperada

El departamento de producción deberá preocuparse por utilizar toda aquella materia prima que ha sido recuperada y evitar abandonarla de nuevo por negligencias. Se determinó que en cada elaboración de piezas de producción se incluirá un porcentaje de materia prima recuperada. Además, se tendrá prioridad para los siguientes casos.

5.3.1. Producción más limpia

Como se ha mencionado, anteriormente, toda empresa fabril requiere de mejoras constantes para competir en el mercado globalizado, es por ello que se hace necesario aplicar si no en su totalidad al menos algunos principios referentes a la producción más limpia. En el caso del almacenamiento de materia prima, se considerarán aquellos con relación con su actividad productiva, estos se describen a continuación.

Se debe garantizar la eficiencia en el uso de las materias primas esto se ha estado realizando gracias a la optimización del manejo y el control de la materia prima, pues se ha logrado ordenar y recuperar toda la materia prima que se tenía en abandono, ocupando espacio y llegaría a ser un desperdicio, reduciendo los costos en su reutilización.

La producción más limpia es una estrategia que debe abarcar tanto a los productos y procesos, como a las prácticas y actitudes; por lo tanto, los productos se han ordenado de manera que se puedan facilitar los procesos; todo el personal del área de materia prima está consciente de que debe realizar todas las actividades necesarias para lograr recuperar toda la materia prima que se encuentra abandonada y tener con ello un área de trabajo más ordenada, limpia, segura y en armonía con el medio ambiente.

Procesos de producción incluye el uso eficiente de las materias primas.

- Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo: esto incluye la compra de materiales cuando se necesite y en las cantidades necesarias; por lo que se ha logrado determinar con los encargados de compras que se haga un nivel óptimo de pedido, además, por medio del método de inventarios se tiene registro de las fechas de caducidad para el establecimiento de prioridades en el uso de la materia prima, por último, se han establecido los procedimientos.
- Las medidas internas son también un factor de gran importancia para el aprovechamiento de materias reusadas sin afectar al ambiente, la calidad del producto o su proceso recepto: con base en las acciones de recuperación de la materia prima que se tenía en abandono se ha logrado reutilizar gran parte de esta.
- Prevención de la contaminación más elemental: se ha dado capacitación a todo el recurso humano que labora en el almacenamiento de materia prima; pues es importante que conozcan y entiendan los beneficios económicos, ambientales y sanitarios de lograr una producción más limpia.

De esta manera, es como se ha logrado llevar a cabo los procedimientos para realizar una producción más limpia dentro de la bodega de materia prima.

5.4. Comercialización de la materia prima con clientes externos

La comercialización de la materia prima que se utiliza en la empresa se brinda por proveedores son empresas de prestigio en el mercado de materiales industriales.

Los principales compradores de chatarra industrial, para ser tratada en un fragmentado o *shredder*: un equipo provisto de martillo, que tritura la chatarra contra una pieza maciza en forma de peine. La chatarra pasa por un separador magnético para separar los materiales no ferros; enseguida, es ejecutado el lavado o ciclonado del material ferro que retira más impurezas. El materia proveniente de este equipo presenta una densidad de aproximadamente 1,3 t/m³ y rendimiento en horno entre un 94 %.

Los principales compradores son las empresas siderúrgicas en Guatemala, México y Centroamérica.

5.5. Análisis de costó beneficio del reaprovechamiento

Sin necesidad de incurrir en algún costo adicional, se ha logrado recuperar mucha materia prima que anteriormente se tenía si utilizar; a continuación, se presenta un análisis de costos y punto de equilibrio del proceso de reutilización de desechos. En la tabla XXVI se presenta el análisis de costo beneficio del reaprovechamiento de la materia prima en la planta de producción de la empresa de metal-mecánica en estudio.

Tabla XXVI. Costo de operación

Clasificación de costos	Referencia	Mensual	Anual
Costos fijos			
Alquileres	33 %	1 500,00	18 000,00
Energía eléctrica	4 %	160,00	1 920,00
Teléfono	6 %	250,00	3 000,00
Agua	1 %	30,00	360,00
Recolectar residuos	9 %	400,00	4 800,00
Reparación y mantenimiento de maquinaria	7 %	300,00	3 600,00
Almacenaje de residuos	2 %	100,00	1 200,00
Útiles de limpieza	3 %	150,00	1 800,00
Depreciación de activos fijos	15 %	677,85	8 134,20
Intereses pagados	7 %	322,00	3 864,00
Publicidad y promoción	13 %	600,00	7 200,00
Total de costos fijos	100 %	4 489,85	53 878,20
Costos variables			
	Referencia	Promedio mensual	Total anual
Costo de la mercadería vendida o servicios prestados	28 %	3 465,00	41 580,00
Comisiones sobre ventas	2 %	247,50	2 970,00
Publicidad y promoción	0 %	-	-
Otros costos variables	0 %	-	-
Total costos variables	30 %	3 712,50	44 550,00
Gran total de costos de operación		8 202,35	98 428,20
Determinación de tasa de aumento costos		Inflación	
Año 2	4,38 %		
Año 3	4,38 %		
Año 4	4,38 %		
Año 5	4,38 %		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVII se hace una proyección del flujo de caja de la inversión.

Tabla XXVII. Flujo de caja proyectado

Periodo de recuperación - flujo de caja proyectado							
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Saldo Inicial		11 000,00	13 720,79	15 791,59	22 412,38	25 133,18	32 403,97
(+) Ingresos							
Ventas al contado		18 000,00	17 000,00	24 000,00	18 000,00	25 000,00	24 000,00
Cobros de ventas al crédito		-	-	-	-	-	-
Aportes adicionales de socios		-	-	-	-	-	-
TOTAL DE INGRESOS		18 000,00	17 000,00	24 000,00	18 000,00	25 000,00	24 000,00
Total disponible		29 000,00	30 720,79	39 791,59	40 412,38	50 133,18	56 403,97
(-) Egresos							
Costos Fijos		4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85
Costos variables		5 400,00	5 100,00	7 200,00	5 400,00	7 500,00	7 200,00
Impuestos		900,00	850,00	1 200,00	900,00	1 250,00	1 200,00
Amortización de prestamos bancarios		3 906,02	3 951,59	3 997,69	4 044,33	4 091,52	4 139,25
Intereses		583,33	537,76	491,66	445,02	397,84	350,10
Otros egresos		-	-	-	-	-	-
Total de egresos		15 279,21	14 929,21	17 379,21	15 279,21	17 729,21	17 379,21
Saldo final		13 720,79	15 791,59	22 412,38	25 133,18	32 403,97	39 024,76

Inversión	62 671,00	48 950,21	33 158,62	10 746,24	14 386,94	46 790,91	85 815,68
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVIII se presenta el punto de equilibrio para el análisis financiero.

Tabla XXVIII. Punto de equilibrio

Elementos	Promedio		Total primer	
	Mensual		Año	
A. Costos fijos	Q	4 489,85	Q	53 878,20
B. Costos variables	Q	3 712,50	Q	44 550,00
C. Ventas			Q	297 000,00
D. Contribución marginal (C - B)			Q	252 450,00
E. Margen de contribución (D / C)		85 %		85 %
F. Punto de equilibrio en valores (A / E)	Q	5 282,18	Q	63 386,12
G. Precio de venta unitario sin IVA (un producto)		350,00		350,00
H. Punto de equilibrio en unidades (F / G)		15		181

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diseño de fabricación de piezas de metal-mecánica se debe realizar mediante operaciones de planificación; se debe tener un diseño y registro de las piezas ya fabricadas como registro histórico de la producción, el diseño de contemplar la programación de producción; número de piezas a fabricar, tipo de materia prima, especificaciones técnicas de ingeniería y normas para la fabricación.
2. En la empresa no se cuenta con un control para el ingreso de la materia prima y cadena de suministros, dado que no se tiene registro de las operaciones en bodega; es por ello que en ocasiones se demora la entrega de pedidos, de igual forma, no se tiene un control de la generación de residuos que se dan en el proceso de metal-mecánica en la elaboración de piezas; no se cuantifica el peso generado de metal, el cual puede ser reutilizado o reciclado.
3. Los procesos para la reutilización de los residuos de materia prima en la elaboración de piezas de metal se basan en la separación de material ferroso y no ferroso; seguidamente de la caracterización de residuos, estos son almacenados para su reutilización o comercialización con empresas relacionadas a la siderurgia.
4. El programa de capacitación, para el personal operativo sobre el control de producción para ambientes de fabricación en proceso de metal - mecánica, está enfocado en mejorar las capacidades técnicas del personal para optimizar las actividades que realizan.

5. El área dada se genera desperdicios de materia prima en el proceso de elaboración de piezas industriales es el área de corte; al no tener el diseño correcto de la pieza se genera desperdicio, lo cual aumenta el costo de producción porque se deben dar reprocesos.

6. Todo el desperdicio que se genera en el área de producción; se recolecta se clasifica para ser ubicados en las áreas de desechos; con la finalidad de ser entregados a las empresas recicladoras

RECOMENDACIONES

1. Para proceso de fabricación de piezas de metal-mecánica se debe tener una unidad o departamento de planificación para establecer el proceso de transformación metálica; el cual debe contemplar la proyección de materia prima necesaria para cada pedido solicitado; también la caracterización de residuos y establecer cuáles son reutilizables y reciclables.
2. Se recomienda el uso de otras herramientas de calidad, como los gráficos de control, que pueden ser de gran utilidad para analizar las causas de variación en el proceso de laminación.
3. Para la reutilización de los residuos de materia prima en la elaboración de piezas de metal se debe tener un área específica para su almacenamiento y tratamiento final.
4. En el área de corte se debe estandarizar el proceso de diseño para disminuir la cantidad de materia prima que no se utiliza.
5. Se debe establecer un programa de capacitación a los empleados que actualmente laboran en la empresa para que al implementar el nuevo sistema de producción se sientan identificados con el mismo y no exista resistencia al cambio; motivándolos con las mejoras que traerá la propuesta presentada en esta investigación.

6. Emplear un control y monitoreo sobre los materiales a través de un modelo de gestión de inventarios, codificación y utilización de software para el registro de entradas y salidas de materia prima e insumos

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE, Eugene; BAUMEISTER, Theodore. *Manual del ingeniero mecánico*. 9a ed. México: McGraw Hill, 2003. 230 p.
2. AVNER, Sydney. *Introducción a la metalurgia física*. 2a ed. México: McGraw Hill, 1988. 694 p.
3. EVERETT, Adam. *Administración de la producción y las operaciones. Conceptos, modelos y funcionamiento*. 4ª edición. México Prentice Hall hispanoamericana S.A., 1991. 256 p.
4. GIL LEMUS, Danilo José. *Control estadístico de calidad en la elaboración de piezas de hierro fundido*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 77 p
5. HIGGINS, Raymond A. *Ingeniería metalúrgica. Tomo 2: tecnología de los procesos metalúrgicos*. México: Continental, 1963. 493 p.
6. HOOFF, Bart Van; MONROY, Nestor; SAER, Alex. *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. Colombia: Alfaomega Colombia, 2009, 280 p.
7. NIEBEL, Benjamín, *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 10ª edición. México Editorial alfa omega. 2001. 244 p.

8. NOORI, Hamid; y RUSSELL; Radford. *Administración de operaciones y producción: calidad total y respuesta sensible rápida*. México. Mc Graw Hill, 1997. 234 p.
9. NORMAN, Gaither; y FRAZIER; Greg. *Administración de producción y operaciones*. 4ª ed. México: Thompson editores, 1999. 244 p.
10. PLOSSL, George W. *Control de la producción y de inventarios. Principios y técnicas*. 2ª ed. México: Prentice Hall, 1987. 250 p.
11. ROSENQUIST, Terkel. *Fundamentos de metalurgia extractiva*. 2a ed. México: McGraw Hill, 1987. 564 p
12. WHITTEN, Jeffrey L. *Análisis y diseño de sistemas de información*. 3ª. Ed. México: Editorial Burr Ridge, 1996. 164 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Entrada a la empresa Marqagro, S.A**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2 **Almacenamiento de la empresa Marq Agro, S.A**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Formato de control

Control						
Accesorios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Mantenimiento						
Equipos fabricados						
Desperdicio						
Desechos						
Gastos						
Supervisor						
Control						
Control						
Accesorios	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mantenimiento						
Equipos fabricados						
Desperdicio						
Desechos						
Gastos						
Supervisor						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Control de operarios

<p>Encuesta redistribución de maquinaria Empresa: Fábrica de repuestos industriales Marq Agros S.A.</p> <p>Encargado: gerente general</p>		
<p>Instrucciones: lea detenidamente las siguientes preguntas y seleccione la respuesta que considere correcta o apropiada.</p>		
<p>De producción</p>		
No. Pregunta	Si	No
1. El material de trabajo lo obtengo en menos tiempo.		
2. Invierto menos tiempo en transportar el producto terminado		
3. Ahora trabajo más rápido y ordenado.		
4. El área de producción está más ordenada que antes.		
5. El flujo en las operaciones productivas es ininterrumpida.		
Pregunta	Si	No
Pienso que el cambio en el área es de beneficio para la empresa		
Las áreas de trabajo están mejor definidas y me siento más cómodo		
La movilización dentro de mi área de trabajo es mejor ahora		
La nueva distribución mejora mis condiciones de trabajo		
Cuando realizo mi trabajo me canso menos		
Las áreas de trabajo están mejor definidas y me siento más cómodo		
Comentarios		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5 **Formulario de auditoría**

Formulario de auditoria, redistribución de maquinaria				
Empresa: Fábrica de repuestos industriales Marq Agros S.A.				
Área	Máquina y/o equipo	Cumple	No cumple	Necesita modificación
Tornos	Torno T1.1			
	Torno T1.2			
	Torno T1.3			
	Torno T1.4			
	Torno T1.5			
	Torno T2.6			
	Torno T2.7			
Fresadora	Fresadora F1			
	Fresadora F2			
Barreno	Barreno B1			
	Barreno B2			
Cepillo	Cepillo C1			
	Cepillo C2			
	Cepillo C3			
Soldadura	Soldadura S1			
	Soldadura S2			
	Soldadura S3			
	Soldadura S 4			

Fuente: elaboración propia.