



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

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE  
MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN  
TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE  
SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

**William Leonel Navas Búcaro**

Asesorado por el Ing. Marvin Antonio Mateo Valladares

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE  
MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN  
TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE  
SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WILLIAM LEONEL NAVAS BÚCARO**

ASESORADO POR EL ING. MARVIN ANTONIO MATEO VALLADARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

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



**William Leonel Navas Búcaro**

---

Mayo de 2019

Ing. César Urquizú  
Director de escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Urquizú:

Por este medio lo saludo y le deseo éxitos en sus actividades académicas y profesionales.

El motivo de la presente es para comunicar la revisión final del trabajo de graduación del estudiante William Leonel Navas Búcaro, carne no. 2001714456, de la carrera de Ingeniería Industrial, con nombre 'Aplicación de la metodología de análisis de tendencias por el método de media ponderada, para el desarrollo de proyectos de inversión en un taller de productos de acero estructural, ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla'.

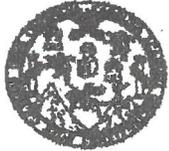
El trabajo de graduación ha sido revisado y se han generado los cambios requeridos por el equipo de colegas revisores y de plagio.

Atentamente,



**Marvin Antonio Mateo Valladares**  
**Ingeniero Industrial**  
**Colegiado no. 10,395**

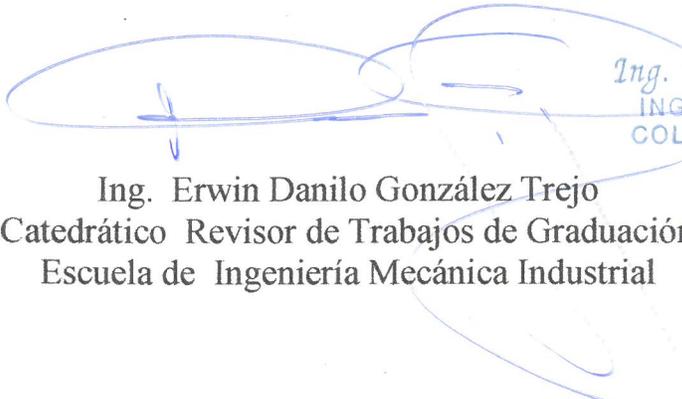
MARVIN ANTONIO MATEO VALLADARES  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 10,395



REF.REV.EMI.054.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **William Leonel Navas Búcaro**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Danilo González Trejo  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.176.019

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 **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **William Leonel Navas Búcaro**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



**Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas**  
**DIRECTOR**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, octubre de 2019.

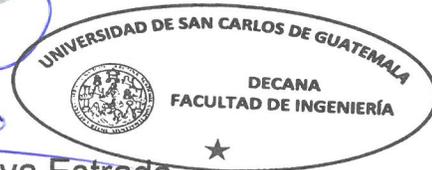
/mgp



La Decana 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: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE TENDENCIAS POR EL MÉTODO DE MEDIA PONDERADA, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN UN TALLER DE PRODUCTOS DE ACERO ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **William Leonel Navas Búcaro**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

AACE/asga  
/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser siempre el centro de toda mi vida y por guiarme, cuidarme y bendecirme. Porque nunca murió mi fe en él y guió mi camino.
- Mis padres** Jaime Leonel Navas Marroquin (q.e.p.d) y Odilia Azucena Búcaro Búcaro de Navas, por su amor, apoyo, soporte y ejemplos a seguir. Ellos siempre han sido mi inspiración.
- Mi hermana** Irika Navas, por ser mi apoyo incondicional, por alentarme y ayudarme a seguir adelante, sin importar lo complicado de cada prueba.
- Mi novia** Karen del Valle, por su amor y apoyo incondicional.
- Mi familia** Por siempre brindarme sus palabras de aliento y entusiasmo en cada conversación y cada momento oportuno.
- Mis amigos** Por ser el soporte ante la adversidad y compartir esos momentos buenos y malos, por su apoyo genuino y porque sin ellos los obstáculos habrían sido más grandes de lo que fueron.

## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, estoy orgulloso de pertenecer a esta <i>alma mater</i> .
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñarme como profesional.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	El grupo que inició como un grupo más en un salón del edificio T3 de la Facultad de Ingeniería, que me apoyaron en todo momento y me brindaron una mano amiga.
<b>Mis amigos ingenieros de la Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, por darme el soporte necesario y brindarme la guía en la academia.
<b>Mis amigos del trabajo y de la vida</b>	Por estar siempre al pendiente de mí y brindarme ese apoyo incondicional en el transcurso del tiempo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN .....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Empresa de piezas metálicas.....	1
1.1.1. Características generales.....	1
1.1.2. Reseña histórica .....	1
1.2. Información general .....	2
1.2.1. Localización .....	2
1.2.2. Misión.....	3
1.2.3. Visión .....	4
1.2.4. Política integral .....	4
1.2.5. Valores.....	5
1.3. Estructura de la empresa.....	5
1.3.1. Tipo de organización .....	6
1.3.2. Diagrama organizacional .....	6
1.3.3. Especialización del trabajo .....	7
1.4. Procesos de la empresa .....	7
1.4.1. Torno industrial .....	7
1.4.1.1. Definición.....	7
1.4.1.2. Características.....	7

	1.4.1.3.	Tipos de torno .....	8
	1.4.1.4.	Estructura .....	8
	1.4.1.5.	Especificaciones técnicas .....	9
	1.4.1.6.	Movimientos de trabajo .....	10
	1.4.1.7.	Operaciones del torneado .....	10
	1.4.1.8.	Parámetros de operación .....	11
1.4.2.		Soldadura eléctrica .....	12
	1.4.2.1.	Definición.....	12
	1.4.2.2.	Características .....	12
	1.4.2.3.	Sistemas de soldadura.....	12
	1.4.2.4.	Calidad de soldadura .....	13
	1.4.2.5.	Especificaciones de soldadura.....	13
	1.4.2.6.	Seguridad y salud.....	14
	1.4.2.7.	Parámetros de operación .....	14
1.4.3.		Fresado mecanizado .....	14
	1.4.3.1.	Características .....	15
	1.4.3.2.	Descripción.....	15
	1.4.3.3.	Clasificación .....	15
	1.4.3.4.	Accesorios de la fresadora.....	16
	1.4.3.5.	Operaciones de fresado .....	18
1.5.		Control estadístico de procesos .....	19
	1.5.1.	Definición .....	19
	1.5.2.	Características.....	20
	1.5.3.	Tipos de variaciones.....	20
	1.5.3.1.	Variaciones de causa natural.....	20
	1.5.3.2.	Variaciones en temperatura .....	20
	1.5.4.	Tipos de control .....	20
	1.5.4.1.	Control preliminar .....	20
	1.5.4.2.	Control concurrente.....	21

1.6.	Análisis de tendencias .....	21
1.6.1.	Definición .....	21
1.6.2.	Lineamientos.....	21
1.6.3.	Clasificación.....	21
1.7.	Método de media ponderada .....	22
1.7.1.	Definición .....	23
1.7.2.	Características.....	23
1.8.	Acero estructural .....	23
1.8.1.	Características.....	23
1.8.2.	Definición .....	24
1.8.3.	Clasificación de acuerdo a su composición .....	24
1.8.4.	Ventajas del acero como material estructural .....	25
1.8.5.	Desventajas del acero como material estructural ...	25
1.9.	Proyectos de inversión.....	26
1.9.1.	Definición .....	26
1.9.2.	Estudios principales.....	26
1.9.3.	Tipos de proyectos .....	26
1.9.4.	Ciclo de vida de los proyectos .....	27
1.10.	Mantenimiento de equipo.....	27
1.10.1.	Tipos de mantenimiento .....	28
1.10.1.1.	Preventivo.....	28
1.10.1.2.	Correctivo .....	28
1.10.1.3.	Predictivo.....	28
1.10.1.4.	Programado.....	29
1.10.1.5.	Diario .....	29
1.10.2.	Modelos de mantenimiento.....	29
1.10.2.1.	Correctivo .....	29
1.10.2.2.	Condicional.....	29
1.10.2.3.	Sistemático .....	30

	1.10.2.4.	Alta disponibilidad .....	30
	1.10.3.	Condiciones de mantenimiento .....	30
	1.10.3.1.	Aspectos legales .....	30
	1.10.3.2.	Importancia.....	30
	1.10.3.3.	Responsabilidad del responsable .....	31
	1.10.3.4.	Formas de abordar.....	31
	1.10.3.5.	Subcontratado a especialista .....	31
2.		SITUACIÓN ACTUAL .....	33
2.1.		Área de bodega .....	33
	2.1.1.	Materia prima.....	33
	2.1.2.	Almacenamiento .....	33
	2.1.3.	Control de insumos.....	35
2.2.		Departamento de producción .....	35
	2.2.1.	Descripción .....	36
	2.2.2.	Funciones .....	36
	2.2.3.	Políticas constituidas .....	37
	2.2.4.	Áreas de trabajo establecidas .....	37
	2.2.4.1.	Torno .....	37
	2.2.4.2.	Soldadura .....	37
	2.2.4.3.	Fresado .....	44
	2.2.5.	Procesos.....	44
2.3.		Especificación de los medios de producción.....	45
	2.3.1.	Equipos y herramientas.....	45
	2.3.2.	Maquinaria .....	45
2.4.		Mantenimiento actual.....	48
	2.4.1.	Correctivo a la maquinaria.....	48
	2.4.2.	En uso a los equipos y herramientas .....	49
2.5.		Costos actuales .....	49

2.5.1.	Materiales .....	49
2.5.2.	Mano de obra.....	49
2.6.	Análisis de cumplimiento .....	50
2.6.1.	Modelos actuales.....	50
2.6.2.	Componentes que alteran el proceso.....	50
3.	PROPUESTA PARA APLICAR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	51
3.1.	Control estadístico del proceso .....	51
3.1.1.	Aplicación.....	51
3.1.2.	Finalidad técnica .....	52
3.1.3.	Fuentes de variación .....	52
3.1.3.1.	Variación natural.....	53
3.1.3.2.	Variación asignable .....	53
3.1.3.3.	Aplicación del muestreo .....	53
3.2.	Proceso de inspección.....	53
3.2.1.	Insumos .....	53
3.2.2.	Proceso.....	54
3.2.3.	Producto.....	54
3.3.	Método del control estadístico del proceso .....	54
3.3.1.	Elemental .....	54
3.3.2.	Intermedio .....	55
3.3.3.	Avanzado .....	55
3.4.	Gráficos de control.....	55
3.4.1.	Por atributos.....	56
3.4.2.	Por variables .....	63
3.5.	Capacidad de proceso .....	68
3.5.1.	Índices de producción.....	68
3.5.2.	Variabilidad .....	69

	3.5.2.1.	Corto plazo .....	69	
	3.5.2.2.	Largo plazo.....	69	
	3.5.2.3.	Potencialidad del proceso .....	69	
3.6.		Estudio de capacidad de procesos.....	69	
	3.6.1.	Factores que afectan al proceso .....	70	
		3.6.1.1. Factores físicos de materiales .....	70	
		3.6.1.2. Factores tecnológicos de equipos.....	70	
	3.6.2.	Estratificación de medidas a tomar .....	70	
	3.6.3.	Estabilización del proceso .....	70	
	3.6.4.	Toma de datos.....	71	
	3.6.5.	Identificación del patrón de variabilidad .....	71	
	3.6.6.	Análisis e interpretación de los datos.....	71	
	3.6.7.	Construcción de un intervalo de confianza de los índices.....	71	
3.7.		Diagrama de flujo.....	72	
	3.7.1.	Formulación .....	72	
	3.7.2.	Análisis.....	72	
	3.7.3.	Solución .....	72	
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	75	
	4.1.	Implantación del SPC (Sistema de Planificación por Competencias).....	75	
		4.1.1. Preparación y selección del proceso piloto .....	75	
			4.1.1.1. Diagrama de operaciones .....	79
			4.1.1.2. Procesos críticos .....	80
			4.1.1.3. Planificación de la formación del personal SPC .....	80
		4.1.2. Implantación del gráfico de control piloto .....	80	

4.1.2.1.	Definición de la característica de calidad a controlar .....	80
4.1.2.2.	Gráfico a utilizar.....	81
4.1.2.3.	Procedimiento de toma de muestras ...	81
4.1.2.4.	Tamaño de muestra .....	81
4.1.2.5.	Periodicidad de toma de muestra .....	81
4.1.2.6.	Procedimiento de medición y equipo ...	82
4.1.2.7.	Sistema de datos.....	82
4.1.2.8.	Puesta en marcha del gráfico.....	83
4.1.2.9.	Eliminación de causas asignables .....	83
4.1.3.	Análisis de los resultados .....	83
4.1.4.	Extensión a otros procesos .....	84
4.1.4.1.	Evaluación de resultados .....	85
4.1.4.2.	Programa de mejora.....	85
4.2.	Entes encargados .....	85
4.2.1.	Área de bodega .....	85
4.2.2.	Área de producción.....	86
4.2.3.	Área de finanzas .....	86
4.2.4.	Área de gestión de procesos.....	87
4.3.	Manipulación de materiales .....	91
4.3.1.	Insumos .....	91
4.3.2.	Producto terminado .....	91
4.3.3.	Merma.....	91
4.4.	Capacidad del proceso .....	92
4.4.1.	Capacidad máxima proyectada .....	92
4.4.2.	Capacidad mínima.....	94
4.5.	Elementos del programa SPC .....	95
4.5.1.	Liderazgo efectivo.....	95
4.5.2.	Enfoque de equipo.....	95

4.5.3.	Gestión de enseñanza-aprendizaje a todo nivel organizacional.....	95
4.5.4.	Enfoque de mejora continua.....	96
4.5.5.	Plan de reconocimiento y consecuencia .....	96
4.6.	Implementación asincrónica del SPC (Sistema de Planificación por Competencias) .....	97
4.6.1.	Fuente de datos.....	98
4.6.2.	Sistema de alertas .....	98
4.7.	Manipulación de la información .....	98
4.7.1.	Toma de decisiones.....	98
4.7.2.	Paros injustificados.....	99
4.7.3.	Reducción del margen de error .....	99
5.	MEJORA CONTINUA .....	101
5.1.	Resultados estadísticos.....	101
5.1.1.	Evaluación .....	101
5.1.2.	Utilidad .....	101
5.2.	Rentabilidad .....	101
5.2.1.	Ventas.....	101
5.3.	Análisis económico de los proyectos.....	103
5.3.1.	Valor presente neto y tasa interna de retorno .....	103
5.3.2.	Beneficio-costos .....	104
5.3.3.	Estados financieros .....	104
5.4.	Plan de acción .....	110
5.4.1.	Ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).....	110
5.4.2.	Implementación de 5´s .....	112
5.4.3.	Capacitaciones .....	113
5.4.4.	Mantenimiento .....	114
5.4.5.	Seguridad y salud ocupacional.....	115

5.5.	Auditorías .....	115
5.5.1.	Internas .....	115
5.5.2.	Externas .....	119
CONCLUSIONES .....		123
RECOMENDACIONES.....		125
BIBLIOGRAFÍA.....		127
APÉNDICE.....		131
ANEXO .....		133



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación macro .....	2
2.	Ubicación micro .....	3
3.	Organigrama de la empresa.....	6
4.	Partes del torno .....	9
5.	Movimientos de trabajo del torno .....	10
6.	Procedimiento de fresado.....	15
7.	Fresado frontal con cabezal portacuchillas .....	16
8.	Ángulos en la fresa .....	17
9.	Fresas con grandes ángulos de ataque para trabajar aluminio .....	17
10.	Fresas más usuales con ejemplos de aplicación. ....	18
11.	Fresadora vertical .....	19
12.	Ingreso a bodega actual .....	34
13.	Vista del área de producción .....	36
14.	Manómetro.....	42
15.	Compresor .....	42
16.	Prensa hidráulica .....	43
17.	Cortadora industrial .....	43
18.	Fresado de ranuras helicoidales .....	44
19.	Proceso industrial .....	46
20.	Explicación del proceso industrial .....	47
21.	Mantenimiento de equipo industrial.....	48
22.	Variaciones naturales y asignables.....	52
23.	Procesos que denotan situaciones anormales.....	56

24.	Gráfico P .....	59
25.	Gráfico NP .....	61
26.	Figura de Gráfico C .....	63
27.	Figura de Gráfico XR .....	67
28.	Capacidad del proceso .....	68
29.	Diagrama de ingreso a bodega actual.....	78
30.	Ingreso a bodega actual .....	79
31.	Gráfico P de control en materia prima.....	84
32.	Comparación del valor actual con el esperado del índice de capacidad.....	94
33.	Gráfica del retorno de inversión .....	104
34.	Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).....	111
35.	Hoja de control para 5S's .....	112

## TABLAS

I.	Elementos de soldadura .....	38
II.	Electrodos .....	39
III.	Intensidad de la corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos .....	40
IV.	Herramientas de medición.....	40
V.	Gráfico P .....	58
VI.	Gráfico NP .....	60
VII.	Gráfico C.....	62
VIII.	Tabla de constantes .....	65
IX.	Gráfico XR .....	66
X.	Simbología.....	73
XI.	Aprobación del proceso de compra.....	77
XII.	Unidades defectuosas por pedido .....	83

XIII.	Estado integral de costo .....	86
XIV.	Sistema de calificación .....	88
XV.	Evaluación de calidad.....	89
XVI.	Evaluación de fecha de entrega.....	89
XVII.	Evaluación de sugerencias de reducción de costos .....	90
XVIII.	Evaluación de precio .....	90
XIX.	Comparación de factores a evaluar.....	90
XX.	Datos de la muestra.....	92
XXI.	Resultados obtenidos de la capacidad del proceso.....	93
XXII.	Tabla de ingresos mensuales 2017.....	102
XXIII.	Comparación de primer semestre 2017 con primer semestre de 2018.....	102
XXIV.	Porcentaje de crecimiento .....	103
XXV.	Análisis financiero.....	103
XXVI.	Estado de pérdidas y ganancias .....	105
XXVII.	Balance general.....	106
XXVIII.	Razón de actividad .....	107
XXIX.	Razón de liquidez .....	108
XXX.	Razón de rentabilidad.....	109
XXXI.	Razón de mercado .....	110
XXXII.	Curso de administración de bodega.....	113
XXXIII.	Descripción de los módulos de capacitación .....	114
XXXIV.	Hoja de control para auditoría .....	121



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>nm</b>	Nanómetro
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Aleación de hierro y carbono que se produce a partir de la fusión y refinado del arrabio o chatarra de hierro, chatarra de acero o hierro de reducción directa. El contenido de carbono puede variar en un porcentaje entre el 0,002 % y el 1,7 %.
<b>Ajuste de precisión</b>	Reglaje efectuado por desplazamientos muy pequeños (es decir, inferiores al milímetro).
<b>Calidad</b>	Propiedad inherente de una cosa que permite caracterizarla y valorarla de las restantes de su especie.
<b>Control de inventario</b>	Técnica que permite la existencia de los productos a niveles deseados.
<b>Kárdex</b>	Técnica que pormenoriza los movimientos de ingreso, salida y los saldos en cualquier momento y se utiliza en el control de inventarios.
<b>Materia prima</b>	Es todo componente que se utiliza en la fabricación de un producto.

<b>Mecanizado</b>	Proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o abrasión.
<b>Refrentado</b>	Operación perpetrada en el torno mediante la cual se mecaniza el extremo en el plano perpendicular al eje de giro.
<b>Stock</b>	Cantidad de material que se mantiene en estantería o inventario.

## **RESUMEN**

El presente trabajo consta de cinco capítulos, los cuales se describen 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, y también incluye una presentación del planteamiento del trabajo de graduación.

En el capítulo tres se hace una propuesta para la mejora del sistema 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 desarrollan los pasos para la mejora por medio del uso de resultados estadísticos, análisis económicos, y utilización del ciclo PHVA para la implementación de procesos estandarizados.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Aplicar la metodología de análisis de tendencias por el método de media ponderada, para el desarrollo de proyectos de inversión en un taller de productos de acero estructural, ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

### **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico de los procesos y adaptarlos a los estudios a realizar, en materia de reducción de costos y aumento de beneficios para la empresa.
2. Evaluar las herramientas de control de proceso que faciliten y atiendan de manera prioritaria la detección de fallas del proceso.
3. Utilizar el método de promedio ponderado de los procesos actuales para analizar los puntos críticos de control, los cuales deben ser importantes.
4. Implementar un diseño de trabajo de mejora continua en los procesos de producción para tener un control y mejor manejo de los recursos.
5. Determinar el procedimiento para la ejecución de controles de procesos estadísticos y así erradicar las fallas obtenidas.

6. Hacer uso del método de tendencias para detectar los cambios financieros que la empresa ha tenido a lo largo del tiempo, conociendo la dirección y velocidad de las variables que se manejan.
7. Interpretar el extenso rango de resultados potenciales que se generarán del estudio, para la elección de nuevas oportunidades de inversión.

## INTRODUCCIÓN

Taller de Tornos Albarca, S.A. es una empresa que se rige dentro del renglón de mediana empresa, la cual se dedica a los procesos de fabricación de piezas metálicas por medio de técnicas de corte y desbaste según el uso de equipos. El fin de las operaciones de la empresa en estudio es dar forma a un material por medio de la reducción del mismo, ya sea que la pieza gire para desbastar con la herramienta o la herramienta de corte gire los materiales. Dicha empresa brinda servicios de reparación, fabricación de piezas metálicas, servicios de instalación y fabricación de estructuras metálicas. Fue fundada en el año de 1975, en la región costa sur, específicamente en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del Departamento de Escuintla, con la iniciativa de la familia Vásquez, siguiendo la premisa de satisfacer las necesidades en el área de fabricación, servicios de reparación e instalación de piezas de metal mecánicas del sector azucarero, hulero y medianas empresas que están establecidas en dicha región.

El tema de inversión en cualquier empresa es clave para su crecimiento y expansión y se debe centrar en los procesos que tiendan a ser más rentables o bien en los procesos que generen fallas o desviaciones.

Por ello se ejecutará un análisis de tendencias, con el fin de revisar los datos significativos de los productos, adecuando el método de media ponderada para tener la comprobación de que existe información verídica y lógica en el sistema, y así mismo guiar y observar los procesos que requieran inversión o proyectos de inversión para optimizar los recursos para que sea una empresa rentable.

Al momento de hacer uso de este método, la organización crecerá de una mejor manera, generando proyectos para garantizar la estabilidad en el mercado y consolidando su solidez.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Empresa de piezas metálicas**

Taller de tornos Albarca, S.A. manufactura, reparara y da mantenimiento de piezas metálicas en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Esta empresa cuenta con servicios varios en el sector metalmecánico.

### **1.1.1. Características generales**

La empresa Taller de Tornos Albarca, S.A. muestra sus principios en los procesos de manufactura de piezas metálicas por medio de técnicas de corte y desbaste según el uso de equipos.

### **1.1.2. Reseña histórica**

Con la iniciativa de la familia Vásquez, según la premisa de satisfacer las necesidades en el área de fabricación, servicios de reparación e instalación de piezas metal mecánicas del sector azucarero, hulero y medianas empresas que están establecidas en dicha región, se funda el Taller de Tornos Albarca en el año de 1976.

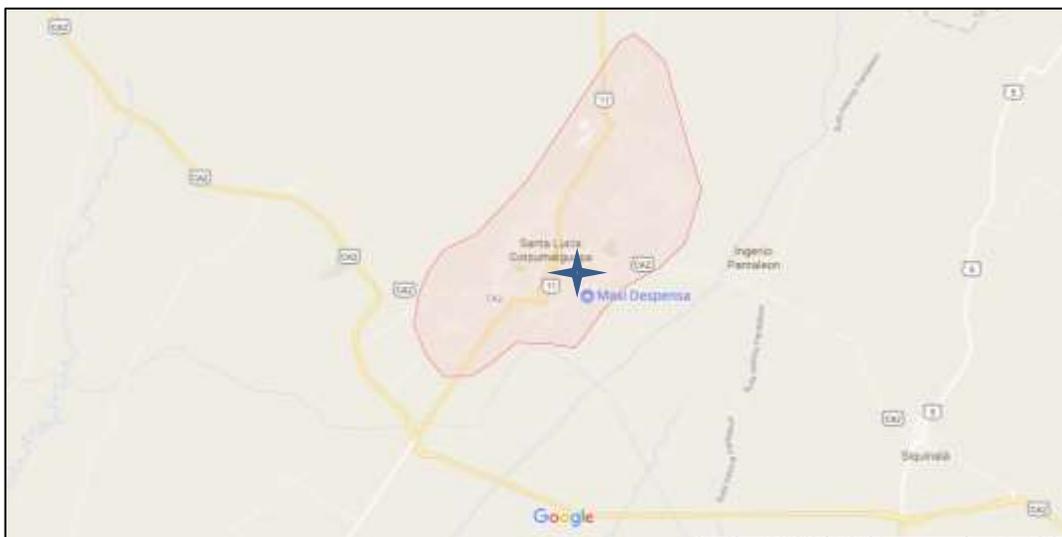
## 1.2. Información general

Taller de Tornos Albarca cuenta con más de 30 años de experiencia en el sector de metal mecánica incursionando y siendo un pionero en calidad y servicio. Cuenta con servicio de fabricación, reparación y venta de piezas hechas a la medida.

### 1.2.1. Localización

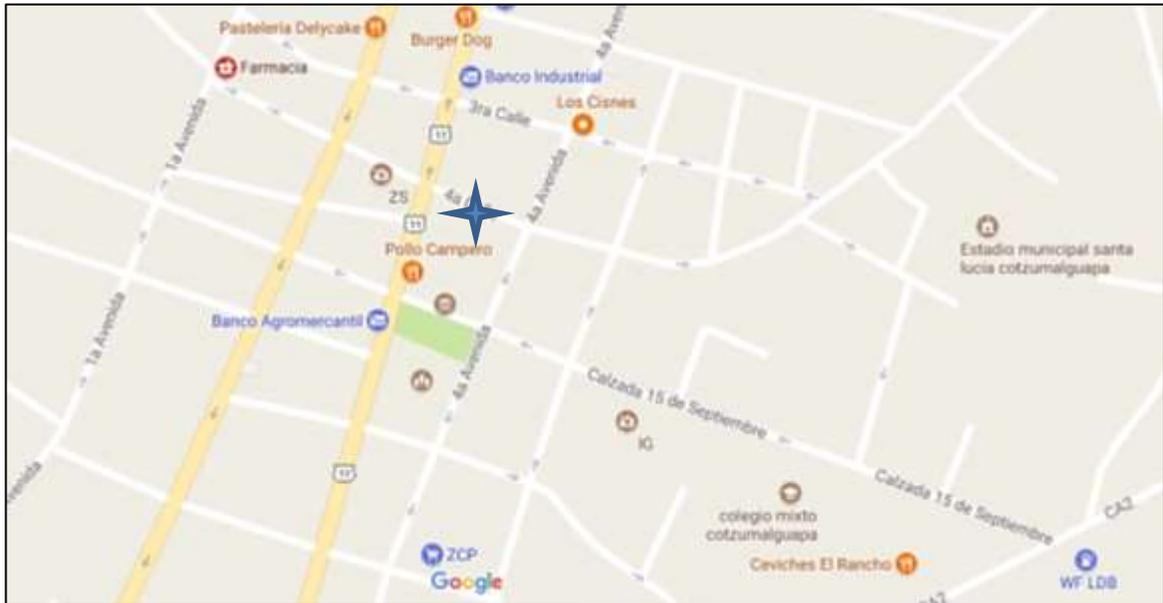
El Taller de Tornos Albarca, S.A. está ubicado en la 4ta. calle 4-62 zona 1, del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Está ubicado estratégicamente en la zona más concurrida del municipio y se encuentra a pocos metros del parque central. Su poco distanciamiento hacia la carretera Americana no. 2 lo hacen tener una excelente ubicación para el desarrollo de sus servicios y productos.

Figura 1. Ubicación macro



Fuente: ubicación de la empresa. <http://maps.google.com.gt/>. Consulta: 25 de junio de 2017.

Figura 2. **Ubicación micro**



Fuente: ubicación de la empresa. <http://maps.google.com.gt/>. Consulta: 25 de junio de 2017.

Esta empresa se encuentra a una distancia de 90 kilómetros desde la ciudad capital hacia la carretera Americana no. 2.

### **1.2.2. Misión**

Es la facultad que se le otorga a uno o varios individuos para efectuar una tarea. De igual forma se define como la razón de algo.

- Misión de empresa: establece los objetivos, acciones y funcionamiento de la misma, se divide en:
  - Planificaciones
  - Funciones
  - Medios

La misión de la empresa es fabricar piezas y accesorios metal mecánicos de calidad y precisión para la industria en general, que generen satisfacción en el cliente.

### **1.2.3. Visión**

Define a dónde quiere llegar una institución, esta es pensada y descrita por los dueños y se modifica con base en el desarrollo de la empresa.

La empresa desea convertirse en la mejor opción para los clientes actuales y potenciales para el suministro de sus necesidades en lo referente a la fabricación de elementos metal mecánicos, siendo un apoyo tecnológico para sus procesos productivos y procesos de mantenimiento.

### **1.2.4. Política integral**

Dentro de la política de gestión se encuentran 3 pilares fundamentales, los cuales se detallan a continuación:

- **Calidad:** se solicitan certificados de calidad de los insumos y equipos a utilizar para garantizar a los clientes productos de calidad.
- **Servicio:** para tener un excelente servicio se debe tener una buena atención a los clientes, para lo cual se procura dar respuestas oportunas a sus exigencias realizándolas en tiempo y con profesionalismo.
- **Transparencia:** para tener una excelente relación empresa y cliente debe desarrollarse la transparencia en función de todo lo que ocurre dentro de los

procesos, por lo cual se detallan los avances de proyectos o disponibilidad de ejecución.

### **1.2.5. Valores**

Los valores se definen como los lineamientos para la realización de tareas administrativas y operativas enfocadas en el valor de servicio.

Los valores de la organización se rigen en función de lo que se proyecta generar en los clientes, es decir la confianza, es por ello que se fundamentan los siguientes valores para lograr la excelencia en el mercado:

- Compromiso
- Hacer las cosas bien a la primera
- Innovación
- Transparencia
- Integridad

### **1.3. Estructura de la empresa**

El Taller de Tornos Albarca S.A. es una empresa representada por el Ing. Juan Carlos Vásquez, en la cual se desarrollan actividades del sector metal mecánico para fines comerciales.

Las áreas de trabajo están representadas por departamentos administrativos en los cuales se dividen las tareas y procesos. La variedad de responsabilidades se asigna en función del proceso, el detalle se muestra en el diagrama organizacional.

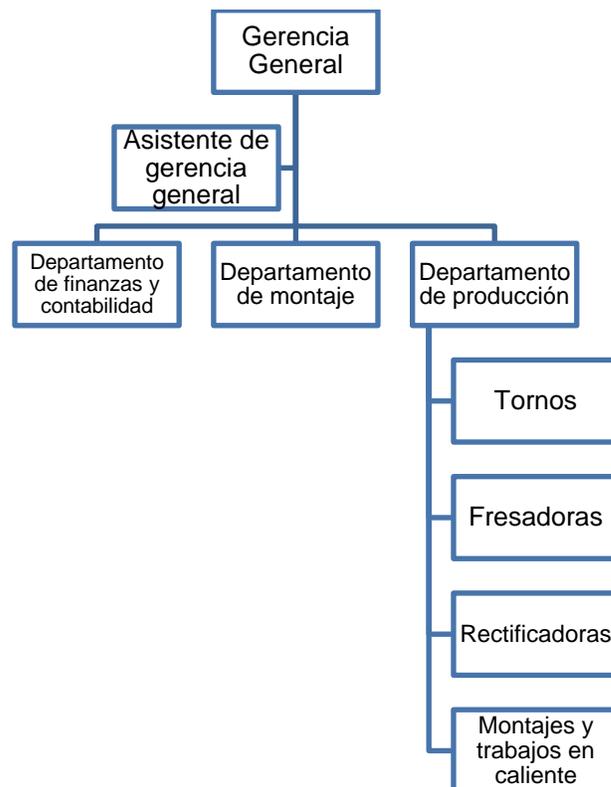
### 1.3.1. Tipo de organización

La empresa Taller de Tornos Albarca, S.A. está enmarcada dentro de las Sociedades Mercantiles o Empresas Privadas, de acuerdo a los estatutos del Código de Comercio de Guatemala.

### 1.3.2. Diagrama organizacional

El diagrama organizacional está presentado en la siguiente estructura:

Figura 3. Organigrama de la empresa



Fuente: Taller de Tornos Albarca, S.A. *Memoria de labores de 2017*. p. 7

### **1.3.3. Especialización del trabajo**

La especialización que se tiene en la organización en las áreas operativas es de carácter horizontal, ya que con esto se producen resultados uniformes y eficientes, esto centra sus esfuerzos a la repetición del trabajo realizando las tareas de forma correcta y se ahorra tiempo perdido en el cambio de distintas actividades asignadas a un solo colaborador.

## **1.4. Procesos de la empresa**

Se hace una representación de los procesos que realiza en metal mecánica la empresa en estudio.

### **1.4.1. Torno industrial**

Incorporado de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, roscar, cortar, trapeciar, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución.

#### **1.4.1.1. Definición**

Máquina que permite mecanizar por la rotación de un eje acciones como corte y formado de piezas.

#### **1.4.1.2. Características**

Sirve para el ranurado (hacer ranuras en piezas) para cortar, lijar y pulir.

### **1.4.1.3. Tipos de torno**

Existen diversos: paralelos, verticales, revolver, automáticos, copiadores, etc., y los tornos de control numérico.

En un torno paralelo es posible distinguir cuatro grupos principales: bancada, cabezal, carros y contra cabezal (contrapunto).

### **1.4.1.4. Estructura**

Las partes básicas de un torno son:

- Bancada: es su estructura y suele ser un gran cuerpo de fundición. Sirve de soporte y guía para las otras partes del torno.
- Eje principal y plato: se ubica la pieza para que de vueltas, teniendo una punta móvil se le da forma a la pieza o se rectifica según sea el caso.

Figura 4. Partes del torno



Fuente: KIBBE, Richard. *Manual de máquinas y herramientas Vol. 1.* p.34

#### 1.4.1.5. Especificaciones técnicas

El movimiento de corte y de las piezas lineales se hace mediante los carros:

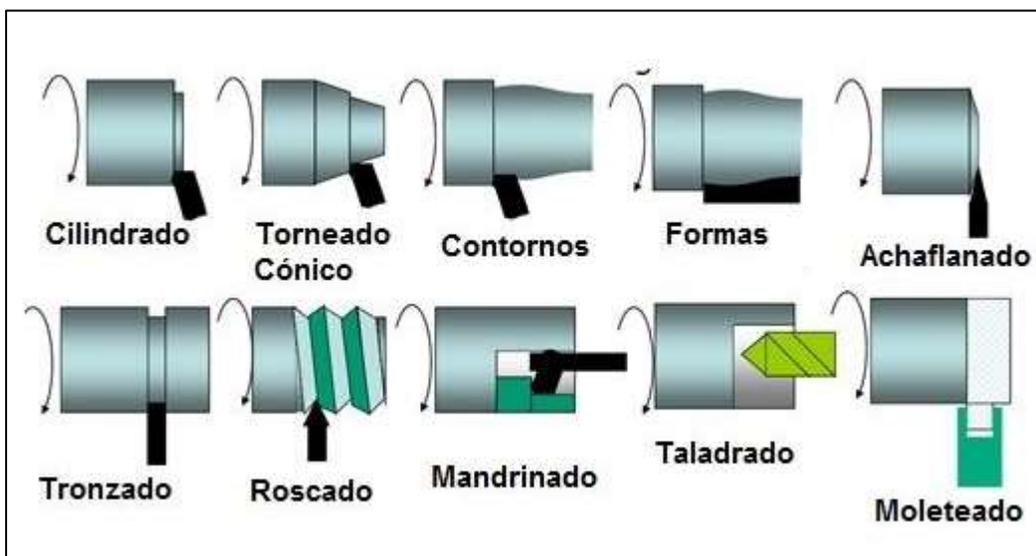
- Carro portaherramientas: dejan que se mueva la herramienta de corte.
- Carro longitudinal o principal: tiene un momento de izquierda a derecha para que traslade el carro trasversal.
- Carro trasversal: tiene un movimiento de adelante para atrás para rectificar la pieza.

- Carro auxiliar: gira hacia todos los ángulos y se utiliza para trabajar algún ángulo de la pieza de metal, utiliza un buril para cortar.

#### 1.4.1.6. Movimientos de trabajo

Se puede dar el movimiento de cilindro, formas, contorno, entre otras. En la figura 5 se detalla:

Figura 5. Movimientos de trabajo del torno



Fuente: KIBBE, Richard. *Manual de máquinas y herramientas Vol. 1.* p. 41

#### 1.4.1.7. Operaciones del torneado

Se describen las operaciones del torno:

- Cilindrado: formar un cilindro más pequeño partiendo de otro más grande (cilindro base).

- Torneado cónico: proveer forma de cono.
- Contornos: trabajar parte del cilindro base.
- Formas: crear diferentes formas sobre el cilindro base.
- Achaflanado: realizar un corte a la arista de la pieza.
- Trozado: corte final.
- Roscado: realizar tuercas y tornillos.
- Mandrinado: ensanchar un agujero.
- Taladrado: hacer agujeros.
- Moleteado: hacer un inscripto sobre la pieza.
- Refrentado: acortar la longitud de la pieza.

#### **1.4.1.8. Parámetros de operación**

Las medidas de corte en el proceso de torneado son:

- Optar por la herramienta indicada según el proceso a realizar
- Fijar las piezas correctamente
- Utilizar la dimensional de m/s para la velocidad

- Diámetro del torneado
- Progreso en mm/rev de la herramienta
- Esfuerzo de corte

#### **1.4.2. Soldadura eléctrica**

Se utiliza calor y presión para acoplar dos metales que se desean trabajar o ubicar en otra pieza.

##### **1.4.2.1. Definición**

La soldadura es un proceso de transformación que consiste en la acople de dos piezas de material mediante las fuerzas atractivas fundamentales que mantienen a los átomos en su posición.

##### **1.4.2.2. Características**

Se genera calor por el paso de la corriente eléctrica para unir las piezas de metal.

##### **1.4.2.3. Sistemas de soldadura**

La soldadura por puntos se utiliza para acoplar piezas de 3 mm de espesor. El botón tiene una dimensión de 5 a 10 mm.

Los electrodos deben ser dúctiles para incrementar la zona de contacto metal-metal y se dividen en:

- Aleaciones basadas en cobre
- Compuestos metálicos refractarios

En la soldadura por resistencia eléctrica se acercan las piezas y se emplea corriente eléctrica para su fusión.

#### **1.4.2.4. Calidad de soldadura**

Para evaluar la calidad de la soldadura se hace una inspección visual para ver el estado de las uniones de la pieza, se pueden realizar ensayos no destructivos para revelar fisuras.

#### **1.4.2.5. Especificaciones de soldadura**

Se describen las especificaciones de la soldadura:

- Porosidades: se suscita partir de gases que se generan durante el proceso de solidificación.
- Inclusiones: son sustancias sólidas extrañas que alcanzan en el cordón de soldadura.
- Falta de fusión: es la incorrección de la unión de las piezas de metal.
- Falta de penetración: falta de incorporación de las piezas de metal.
- Mordedura: es una falta de material base entre dos piezas de metal.
- Solapado: soldadura incompleta.

- Laminación: con discontinuidades planas que se encuentran generalmente en la zona central del metal base en los productos laminados. Se debe a la segregación de impurezas en el proceso de solidificación de los lingotes.

#### **1.4.2.6. Seguridad y salud**

Cuando se utiliza corriente eléctrica se pueden generar accidentes derivados de la falta de atención en operador, control de equipo y no utilizar equipo de protección personal.

Al no utilizar lentes de protección se puede lastimar los ojos y como consecuencia sufrir lesiones graves. Un estallido se da por la falta de prevención en la utilización de gases y el mal manejo de los cilindros.

#### **1.4.2.7. Parámetros de operación**

Los siguientes factores son elementos de la soldadura eléctrica:

- Electrodo apropiados para el trabajo, secos y bien conservados.
- Amperaje correcto.
- Longitud adecuada del arco. Correcto ángulo de inclinación del electrodo.
- Conveniente velocidad de avance.
- Juntas limpias.

#### **1.4.3. Fresado mecanizado**

Se utiliza para manufacturar piezas planas y curvas que contenga ranuras de diferentes formas, así como la elaboración de roscas.

### 1.4.3.1. Características

La máquina de fresar está destinada al mecanizado de materiales por medio de una herramienta de corte llamada fresa.

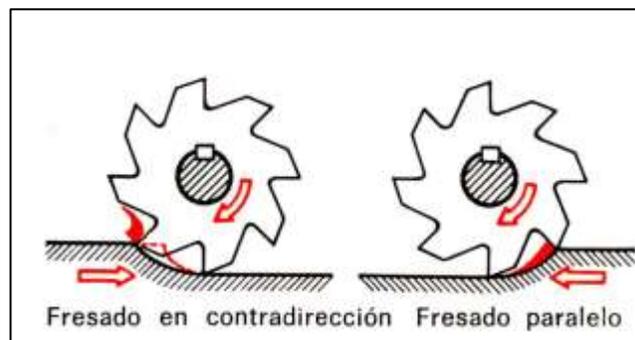
### 1.4.3.2. Descripción

Las máquinas fresadoras son máquinas de herramienta que se utilizan para producir con precisión una pieza, la pieza de trabajo, esta se efectúa mediante uno o más cortadores de fresado giratorio que tienen bordes cortantes sencillos o múltiples.

### 1.4.3.3. Clasificación

En el fresado cilíndrico se mueve transversalmente a la superficie de la pieza. La fresa en forma de rodillo corta solamente con dientes dispuestos en su periferia.

Figura 6. Procedimiento de fresado



Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

El fresado que se le hace al diente encaja en el material generando viruta delgada, se da un movimiento en dirección superior e inferior por medio del husillo y el portafresa. El ímpetu de corte merma por la viruta que es delgada cuando sale del material.

Figura 7. **Fresado frontal con cabezal portacuchillas**



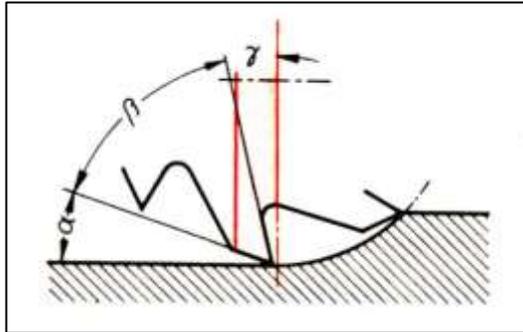
Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

#### **1.4.3.4. Accesorios de la fresadora**

Las fresas tienen dientes similares a una chuchilla, contienen diferentes filos según el material a trabajar, o solamente un filo si se va a realizar una operación de cepillado.

- Ángulos en la fresa: el ángulo se produce en la cuña.

Figura 8. **Ángulos en la fresa**



Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

Dependiendo del material a manufacturar se toma el ángulo de filo, el más empleado es de 20 grados con un ángulo de incidencia de seis grados. Cuando la dureza del material no permite trabajar de forma ordinaria se selecciona una fresa que posea muchos dientes para dar forma a la pieza.

Figura 9. **Fresas con grandes ángulos de ataque para trabajar aluminio**



Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

Para trabajar superficies planas se emplea fresa con dientes puntiagudos, lo cual se hace en la superficie de incidencia, la cual forma diferentes perfiles,

ruedas, roscas, entre otros. Se utiliza un ángulo de cero grados para iniciar el trabajo con la finalidad de no tener deformaciones.

- Clases de fresas
  - Fresas cilíndricas y fresas destalonadas

Figura 10. Fresas más usuales con ejemplos de aplicación

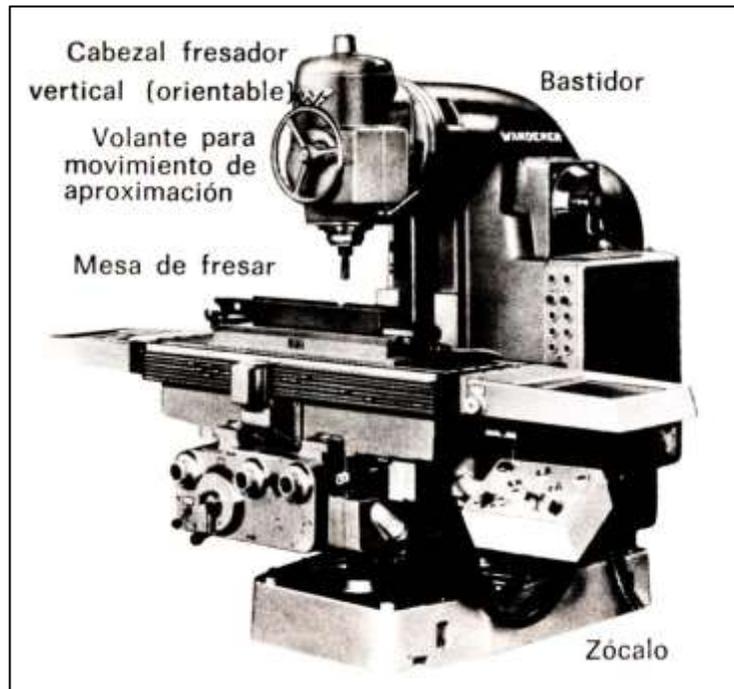


Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

### 1.4.3.5. Operaciones de fresado

El fresado horizontal se realiza perpendicular al centro de gravedad de la pieza para efectuar el corte, refinado o ajuste necesario según sea el requerimiento. En el caso del fresado vertical tiene un cabezal vertical para operaciones frontales.

Figura 11. **Fresadora vertical**



Fuente: PUSEY ALVARADO, Jennifer. *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0776\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0776_M.pdf) Consulta: enero 2019.

## **1.5. Control estadístico de procesos**

Herramienta estadística que permite establecer la capacidad de un proceso si este genera resultados positivos o negativos.

### **1.5.1. Definición**

Analiza variables para establecer si los procedimientos se realizan de forma correcta.

### **1.5.2. Características**

Se usan técnicas estadísticas para establecer la varianza de un proceso evaluado, esto da una interpretación de la calidad del producto y servicio, y manejo de sistemas financieros.

### **1.5.3. Tipos de variaciones**

Se hace una descripción de las variaciones en el control estadístico del proceso.

#### **1.5.3.1. Variaciones de causa natural**

Son las variaciones naturales de un proceso según factores ambientales, temperatura, variación de calor o frío.

#### **1.5.3.2. Variaciones en temperatura**

La variación de temperatura en un cuerpo se da por el cambio de la temperatura ambiente en relación con la temperatura del objeto.

### **1.5.4. Tipos de control**

Se hace una descripción de los diferentes tipos de controles.

#### **1.5.4.1. Control preliminar**

Se efectúa previo a una operación según la premisa de definir procedimientos y forma de evaluación de los mismos.

#### **1.5.4.2. Control concurrente**

Este ciclo analiza la planeación, dirección, organización y control de un proceso establecido.

### **1.6. Análisis de tendencias**

Para analizar la tendencia, es decir, para aislar el componente que determina el comportamiento a largo plazo de la serie pueden utilizarse dos procedimientos: las medias móviles y el ajuste por mínimos cuadrados ordinarios.

#### **1.6.1. Definición**

Se define como el comportamiento de una variable en un espacio muestral con base en el comportamiento de su tendencia estadística.

#### **1.6.2. Lineamientos**

Se usa estadísticos muestrales para establecer que la probabilidad de un evento ocurra en función de la tendencia individual.

#### **1.6.3. Clasificación**

Una serie de medias móviles puede considerarse como una serie temporal artificial construida substituyendo el valor observado de la variable en cada período por la media de dicho valor y algunos anteriores y posteriores a este. En general, el primer valor de una media móvil de orden  $k$  es:

$$MM_1(k) = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{k};$$

el segundo valor es:

$$MM_2(k) = \frac{X_2 + X_3 + \dots + X_{k+1}}{k}$$

Por el mismo procedimiento se calculan los valores sucesivos. De esta forma se obtiene una serie alisada, de la cual se han eliminado o suavizado las fluctuaciones con periodicidad igual o inferior al orden de la media móvil. Esta serie alisada puede considerarse como una serie de estimaciones de la tendencia en cada período.

El procedimiento para la obtención de las medias móviles está incluido en el procedimiento de descomposición estacional.<sup>1</sup>

Ajuste por mínimos cuadrados ordinarios, en caso de que la tendencia de una serie temporal sea lineal, esta puede modelizarse como  $X_t = a + bt$  donde  $t$  es el tiempo o variable independiente y  $b$  es la tasa de crecimiento o decrecimiento de la tendencia. Para estimar los parámetros  $a$  y  $b$  a partir de la serie observada se ajusta por MCO una recta a la nube de puntos.

## 1.7. Método de media ponderada

La medida de centralización radica en conceder a cada observación del conjunto de datos  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  puntuaciones según la importancia de cada elemento.

---

<sup>1</sup> ALEA, Victoria *Medias móviles*. [http://www.ub.edu/aplica\\_infor/spss/cap8-3.htm](http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap8-3.htm). Consulta: enero 2019.

### 1.7.1. Definición

Tener datos agrupados y una distribución de frecuencia en la cual no todos los datos tienen el mismo valor genera que la variación de la media sea diferente.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \cdot n_i}{n}$$

### 1.7.2. Características

Se le da a cada valor un puntaje y se obtiene el promedio de los valores, dando como resultados datos diferentes, algunos asumen clase respecto a los demás.

## 1.8. Acero estructural

Acople de hierro y carbono por medio de aleación, material empleado en el sector de la construcción.

### 1.8.1. Características

La clasificación de los aceros puede ser realizada por varios juicios:

- Según la composición química
- Según su estructura metalográfica

- Según su aplicación
- Según el régimen de desoxidación
- Según su aplicación
- Con base en el diagrama hierro-carbono
- Como el tamaño de grano
- Según la tecnología de obtención

### **1.8.2. Definición**

Aleación de hierro con carbono que logra dureza y elasticidad.

### **1.8.3. Clasificación de acuerdo a su composición**

Se especifican con base en la composición química el contenido de carbón y su sistema aleante.

Clasificación según el nivel de carbono	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extra-bajo</li> <li>- Bajo</li> <li>- Mediano</li> <li>- Alto</li> </ul>
--	---

Clasificación según  
el nivel de aleación

{  
- Sin alear  
- Baja  
- Mediana  
- Alta

#### **1.8.4. Ventajas del acero como material estructural**

El acero es uno de los materiales para estructuras que mayor privilegio tiene.

- Alta resistencia para soportar cargas
- Las piezas de acero se mantienen estables durante el tiempo
- Tiene muchos años de durabilidad
- Es capaz de soportar deformaciones de diferentes clases
- Tiene resistencia y ductilidad

#### **1.8.5. Desventajas del acero como material estructural**

- Si se compromete con el aire o agua genera corrosión que desgasta el material.
- Si es expuesto al fuego con temperaturas altas la resistencia del metal disminuye.

## **1.9. Proyectos de inversión**

Se define como iniciativa de uso de capital para un proyecto con la finalidad de obtener ganancias.

### **1.9.1. Definición**

Se concede capital, materiales, recurso humano y técnico para suscitar un rendimiento económico a un determinado plazo.

### **1.9.2. Estudios principales**

Para el esquema de un estudio de inversión se debe realizar un estudio de mercado para identificar el segmento de las personas a quienes estará destinado el producto y/o servicio.

Se complementa con el estudio técnico, el cual define los recursos para el análisis previo y la puesta en marcha del proyecto, descripción de maquinaria y equipo. El estudio financiero describe la proyección del flujo de caja del proyecto en el desglose de cada rubro necesario y se evalúa la factibilidad de la inversión. El estudio de organización prescribe los pasos para la realización del proyecto.

### **1.9.3. Tipos de proyectos**

Según su nivel de dificultad:

- Simples: no requiere de una planificación u organización detallada.

- Complejos: requiere de una precedencia de actividades; si no se ha finalizado una actividad no se puede pasar a la siguiente.

#### **1.9.4. Ciclo de vida de los proyectos**

Es un conjunto de facetas en las cuales se diseña un proyecto, en cada una se describen las actividades y recursos a utilizar para completar el objetivo.

#### **1.10. Mantenimiento de equipo**

El mantenimiento es un sistema que convoca una serie de actividades que al ser ejecutadas permiten alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos de una instalación industrial. Por lo tanto, los recursos humanos, económicos y físicos que son destinados para la realización de dichas actividades deben ser administrados de la forma más eficiente posible.

La gestión del mantenimiento comprende todo un sistema organizativo orientado a la administración y canalización adecuada de los recursos asignados al departamento de mantenimiento en una empresa.

Este sistema organizativo del mantenimiento busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo
- Rebaja de los costos de mantenimiento
- Optimización de los recursos humanos
- Extender la vida de la máquina

### **1.10.1. Tipos de mantenimiento**

Se hace una descripción de las diferentes clases de mantenimiento que hay en la industria.

#### **1.10.1.1. Preventivo**

Se realizan registros de los equipos, instalaciones, maquinaria con los que cuenta una planta industria, con la finalidad de identificar posibles fallos en el funcionamiento de cada uno.

#### **1.10.1.2. Correctivo**

Corroborar el funcionamiento de los equipos, maquinaria, instalaciones de una planta industrial para identificar las fallas en cada uno con la intención de reparar lo que sea necesario. Esto se puede efectuar de forma programada o no, la diferencia radica en contar con el personal, herramienta, equipo. No interrumpe con el ciclo de producción.

La divergencia entre correctivo programado y correctivo no programado menoscaba en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la pausa es inmediata y no se cuenta con el tiempo estipulado.

#### **1.10.1.3. Predictivo**

Esencialmente este tipo de mantenimiento reside en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos precisamente antes que empiecen a fallar.

#### **1.10.1.4. Programado**

El mantenimiento programado sistemático es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa.

#### **1.10.1.5. Diario**

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de inspecciones diarias.

### **1.10.2. Modelos de mantenimiento**

Se presentan los modelos de mantenimiento en las industrias productoras.

#### **1.10.2.1. Correctivo**

Es la operación de corregir las fallas identificadas antes de un análisis de los equipos, maquinaria, instalaciones, para lo cual se suspende momentáneamente el operar de una máquina o despejar un área de trabajo para poder resolver el inconveniente.

#### **1.10.2.2. Condicional**

Sistema programado y planificado con base en un análisis técnico, antes de que acontezca la falla.

### **1.10.2.3. Sistemático**

Modalidad de mantenimiento preventivo realizado a unos intervalos de tiempo preestablecidos, o a un número de unidades de uso con independencia de la condición previa del elemento.

### **1.10.2.4. Alta disponibilidad**

Sus componentes son: disponibilidad, que es la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente en un tiempo dado.

## **1.10.3. Condiciones de mantenimiento**

Se describen las condiciones de mantenimiento de equipos industriales.

### **1.10.3.1. Aspectos legales**

Establece el mantenimiento de forma obligatoria en disposición de las normas de la empresa.

### **1.10.3.2. Importancia**

La importancia del mantenimiento radica en la prevención de incidentes laborales, fallas de equipos, paros no programados y sobre todo la seguridad ocupacional del operario.

### **1.10.3.3. Responsabilidad del responsable**

Todo el personal es responsable de cuidar los equipos, de igual forma el jefe de mantenimiento debe tener un plan de mantenimiento de equipos, herramientas y máquinas.

### **1.10.3.4. Formas de abordar**

El mantenimiento de los equipos industriales se basa en dar capacitación y seminarios a los operadores de la importancia y seguridad que da tener un plan de mantenimiento preventivo.

### **1.10.3.5. Subcontratado a especialista**

Es el convenio que se celebra entre empresas con la finalidad de designar tareas para proporcionar un mejor desempeño.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Área de bodega**

Se describen las operaciones del departamento de bodega de la empresa en estudio.

En la empresa se labora de lunes a viernes de horario de 6:00-18:00 y sábado de 7:00-13:00, por lo cual la recepción de pedidos se hace según la programación que realiza el departamento de compras.

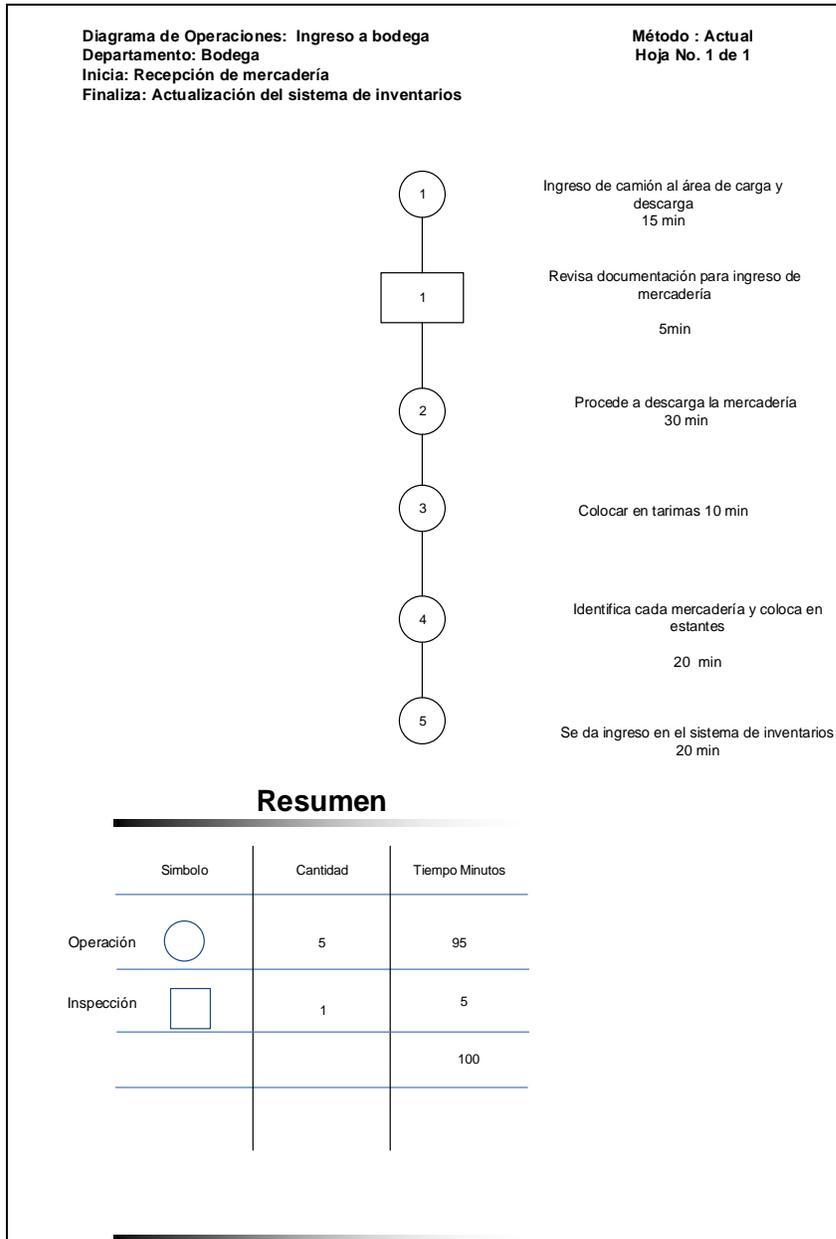
#### **2.1.1. Materia prima**

El área de bodega está supervisada por el jefe de producción, quien realiza las tareas de ingresos y egresos de materias primas de la organización. La materia prima básicamente se concentra en electrodos, hierro negro, acero estructural, vigas de hierro, cobre y estaño.

#### **2.1.2. Almacenamiento**

A continuación se presenta el diagrama de ingreso a bodega, el cual fue diseñando con base en el estudio que se realizó en la empresa y la entrevista con el jefe de bodega.

Figura 12. **Ingreso a bodega actual**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### **2.1.3. Control de insumos**

La bodega actualmente tiene un espacio de 500 m<sup>2</sup>, en ella se integran desde insumos hasta equipos y herramientas para la transformación de materia prima en productos. Actualmente se tiene planificado realizar una mejora en cuanto al espacio, ya que queda disminuido en comparación de los productos que se mantienen en el espacio. Adicional se genera descontrol ya que no se cuenta con una gestión de ingreso de productos para promover el correcto manejo de insumos.

La propuesta consiste en obtener un manejo de inventario más estricto por medio de la priorización de pedidos, con base en el método de control de inventarios ABC y la utilización del método cíclico para pronosticar ventas futuras, para detallar exactamente las necesidades en las órdenes de compra. Se propone un control de requerimiento de productos que detalle el momento preciso de la requisición de materia prima, por medio de la determinación del punto de reorden y la cantidad exacta a comprar, determinando el lote óptimo de compra, por medio del seguimiento de un plan detallado. Se propone fijar cierta cantidad como inventario de seguridad y establecer una comunicación eficaz entre todos los departamentos de la empresa, fijando reuniones más consecutivas, para evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos, evaluar cambios en el entorno y, si es necesario, restablecer el plan de contingencia.

## **2.2. Departamento de producción**

Se describen las operaciones del departamento de producción de la empresa en estudio.

Figura 13. **Vista del área de producción**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1. Descripción**

El área de producción es el punto de partida para que se genere el producto. Esto se lleva a cabo gracias a los requerimientos que llegan por parte del área de la gerencia general.

### **2.2.2. Funciones**

Las funciones principales se definen en los siguientes enunciados:

- Definición del proceso de manufactura, gradualmente, de cada pieza y conjunto.
- Definición de los insumos y herramientas especiales necesarias.

- Cálculo de tiempo de realización del proceso completo.
- Definir el proceso más procedente, en función de los requerimientos y unidades a producir con los términos de entrega.

### **2.2.3. Políticas constituidas**

Las políticas están constituidas por el proceso, incorporando únicamente máquinas del mismo tipo. Por otro lado se pueden generar por líneas derivadas de la secuencia de operaciones que se lleva en las máquinas. Por último se tiene la política por células de fabricación maleable, en las que los productos se convierten con varios puestos automatizados y salen listos.

### **2.2.4. Áreas de trabajo establecidas**

Se presenta una descripción de los espacios de trabajo de metal mecánica.

#### **2.2.4.1. Torno**

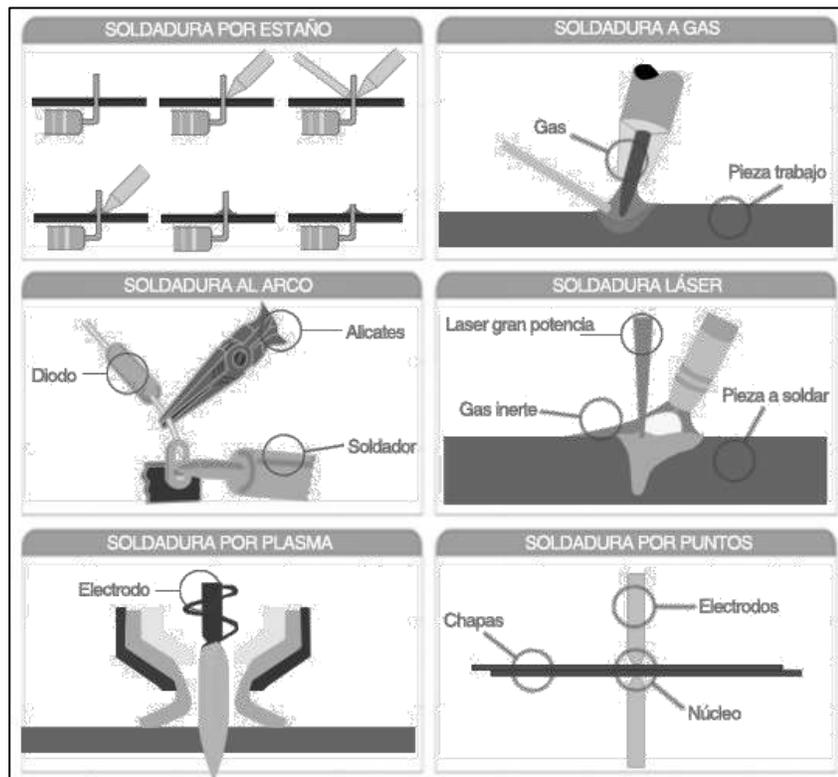
En el área de torno se fabrica la mayor parte de piezas cilíndricas, cónicas y en el mismo se tienen tres movimientos, los cuales son de ajuste, avance y corte.

#### **2.2.4.2. Soldadura**

En el área de soldadura se ejecutan labores con equipos especiales, los cuales unen piezas metálicas por medio de aplicación de calor, presión o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro material, cuyo nombre es el material de aportación. El material de aportación debe tener una temperatura de fusión inferior a la de los materiales de las piezas a unir.

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

Tabla I. **Elementos de soldadura**



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

- Tipologías de los electrodos: su nomenclatura es E-XX-Y-Z
  - E electrodo con recubrimiento.
  - Los dos primeros dígitos, XX, apuntan la resistencia de la soldadura a la tensión.

- Y describe a la posición de soldadura.
- Z son los distintivos especiales de la soldadura.

Tabla II. **Electrodos**

<b>Elemento</b>	<b>Significado</b>
E	Electrodo para arco eléctrico
XX	Resistencia a la tensión en lb/in <sup>2</sup>
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, T. *Procesos básicos de manufactura*. p. 127.

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

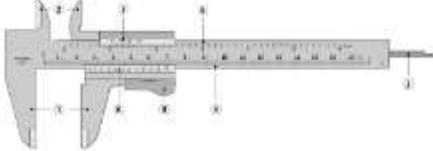
Diámetro del electrodo (in)	Amperes para soldadura plana	Amperes para soldadura vertical y sobre la cabeza
1/16	25-70	---
3/32	60-100	---
1/8	80-150	75-130
5/32	125-225	115-160
3/16	140-240	125-180
1/4	200-350	170-220
5/16	250-500	---
3/8	325-650	---

Fuente: GREGOR, T. *Procesos básicos de manufactura*. p. 131.

Tabla IV. **Herramientas de medición**

Herramienta	Imagen
Cinta métrica: utilizada para medir longitudes en superficies.	
La escuadra: chequea la perpendicularidad de un objeto.	
Fluxómetro: mide distancias.	
Gramil: traza piezas de metal.	

Continuación de la tabla IV.

<b>Herramienta</b>	<b>Imagen</b>
Micrómetro: mide dimensiones pequeñas en objetos.	
Nivel: evalúa la horizontalidad o verticalidad de un elemento.	
Pie de rey: mide dimensiones de objetos pequeños.	
Regla graduada.	

Fuente: elaboración propia.

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

Figura 14. **Manómetro**



Fuente: AMSTEAD, B.; BEGEMAN, M. *Procesos de manufactura*. p. 75.

Un compresor se utiliza para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, como gases y vapores. En la siguiente figura se presenta un compresor de aire.

Figura 15. **Compresor**



Fuente: AMSTEAD, B.; BEGEMAN, M. *Procesos de manufactura*. p. 77.

La prensa hidráulica es empleada para comprimir piezas de metal.

Figura 16. **Prensa hidráulica**



Fuente: AMSTEAD, B.; BEGEMAN, M. *Procesos de manufactura*. p. 77.

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 17. **Cortadora industrial**



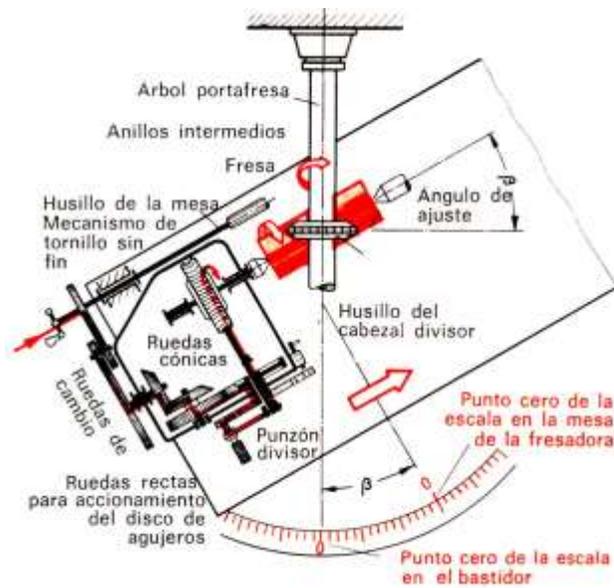
Fuente: *Cortadora industrial*.

[https://www.csunitec.com/spanish/cornerdrills/portable\\_nibblers.html](https://www.csunitec.com/spanish/cornerdrills/portable_nibblers.html). Consulta: enero 2019.

### 2.2.4.3. Fresado

En el área de fresadora se desarrollan mecanizados por medio del arranque de viruta, el cual es ejecutado por el movimiento de una rotación de una sección de varios filos de corte.

Figura 18. Fresado de ranuras helicoidales



Fuente: KALPAKJIAN, S.; SCHMID, S. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. p. 89.

### 2.2.5. Procesos

El torneado tiene varias etapas:

- Tiempo de carga y descarga: este proceso radica en la adherencia de las piezas que se trabajarán en el torno. La duración es variable en función del peso, tamaño y varias características más de la pieza.

- Tiempo de corte: las piezas son cortadas de forma tal que se llegue a la especificación requerida.
- Tiempo de sustitución de herramientas: esto se desarrolla al momento de cambiar una herramienta que ya ha excedido su vida útil.

### **2.3. Especificación de los medios de producción**

Se describe las especificaciones de los medios de producción.

#### **2.3.1. Equipos y herramientas**

Equipos y herramientas se consideran los del tipo de manejo de insumos. Estos son de características básicas.

Existen herramientas integrales o enteras, las cuales forjan a la forma requerida en una única sola pieza con un mismo material. Los cabezales son de varios tipos y se tienen con forma hacia la derecha o hacia la izquierda.

#### **2.3.2. Maquinaria**

- Torno de sobremesa ORPI: distancia entre puntos: 500mm, volteo sobre banca: 200mm, volteo de carro: 120mm, diámetro de cabezal: 100/125 mm, peso de barra: 20/32 mm, cono del cabezal: CM3 No./gama de revoluciones: 7/100-1800 rpm, potencia motor: 0,75 CV, avances automáticos: 0, 2 o 4 avances automáticos, según modelo.
- Fresadora universal X6142: mesa de trabajo: 420x1800 mm, ranura T: 3x18x90 mm, Máx. carga sobre la mesa: 800 kg, recorrido longitudinal X: 1280/1250, recorrido transversal Y: 360/350, recorrido vertical Z:

470/450, Máx. ángulo de rotación de la mesa:  $\pm 45^\circ$ , cono de husillo: ISO 50, diámetro de árbol porta fresa 32,50, distancia husillo carnero: 155mm, distancia del centro de la mesa a la guía vertical: 280-650 mm, distancia husillo mesa: 30-500 mm, velocidad de husillo pasos/(r/min): 18 (30-1500), avance longitudinal X pasos/(r/min): 18 (22-1100), avance transversal Y pasos/(r/min): 22-1100, avance vertical Z pasos/(r/min): 8.3-410, avance rápido eje X: 2400, avance rápido eje Y: 2400, avance rápido eje Z: 900, motor (kw): 11, motor de avance (kw): 3, dimensiones: 2522x2262x2047 mm, peso: 5000 kg.

Figura 19. **Proceso industrial**



Fuente: elaboración propia.

Continuación figura 19.



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura el jefe de operaciones brindó una explicación sobre el proceso actual (lo que se describe en este capítulo 2).

Figura 20. **Explicación del proceso industrial**



Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Mantenimiento actual**

Se describe el mantenimiento actual de las máquinas.

### **2.4.1. Correctivo a la maquinaria**

Generalmente el mantenimiento correctivo se realiza cuando las fracciones de los equipos presentan una falla. Es común que puedan presentarse fallas en piezas por falta de lubricación.

En el Taller de Tornos Albarca, S.A. se ejecutan mantenimientos correctivos en todos los equipos, pero no existe un plan de mantenimiento preventivo.

Figura 21. **Mantenimiento de equipo industrial**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.2. En uso a los equipos y herramientas**

El mantenimiento de uso de equipos y herramientas es básico en el Taller de Tornos Albarca, S.A. Se desarrolla una observación diaria en la cual el colaborador operativo implica una revisión visual del funcionamiento de los equipos y herramientas en su ciclo normal de trabajo.

#### **2.5. Costos actuales**

Los costos actuales representan los valores de materiales, la mano de obra y otros valores.

##### **2.5.1. Materiales**

La empresa actualmente tiene únicamente como materia prima barras de acero de varios diámetros, estas barras se pueden comprar por metro, lo que da la posibilidad de realizar varios productos. Se tienen insumos de cobre y aleaciones de metales.

##### **2.5.2. Mano de obra**

Para producir una pieza promedio se necesita de la totalidad del tiempo ordinario de trabajo de un colaborador operativo. Un colaborador operativo gana el salario mínimo Q 2 643,21 mensual, incluyendo la bonificación de ley Q 250,00, por lo tanto, la mano de obra directa mensual es la siguiente:

$$\text{MOD}=1\text{C.O. (Q 2 893,21)}=\text{Q 2 893,21}$$

## **2.6. Análisis de cumplimiento**

Se describen los modelos actuales que se ejecutan en la empresa con base en la información brindada por el departamento de producción.

### **2.6.1. Modelos actuales**

En la actualidad se consideran estándares básicos apegados a las especificaciones de los clientes, los cuales indican en función de sus necesidades. Generalmente se cumple con estándares de acero del ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) y AWS (Sociedad Americana de Soldadura).

Actualmente en el taller no se cuenta con un estándar de calidad genérico, sin embargo, se solicita a los clientes el requerimiento de estándar a cumplir.

### **2.6.2. Componentes que alteran el proceso**

Son varios los componentes que alteran el proceso de fabricación, los cuales destacan el grado de los materiales (acero, cobre, aluminio, hierro), también los insumos de trabajo como electrodos y accesorios de equipos. Adicional a ello están los factores que pueden alterar derivados de la máquina, como lo son la velocidad y avance, así como las condiciones y diseño de la máquina. El refrigerante es otro factor que puede alterar el proceso, el método de sujeción del material y el método de acoplamiento del instrumento de corte.

### **3. PROPUESTA PARA APLICAR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE TENDENCIAS**

#### **3.1. Control estadístico del proceso**

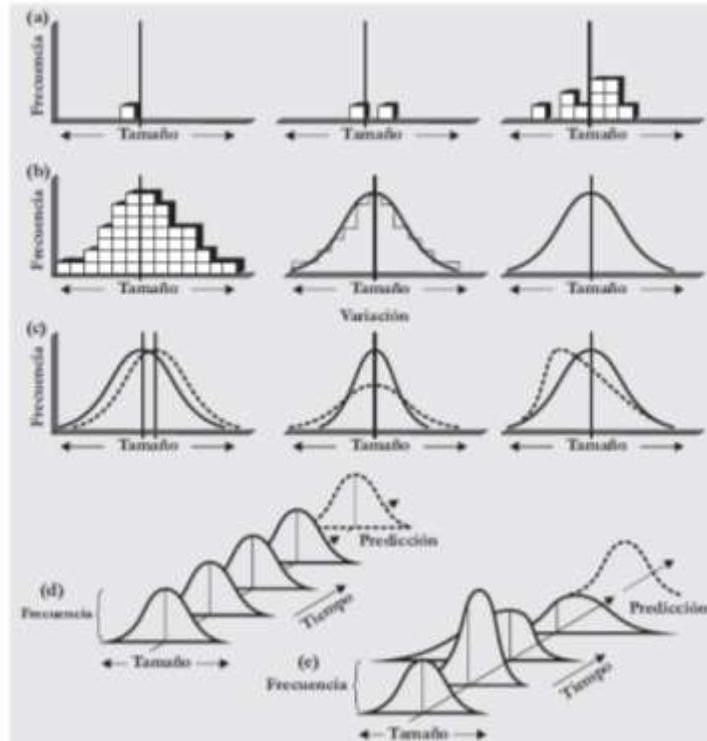
Se describe la comprobación estadística de procesos para la elaboración de productos.

##### **3.1.1. Aplicación**

No hay dos productos o servicios exactamente iguales porque los procesos mediante los cuales se producen incluyen muchas fuentes de variación, incluso cuando dichos procesos se desarrollen de la forma prevista.

Figura 22. **Variaciones naturales y asignables**

*Variaciones naturales y asignables. (a) Las muestras varían de una a otra; (b) pero forman un patrón que, si es estable, es llamado distribución. (c) Las distribuciones pueden diferir en la medida de la tendencia central, variación, forma o cualquier combinación de éstas. (d) Si sólo se presentan causas de variación naturales, la salida del proceso forma una distribución que es estable a través del tiempo y es predecible. (e) Si se presentan causas de variación asignables, la salida de proceso no es estable a través del tiempo y no es predecible.*



Fuente: MONTGOMERY, D. *Introducción al control estadístico de la calidad*. p. 208.

### 3.1.2. Finalidad técnica

Cada uno de los componentes está sujeto a variaciones que realizan hallazgos significativos a la variación de las características de un producto.

### 3.1.3. Fuentes de variación

En el control de proceso existen variaciones según la clasificación que se describe a continuación.

### **3.1.3.1. Variación natural**

La variación natural de un proceso se refiere a las circunstancias de operación y estas se dan de forma ya predeterminada.

### **3.1.3.2. Variación asignable**

La variación asignable se da en un proceso en forma gradual dada la alteración natural del proceso para incurrir en uno nuevo, esto puede causar un desajuste en las condiciones naturales y provocar una desviación del proceso.

### **3.1.3.3. Aplicación del muestreo**

Es el sumario de optar por un conjunto de individuos de una población con el fin de estudiarlos y poder caracterizar el total de la población.

## **3.2. Proceso de inspección**

El proceso de inspección se realizó en el área de producción de productos de acero, se tomó varios lotes de productos con la finalidad de realizar la inspección física y visual e identificar las causas asignables para el control de calidad.

### **3.2.1. Insumos**

El proceso de inspección para los insumos se realiza para establecer la calidad de la materia prima utilizada en el proceso de transformación físico química y alimenticia, para establecer la calidad de los mismos y la inocuidad del producto a fabricar.

### **3.2.2. Proceso**

En el proceso se mide el grado de admisión de la manufactura de un producto para que cumpla con las exigencias técnicas según sea para grado alimenticio, procesos de producción, construcción, medicamento entero u otros.

### **3.2.3. Producto**

La disposición de un producto repercute en la aceptación del cliente, si este no cumple con los requerimientos técnicos según sea el producto, el cliente da su visto bueno final y decide si comprarlo o no. Esto establece que las empresas tengan programas de control de calidad no importando el tipo de mercadería que comercialicen.

## **3.3. Método del control estadístico del proceso**

Precisa los atributos de un producto o servicio para juzgar si la calidad es aceptable. Este método permite a los inspectores de calidad tomar una simple decisión de sí o no, acerca de qué producto o servicio cumple con las especificaciones. Los atributos se emplean cuando las especificaciones de calidad son complejas y la comprobación por medio de variables resulta dificultosa o costosa.

### **3.3.1. Elemental**

El control estándar en la evaluación de un producto se basa en evaluaciones técnicas con base en parámetros ya establecidos según sea el tipo de producto a fabricar, como ensayos de laboratorio, pruebas de resistencia, dureza, pruebas microbiológicas, entre otros.

### **3.3.2. Intermedio**

En un análisis más completo del producto a comercializar se efectúan pruebas de campo, así como pruebas de laboratorio para establecer parámetros de variación en diferentes condiciones fisicoquímicas en las que hay reacción del producto evaluado, esto para determinar si es capaz de adaptarse al medio natural.

### **3.3.3. Avanzado**

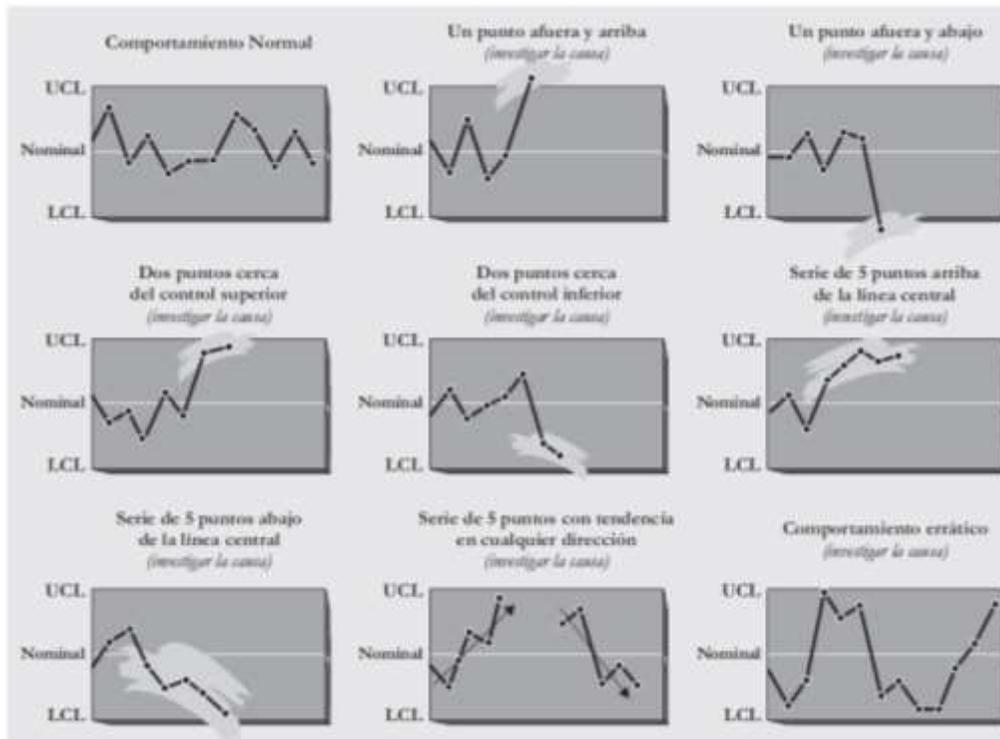
Una prueba más completa se efectúa a través de estudios de laboratorio y comparación con patrones establecidos, como por ejemplo en el caso de los materiales de construcción, estos deben tener resiliencia, resistencia, dureza, elasticidad, según para lo cual fueron construidos y la función que realizan.

## **3.4. Gráficos de control**

Es una herramienta estadística que concede la opción de evaluar un proceso en el cual se establece si cumple con los valores establecidos de aceptación. Se identifica el límite de control central, el cual instaura la media de la medición de las variables, si los resultados están fuera de ese valor se interpreta que no están bajo control estadístico y hay causas asignables que hacen que el proceso tergiverse.

Los límites de control se usan para determinar si es necesario emprender alguna acción, el valor más grande representa el acotamiento superior (LCS) y el más pequeño el límite de control inferior (LCI).

Figura 23. **Procesos que denotan situaciones anormales**



Fuente: MONTGOMERY, D. *Introducción al control estadístico de la calidad*. p. 256.

### 3.4.1. Por atributos

Se presentan el procedimiento y definición de los gráficos por atributos.

Procedimiento para elaboración de gráfico p:

- El primer paso del procedimiento consiste en definir para qué se utilizará la gráfica de control. Una gráfica p puede servir para fiscalizar la proporción de no conformidad de una característica. Lo anterior permitirá definir la jerarquía de uso, de manera que todas las inspecciones aplicables a una sola característica de la calidad proporcionen también

datos de utilidad en otras gráficas p, en donde intervienen grupos de características, parte o productos.

- Por lo tanto, antes que se defina el tamaño del subgrupo habrá que efectuar algunas observaciones preliminares a fin de darse una idea aproximada de la proporción de no conformidad, así como evaluar la cantidad promedio de unidades no conformes mediante las que se podrá obtener una buena representación gráfica. Como punto de partida se sugiere utilizar un tamaño mínimo de subgrupo 50. Las auditorías son hechas por lo regular en un laboratorio, la observación directamente en la línea de producción aporta retroalimentación inmediata para acciones correctivas.
- Recopilar los datos suficientes, que pueden obtenerse de los registros históricos. La proporción de no conformidad de cada subgrupo se calcula mediante la fórmula  $p = \frac{np}{n}$ .
- Calcular la línea central de los límites de control de ensayo. La fórmula para calcular los límites de control de ensayo es la siguiente:

$$LCS = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$\bar{p}$  = proporción promedio de no conformidad

$n$  = cantidad inspeccionada

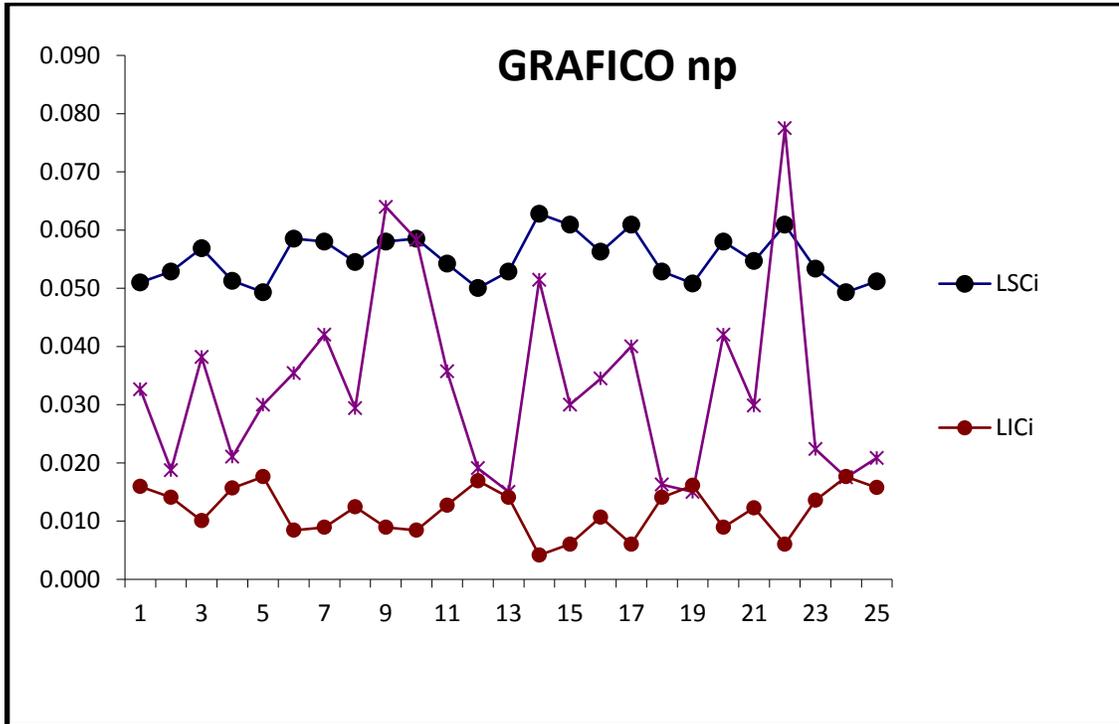
- La proporción promedio de no conformidad,  $\bar{p}$ , es la línea central y se obtiene a partir de la fórmula  $\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$ .

Tabla V. **Gráfico P**

	Unidades examinadas	Unidades defectuosas	Fración defectuosos			
<b>Muestra</b>	<b><i>ni</i></b>	<b><i>np</i></b>	<b><i>p</i></b>	<b>LSCi</b>	<b>LC</b>	<b>LICi</b>
1	980	32	0,033	0,051	0,033	0,016
2	800	15	0,019	0,053	0,019	0,014
3	550	21	0,038	0,057	0,038	0,010
4	950	20	0,021	0,051	0,021	0,016
5	1200	36	0,030	0,049	0,030	0,018
6	480	17	0,035	0,059	0,035	0,008
7	500	21	0,042	0,058	0,042	0,009
8	680	20	0,029	0,055	0,029	0,012
9	500	32	0,064	0,058	0,064	0,009
10	480	28	0,058	0,059	0,058	0,008
11	700	25	0,036	0,054	0,036	0,013
12	1100	21	0,019	0,050	0,019	0,017
13	800	12	0,015	0,053	0,015	0,014
14	350	18	0,051	0,063	0,051	0,004
15	400	12	0,030	0,061	0,030	0,006
16	580	20	0,034	0,056	0,034	0,011
17	400	16	0,040	0,061	0,040	0,006
18	800	13	0,016	0,053	0,016	0,014
19	1000	15	0,015	0,051	0,015	0,016
20	500	21	0,042	0,058	0,042	0,009
21	670	20	0,030	0,055	0,030	0,012
22	400	31	0,078	0,061	0,078	0,006
23	760	17	0,022	0,053	0,022	0,014
24	1200	21	0,018	0,049	0,018	0,018
25	960	20	0,021	0,051	0,021	0,016

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Gráfico P



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se observa el proceso no tiene dominio estadístico, las causas asignables son el desorden en el área de producción, reproceso de piezas, mal calibración de los equipos y estrés térmico por falta de ventilación, lo cual provoca fatiga y desconcentración en el operario.

- Procedimiento para elaboración de gráfico np

Recopilar los datos suficientes, que pueden obtenerse de los registros históricos. La proporción de no conformidad de cada subgrupo se calcula

mediante la fórmula  $p = \frac{np}{p}$ .

Calcular la línea central de los límites de control de ensayo. La fórmula para calcular los límites de control de ensayo es la siguiente:

$$LCS = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$$

$$LCI = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$$

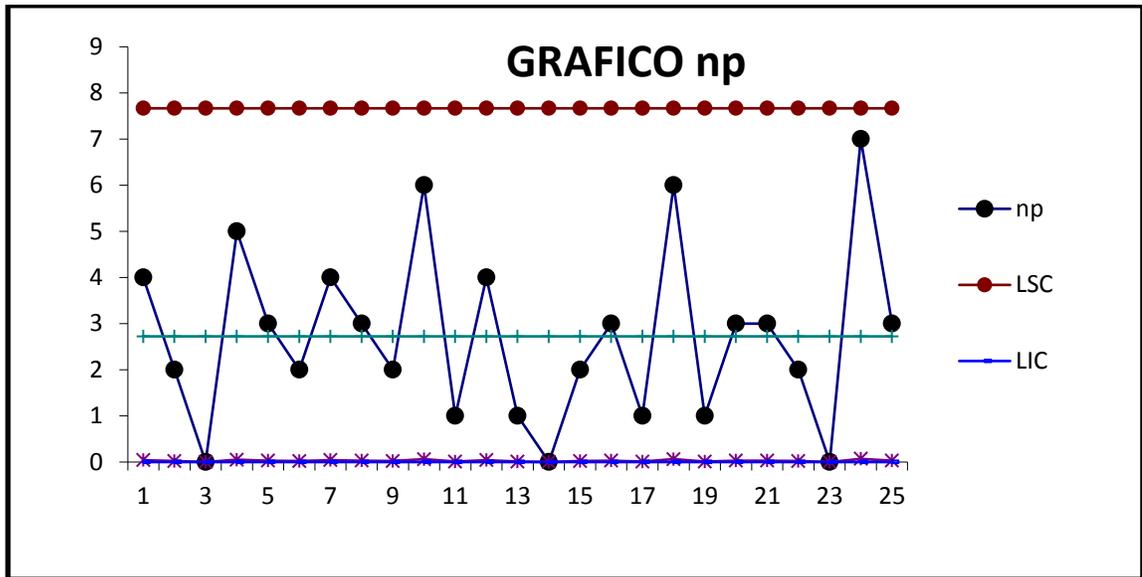
$\bar{p}$  = proporción promedio de no conformidad  
 $n$  = cantidad inspeccionada

Tabla VI. Gráfico NP

Muestra	$n$	$np$	$p$	LSC	LC	LIC
1	100	4	0,04	7,668	2,720	0,000
2	100	2	0,02	7,668	2,720	0,000
3	100	0	0,00	7,668	2,720	0,000
4	100	5	0,05	7,668	2,720	0,000
5	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000
6	100	2	0,02	7,668	2,720	0,000
7	100	4	0,04	7,668	2,720	0,000
8	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000
9	100	2	0,02	7,668	2,720	0,000
10	100	6	0,06	7,668	2,720	0,000
11	100	1	0,01	7,668	2,720	0,000
12	100	4	0,04	7,668	2,720	0,000
13	100	1	0,01	7,668	2,720	0,000
14	100	0	0,00	7,668	2,720	0,000
15	100	2	0,02	7,668	2,720	0,000
16	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000
17	100	1	0,01	7,668	2,720	0,000
18	100	6	0,06	7,668	2,720	0,000
19	100	1	0,01	7,668	2,720	0,000
20	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000
21	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000
22	100	2	0,02	7,668	2,720	0,000
23	100	0	0,00	7,668	2,720	0,000
24	100	7	0,07	7,668	2,720	0,000
25	100	3	0,03	7,668	2,720	0,000

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Gráfico NP



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se observa, el proceso no está bajo control estadístico. Las causas asignables son el desorden en el área de producción, reproceso de piezas, mal calibración de los equipos y estrés térmico por falta de ventilación, lo cual provoca fatiga y desconcentración en el operario.

- Procedimiento para elaboración de gráfico c

Elaborar el plan de muestreo (tamaño de muestra, frecuencia de muestreo y número de muestras).

a) Se debe tomar una muestra de tamaño grande para que haya contrariedad en la relación de los datos y se ejemplifique que no están bajo control estadístico.

- b) La asiduidad de muestreo será la adecuada para revelar los cambios y permitir una realimentación eficaz.
- c) El período de colección de muestras debe ser lo suficientemente extenso como para almacenar todas las posibles causas internas de variación.
- d) Calcular la media de disconformidades del proceso  $\bar{c}$ .

$$\bar{c} = (c_1 + \dots + c_N) / N$$

$c_i$  = número de disconformidades de la muestra  $i$

$N$  = número de muestras

Calcular el Límite de Control Superior (LCS) y el Límite de Control Inferior según la fórmula:

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$Línea\ Central = \bar{c}$$

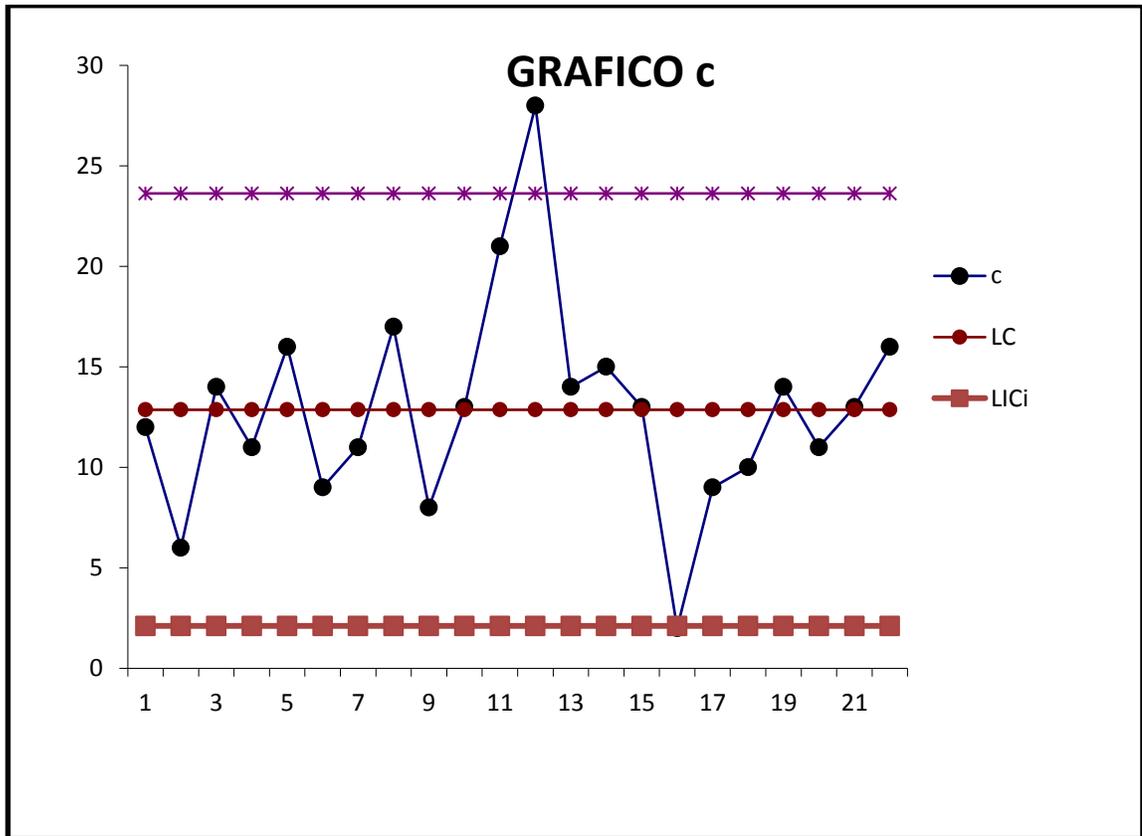
$$LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Tabla VII. **Gráfico C**

Muestra	$c$	LSC $i$	LC	LIC $i$
1	12	23,623	12,864	2,104
2	6	23,623	12,864	2,104
3	14	23,623	12,864	2,104
4	11	23,623	12,864	2,104
5	16	23,623	12,864	2,104
6	9	23,623	12,864	2,104
7	11	23,623	12,864	2,104
8	17	23,623	12,864	2,104
9	8	23,623	12,864	2,104
10	13	23,623	12,864	2,104
11	21	23,623	12,864	2,104
12	28	23,623	12,864	2,104
13	14	23,623	12,864	2,104
14	15	23,623	12,864	2,104
15	13	23,623	12,864	2,104
16	2	23,623	12,864	2,104
17	9	23,623	12,864	2,104
18	10	23,623	12,864	2,104
19	14	23,623	12,864	2,104
20	11	23,623	12,864	2,104
21	13	23,623	12,864	2,104
22	16	23,623	12,864	2,104

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Gráfico C



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se observa, el proceso no está bajo control estadístico, las causas asignables son el desorden en el área de producción, reproceso de piezas, mal calibración de los equipos y estrés térmico por falta de ventilación, lo cual provoca fatiga y desconcentración en el operario.

### 3.4.2. Por variables

Los gráficos de control por variables calculan las tipologías de calidad de un producto, el tamaño de la muestra es menor para los gráficos por variables

que para los gráficos por atributos y además un gráfico por variables ayuda a localizar dónde se encuentra la falla del proceso.

- Elaboración de gráfico de media y rango

Consiste en reunir los datos. Se puede comisionar a un técnico para que se encargue de reunir los datos, como parte de sus tareas normales. El técnico deberá entregar resultado de sus informes al supervisor. Es necesario reunir un mínimo de 25 subgrupos de datos. Una cantidad menor no ofrecería la cantidad necesaria de datos que permita el cálculo exacto de los límites de control, una cantidad mayor demoraría la obtención de la gráfica de control. Ahora debe calcularse los límites de control de ensayo por medio de las siguientes fórmulas:

- Calcular el Límite de Control Superior (LCS) y el Límite de Control Inferior (LCI).

$$LCI: X + A_2 R$$
$$LCS = X - A_2 R$$

El valor  $A$  se obtiene de la tabla de constantes. Para el gráfico de rangos se debe calcular el Límite de Control Superior (LCS) y el Límite de Control Inferior:

$$(LCI).$$
$$LCI = D_4 R$$
$$LCS = D_4 R$$

Tabla VIII. **Tabla de constantes**

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Fuente: FEIGENBAUM, A.V. *Control total de la calidad. Ingeniería y administración.* p. 138.

Tabla IX. **Gráfico XR**

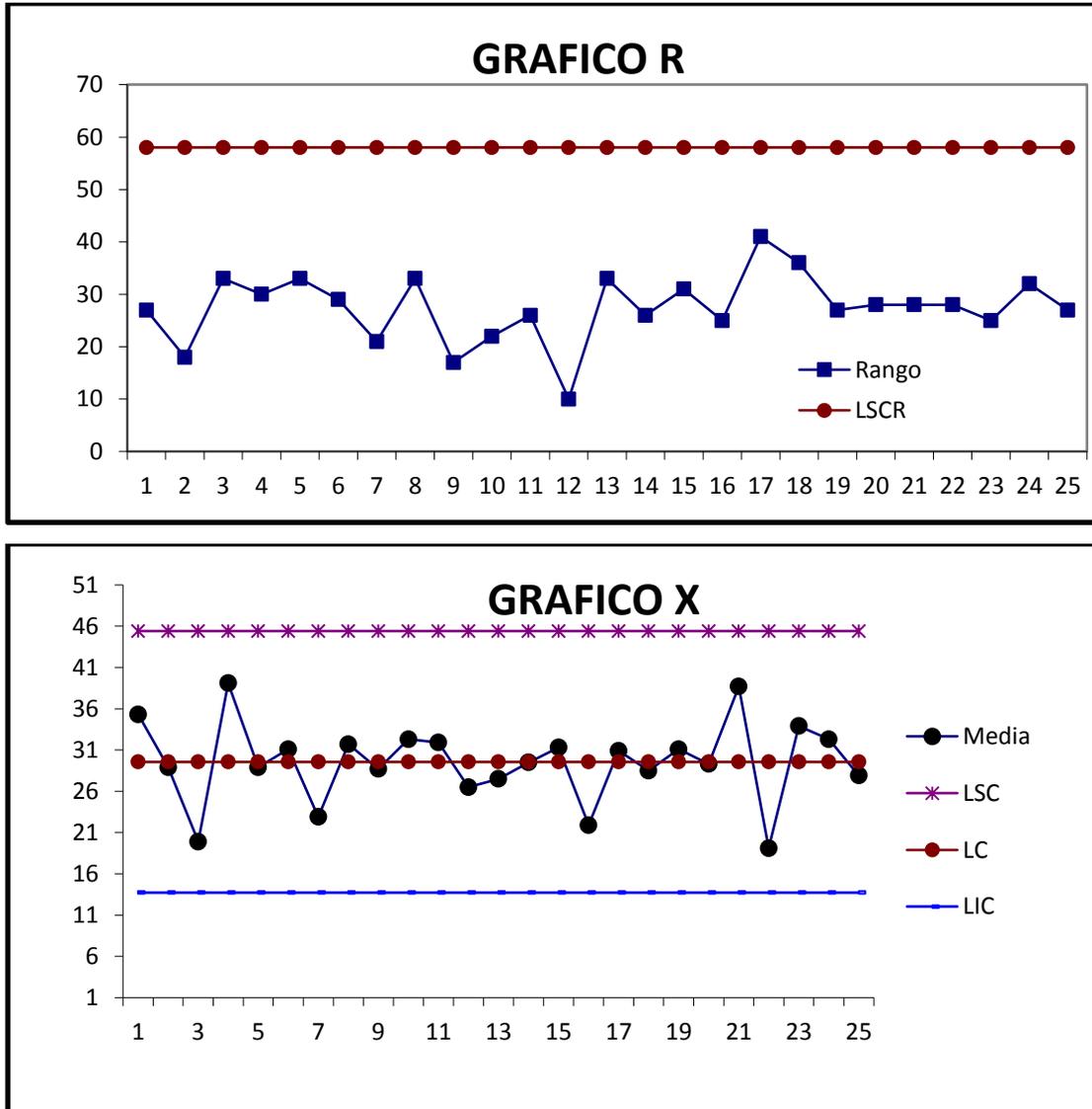
Tiempo promedio en minutos de elaborar una pieza de acero.

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	47	32	44	35	20
2	19	37	31	25	34
3	19	11	16	11	44
4	29	29	42	59	38
5	28	12	45	36	25
6	40	35	11	38	33
7	15	30	12	33	26
8	35	44	32	11	38
9	27	37	26	20	35
10	23	45	26	37	32
11	28	44	40	31	18
12	31	25	24	32	22
13	22	37	19	47	14
14	37	32	12	38	30
15	25	40	24	50	19
16	7	31	23	18	32
17	38	0	41	40	37
18	35	12	29	48	20
19	31	20	35	24	47
20	12	27	38	40	31
21	52	42	52	24	25
22	20	31	15	3	28
23	29	47	41	32	22
24	28	27	22	32	54
25	42	34	15	29	21

<b>LSC</b>	<b>LC</b>	<b>LIC</b>	<b>LSCR</b>	<b>LICR</b>
45,697	29,864	14,031	58,008	0,000

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Gráfico XR



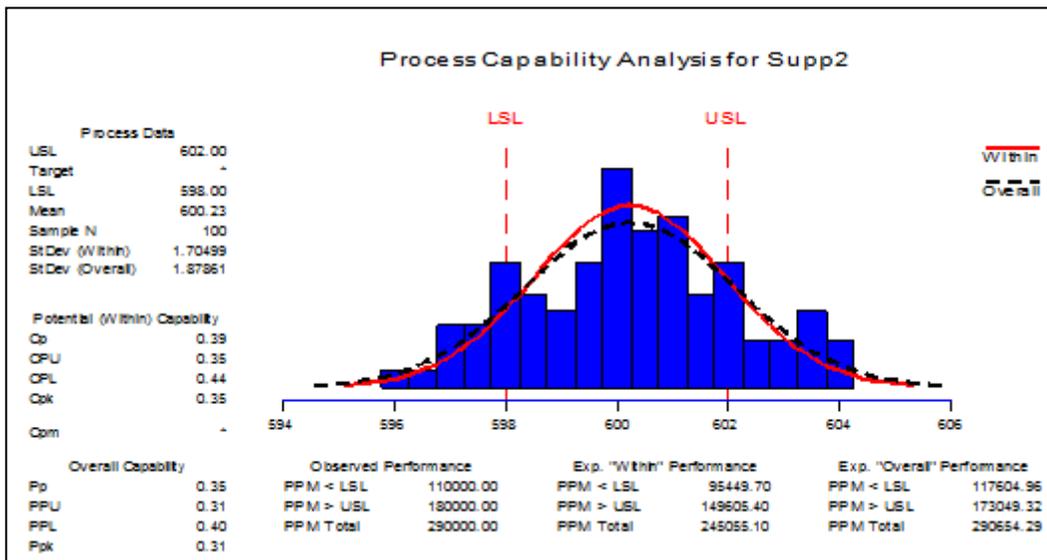
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Se observa que el proceso tiene poca variación en el tiempo de fabricación.

### 3.5. Capacidad de proceso

La capacidad de un proceso se hace con el gráfico X y R y se ha logrado obtener la mejora óptima de la calidad sin hacer una considerable inversión en equipo nuevo o en adaptación de este. La capacidad del proceso es igual a  $6\sigma$  cuando el proceso está bajo control estadístico.

Figura 28. Capacidad del proceso



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se observa, el proceso no está bajo control estadístico.

#### 3.5.1. Índices de producción

Se utilizan para calcular el desempeño de una línea de producción para establecer si su productividad va en aumento, y si se administran bien los

recursos como materia prima, horas de trabajo, tareas de mantenimiento y pruebas de control de calidad.

### **3.5.2. Variabilidad**

La competencia de un proceso no se puede calcular sino hasta que las gráficas por variables estén realizadas y determinen que el proceso está bajo registro estadístico.

#### **3.5.2.1. Corto plazo**

La variación es un patrón natural en el cual un punto no está en la franja de control, se estima que la probabilidad de que esto pase es suficientemente baja (inferior al 0.3 %).

#### **3.5.2.2. Largo plazo**

Que dos o tres puntos consecutivos están fuera de la zona de control tiene una probabilidad de 0.0625 %.

#### **3.5.2.3. Potencialidad del proceso**

Cuando quince puntos consecutivos en la zona de control están con variación implica una mejora de la precisión y una menor desviación estándar asociada, y se tendría que volver a recalcular los límites de aviso y de control.

### **3.6. Estudio de capacidad de procesos**

Se realizan los siguientes pasos:

### **3.6.1. Factores que afectan al proceso**

Existen diferentes factores que afectan el proceso de producción de un producto.

#### **3.6.1.1. Factores físicos de materiales**

Los factores físicos del material tienen relación directa con la forma en que fueron elaborados, en estos se presentan fallas técnicas en la composición física o química, según sea el producto.

#### **3.6.1.2. Factores tecnológicos de equipos**

Una mala calibración de un equipo puede provocar que se arruine toda una producción, por lo cual los factores tecnológicos corresponden a las condiciones de operación de las máquinas y equipos en un plan de producción, con base en la falta de un régimen de mantenimiento.

### **3.6.2. Estratificación de medidas a tomar**

Con base en el análisis de la variación de proceso se deben tomar medidas correctivas o preventivas según sea el caso.

### **3.6.3. Estabilización del proceso**

Se refiere a que se tenga una estabilidad al tener un proceso bajo los parámetros establecido o designados por medias técnicas.

#### **3.6.4. Toma de datos**

Se recolectan los datos a analizar mediante hojas de control, reportes de producción, entre otros. Se debe tener un orden para el registro para que al momento de evaluar la capacidad del proceso no se deje de considerar cualquier registro que altere el resultado final.

#### **3.6.5. Identificación del patrón de variabilidad**

La variabilidad de un proceso se determina para establecer las causas asignables que generan discontinuidad en la línea de la media establecida de los datos técnicos de un producto.

#### **3.6.6. Análisis e interpretación de los datos**

En relación a la evaluación y comparación de datos obtenidos en un estudio se determinan las medidas correctivas, estas pueden ser como una reestructuración del sistema de muestreo y calidad.

#### **3.6.7. Construcción de un intervalo de confianza de los índices**

Al contar con una variable aleatoria y realizar los cálculos de los datos muestrales se debe tener un intervalo de confianza para apreciar la contradicción de los resultados obtenidos.

### **3.7. Diagrama de flujo**

Puntualiza de forma gráfica la secuencia de actividades a realizar para la manufacturación de un producto.

#### **3.7.1. Formulación**

Es la descripción gráfica precisa de las acciones que se realizan, tiempo estipulado, herramientas, insumo, materia prima que se incorpora en cada fase.

#### **3.7.2. Análisis**

Resume el ciclo del proceso por medio de la explicación de los tiempos de operaciones, materia prima e insumos requeridos.

#### **3.7.3. Solución**

Plasma el plano de la ubicación de las máquinas, herramientas, estaciones de trabajo y secuencia de actividades.

Tabla X. **Simbología**

Actividad	Símbolo
<b>Operación</b>	
<b>Transporte</b>	
<b>Requisa</b>	
<b>Demora</b>	
<b>Almacenaje</b>	

Fuente: elaboración propia.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Implantación del SPC (Sistema de Planificación por Competencias)**

Se describen las operaciones que realiza la empresa en función de la recepción de materia prima y la transformación de productos en la actualidad, con la intención de entender las operaciones de cada área y promover la optimización de estas. Es importante comprender que la gestión de operaciones es aquella que administra adecuadamente todas las operaciones en los distintos procesos de la empresa bajo un sistema ordenado y optimizado, que permite crear ventajas competitivas, prontitud, puntualidad, satisfacción de cliente interno y externo, optimización de recursos, personal y sobre todo minimizar y controlar los costos de operación y distribución. La gestión de operaciones tiene jerarquía en la empresa, ya que esta toma el control de todos los procedimientos y acata estandarización de procesos.

#### **4.1.1. Preparación y selección del proceso piloto**

Como plan piloto se toma como crónica el ingreso de materia prima a la empresa, dado que se debe tener un control del proceso de compras debido a que si el material es de mala calidad no se podrá trabajar en el área de metal mecánica y, por ende, representaría una pérdida para la empresa.

El procedimiento tiene como objetivo detallar las actividades de compra de materiales.

- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia.
  
- Glosario
  - Procedimiento: narra las actividades a realizar.
  - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin de evitar o reducir la aplicación de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.
  - Referencias: propietario del proceso: departamento de compras.
  - Políticas: es el jefe de compras el responsable directo de revisar este documento de forma periódica a efecto de actualizar cuando sea necesario.

Los procedimientos deben ser de acceso al personal. El incumplimiento, por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la organización. Toda innovación deberá ser aprobada por el gerente administrativo

- Descripción
  - Se hace un memorial con base en un reporte de inventario.
  - Se efectúa la orden de compra por parte del departamento de compra.
  - Se determina el plazo para el pago al crédito con el proveedor.
  - Se recibe la factura del proveedor de la mercancía, adquirida por la empresa.
  - Se recibe la mercancía, según factura.

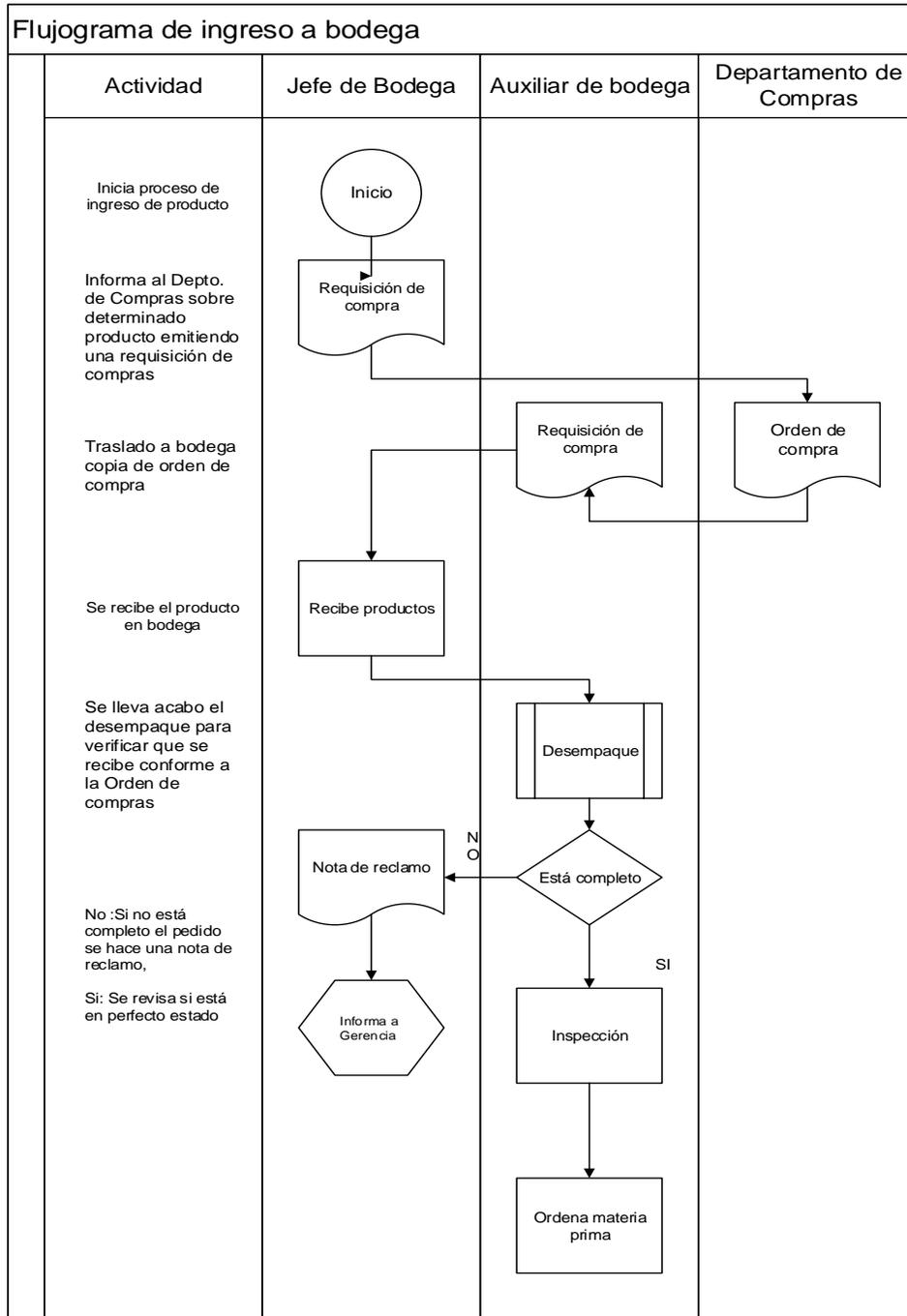
- Se revisa la mercancía a fin de constatar que cumple con las especificaciones de la factura (cantidad, fecha de vencimiento y artículos en buen estado) por parte de control de calidad, si presenta fallas se informan a gerencia.
- Se ordena el producto requerido en los estantes del almacén.

Tabla XI. **Aprobación del proceso de compra**

Título del procedimiento: Proceso de compras		Departamento: compras	Procedimiento No. CP 1.0	
Aprobaciones		Autorizaciones		
Función y/o Cargo	Firma	Función y/o Cargo	Firma	
Gerente administrativo		Gerente general		
Jefe de compras				
Copia No.	Asignada a:			
1	Gerente general			
2	Gerente administrativo			
3	Jefe de compras			

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de ingreso a bodega actual

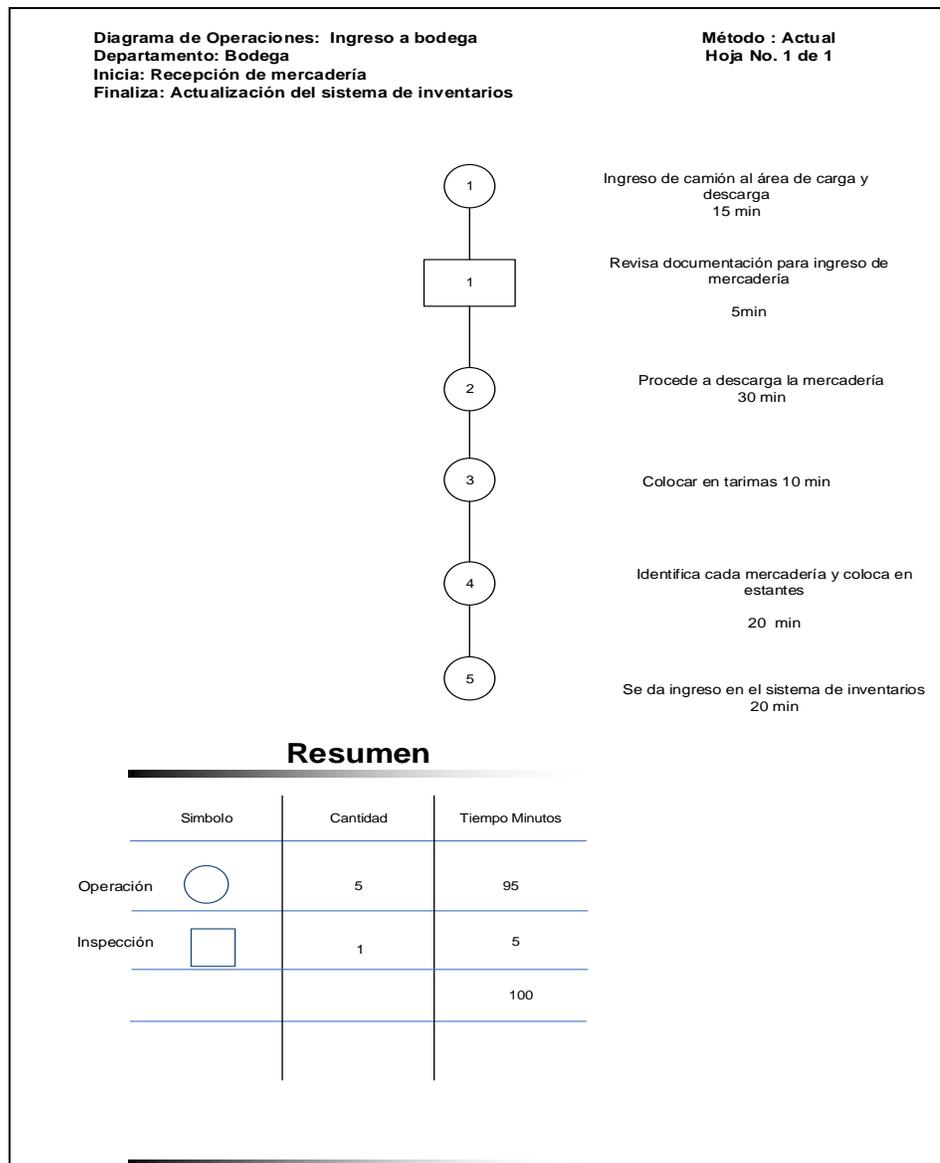


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 4.1.1.1. Diagrama de operaciones

Diagrama de ingreso a bodega, el cual fue diseñado con base en el estudio que se realizó en la empresa y la entrevista con el jefe de bodega.

Figura 30. Ingreso a bodega actual



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

#### **4.1.1.2. Procesos críticos**

Dentro de los procesos críticos de la recepción de materia prima está que en el momento que ingresa un proveedor solo se cuenta con el jefe de bodega y tres operaciones, las cuales no se dan abasto en poder atender si se encuentran en espera más proveedores. Se debe tener un encargado de la recepción de materiales en conjunto con un equipo auxiliar que le permita atender a dos o tres proveedores simultáneamente y estar clasificando cada pedido.

#### **4.1.1.3. Planificación de la formación del personal SPC**

El personal asignado a bodega deberá ser capacitado en términos de manejo de inventarios, equipo de bodega, manejo de montacargas y uso de equipo tecnológico para escanear productos.

#### **4.1.2. Implantación del gráfico de control piloto**

El tipo de gráfico será el gráfico  $p$ , el cual muestra el total de no conformidades por el número total de unidades muestreadas.

#### **4.1.2.1. Definición de la característica de calidad a controlar**

Las características a controlar serán los electrodos, hierro negro, acero estructural, vigas de hierro, cobre y estaño, están en buenas condiciones, en este caso si son nuevos.

#### **4.1.2.2. Gráfico a utilizar**

Los atributos son cualidades que no se pueden medir y, cuando esto si es posible, no se puede hacer en la producción por la velocidad de las máquinas. Para graficar las cualidades de calidad en el producto terminado se utilizará el gráfico  $p$ .

#### **4.1.2.3. Procedimiento de toma de muestras**

El primer paso del procedimiento consiste en definir para qué se utilizará la gráfica de control. Una gráfica  $p$  puede servir para controlar la proporción de no conformidad de una sola característica de la calidad, un grupo de características de la calidad, solo una parte de ellas, un producto completo o una cantidad determinada de productos. Lo anterior permitirá definir la jerarquía de uso, de manera que todas las inspecciones aplicables a una sola característica de la calidad proporcionen también datos de utilidad en otras gráficas  $p$ , en donde intervienen grupos de características, parte o productos.

#### **4.1.2.4. Tamaño de muestra**

La proporción de no conformidad,  $p$ , de 0,001 y un tamaño de subgrupo,  $n$ , de mil unidades se podrá obtener una buena gráfica, ya que una buena cantidad de valores, representados en la gráfica, sería cero.

#### **4.1.2.5. Periodicidad de toma de muestra**

La toma de muestra se realizará en la recepción de cada lote pedido al proveedor.

#### 4.1.2.6. Procedimiento de medición y equipo

Por lo tanto, antes que se defina el tamaño del subgrupo habrá que efectuar algunas observaciones preliminares a fin de darse una idea de la simetría de no conformidad, así como evaluar la cantidad promedio de unidades no conformes mediante las que se podrá obtener una buena representación gráfica. Como punto de partida se sugiere utilizar un tamaño mínimo de subgrupo 50.

- Recopilar los datos suficientes, que pueden obtenerse de los registros históricos. La proporción de no conformidad de cada subgrupo se calcula mediante la fórmula  $p = \frac{np}{p}$ .

#### 4.1.2.7. Sistema de datos

Se debe calcular la línea central de los límites de control de ensayo. La fórmula para calcular los límites de control de ensayo es la siguiente:

$$LCS = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$\bar{p}$  = proporción promedio de no conformidad

$n$  = cantidad inspeccionada

#### 4.1.2.8. Puesta en marcha del gráfico

El gráfico será utilizado en el muestreo de cada pedido de materia prima.

#### 4.1.2.9. Eliminación de causas asignables

La eliminación de las causas asignables será para establecer parámetros para la recepción de materia prima.

#### 4.1.3. Análisis de los resultados

La proporción promedio de no conformidad,  $\bar{p}$ , es la línea central y se obtiene a partir de la fórmula  $\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$ . El cálculo del límite de control inferior, si da un resultado menor que cero, no es sino un resultado teórico, es imposible que una proporción de no conformidad sea menor que cero, por lo tanto, el valor del límite de control inferior se cambia a cero.

Tabla XII. Unidades defectuosas por pedido

No. de pedido	Unidades defectuosas	Fracción defectuosa
1	16	0,016
2	20	0,02
3	15	0,015
4	21	0,021
5	18	0,018
6	15	0,015
7	20	0,02
8	22	0,022

Fuente: elaboración propia.

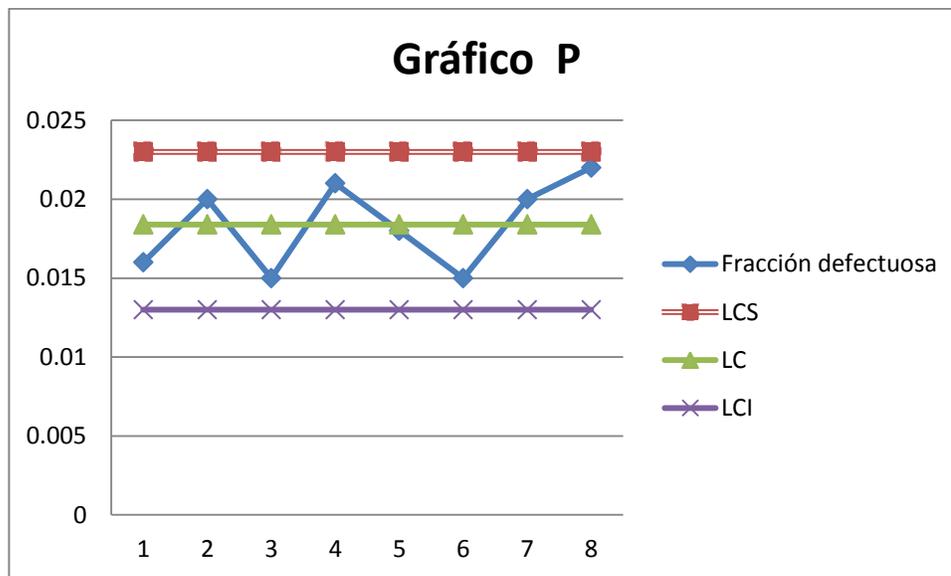
$$\bar{P} = \frac{147}{8000} = 0,0184$$

$$LCS = 0,0184 + 3\sqrt{0,0184(1-0,0184)/8000} = 0,023$$

$$\text{Línea Central} = 0,0184$$

$$LCI = 0,0184 - 3\sqrt{0,0184(1-0,0184)/8000} = 0,013$$

Figura 31. **Gráfico P de control en materia prima**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

#### 4.1.4. Extensión a otros procesos

Durante estas pruebas que se realizaron se tabularon varios datos, los cuales están en condición de aceptación para aprobar dicho lote de producción o de lo contrario rechazarlo.

#### **4.1.4.1. Evaluación de resultados**

Debe asentarse tres subsistemas que son control de calidad en la recepción de materia prima, control de calidad en el proceso de producción y control de calidad en la entrega de producto terminado. Hacer ensayos de muestreo en los materiales es muy importante si se desea obtener un producto de calidad.

#### **4.1.4.2. Programa de mejora**

En cada solicitud de materia prima al proveedor se debe hacer saber que la empresa realiza pruebas de control en la recepción de pedidos y hace devoluciones si no se cumple con los estándares de calidad.

### **4.2. Entes encargados**

Se hace una descripción de los entes encargados del proceso de forma directa e indirecta y su forma de actuar ante la propuesta de mejora.

#### **4.2.1. Área de bodega**

Debe tenerse áreas de almacenamiento dentro de la misma y contar con una zona para carga y descarga de mercadería, otra zona está destinada a colocar la mercadería que se envía a los clientes, en otra zona se colocan los materiales que son resguardados para su comercialización, colocando las cajas más pesadas en las áreas de debajo de las estanterías. Se identifican para su fácil espacio y toma de inventarios.

#### 4.2.2. Área de producción

El área de producción debe tener áreas destinadas a colocar de forma transitoria la materia prima, como se va utilizando esta área queda despejada para colocar materia prima para la fabricación de otro pedido.

#### 4.2.3. Área de finanzas

Durante el proceso de compra la responsabilidad de la decisión de la selección de un proveedor se concentra en cuatro tipos de equipos de ejecutivos: los usuarios finales del bien o producto, los ejecutivos de compra, una combinación de ambos y solo la gerencia.

Tabla XIII. Estado integral de costo

Trabajo En Proceso		2.000,00	1.000,00
Producción Terminada		12.500,00	15.000,00
Materiales Directos Utilizados	25.000,00		
Mano De Obra Directa	3.150,00		
Costos Indirectos De Fabricación	1.893,00		
Gastos De Administración	2.600,00		
Gastos De Ventas	1.400,00		
La Empresa Espera Obtener 20% De Utilidades Sobre El Costo Total.			

Continuación de la tabla XIII

<b>ESTADO INTEGRAL DE COSTOS</b>	
Material directo	25.000,00
Mano de obra directa	3.150,00
Costos indirectos de Fabricación	<u>1.893,00</u>
<b>Costo de producción del período</b>	<b>30.043,00</b>
(+) <u>Invent.</u> Inicial de trabajo en proceso	<u>2.000,00</u>
<b>= Costo de producción acumulada</b>	<b>32.043,00</b>
(-) <u>Invent.</u> Final de trabajo en proceso	<u>1.000,00</u>
<b>= Costo de producción terminada</b>	<b>31.043,00</b>
(+) <u>Invent.</u> Inicial de mercancías terminadas	<u>12.500,00</u>
<b>= Costo de producción disponible para la venta</b>	<b>43.543,00</b>
(-) <u>Invent.</u> Final de mercancías terminadas	<u>15.000,00</u>
<b>= Costo de producción terminada y vendida</b>	<b>28.543,00</b>
(+) costos de distribución	4.000,00
Gastos De	
Administración	2.600,00
Gastos De Ventas	<u>1.400,00</u>
<b>= Costo total</b>	<b>32.543,00</b>
(+) <u>Utilidad</u>	<u>6.508,60</u>
<b>= Valor Venta</b>	<b>39.051,60</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.4. Área de gestión de procesos

Lo básico es encontrar y conservar buenos proveedores a través del tiempo. Muchas de las cualidades incluídas arriba provocan incrementos en costos de proveedores en el corto plazo. Para que le favorezca al proveedor asumir estos costos, será necesario que se asegure que en el futuro habrá de obtener el beneficio de un mayor volumen de ventas. La mayor recompensa que se puede brindar a un cliente es asegurar que seguirá comprando a ese mismo proveedor, pues desea corresponder a las atenciones de este.

No es suficiente enumerar los factores a considerar para evaluar a los proveedores para adoptar una disposición de compra. La medida más

importante para evaluar el servicio de un proveedor es de ordinario el registro de su desempeño en las transacciones anteriores. El estándar de su desempeño real es tangible y concreto, en tanto que los otros criterios miden el desempeño por inferencia y con frecuencia muy inciertamente.

Se tomaron datos proporcionados por la gerencia referentes a los proveedores. Se nombran a,b,c, para identificarlos dados las medidas de confiabilidad .

- Método del punto ponderado: tiene juicio cuantitativo de evaluación. Se puede incluir cualquier número de factores de evaluación.

Tabla XIV. **Sistema de calificación**

<b>Factor</b>	<b>Ponderación (puntos)</b>
Calidad	40
Fecha de entrega	30
Sugerencia de reducción de costos	20
Precio monetarios	10

Fuente: elaboración propia.

Basándose en las cifras de desempeño posible, se puede realizar una evaluación como se muestra en las tablas de esta página y la siguiente.

Los rangos aceptables e inaceptables, el ejecutivo de compras los podrá determinar de forma lógica. Por ejemplo, excelente puede ser de 85 puntos en adelante; aceptable para un rango entre 70 y 84; inaceptables serán 69 puntos o menos. Entre las ventajas de la presente evaluación se encuentra el hecho de

que se puede incluir cierta cantidad de factores de evaluación y se les puede asignar ponderaciones o pesos relativos que correspondan a las necesidades de la empresa. Se minimiza la evaluación subjetiva.

Tabla XV. **Evaluación de calidad**

<b>Proveedor</b>	<b>Pedidos recibidos</b>	<b>Porcentaje de pedidos aprobados</b>	<b>Calificación de calidad ( % x 40)</b>
AA	10	90	36
BB	6	80	32
CC	5	70	28

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Evaluación de fecha de entrega**

<b>Proveedor</b>	<b>Pedidos recibidos</b>	<b>Porcentaje de pedidos en tiempo</b>	<b>Calificación de calidad ( % x 30)</b>
AA	10	80	24
BB	6	90	27
CC	5	100	30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Evaluación de sugerencias de reducción de costos**

Proveedor	No. de sugerencias de baja en costos	Porcentaje del total	Calificación de calidad ( % x 20)
AA	1	20	4
BB	1	20	4
CC	3	60	12

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Evaluación de precio**

Proveedor	Precio unitario promedio	Relación de precio más bajo	Calificación de calidad ( % x 10)
AA	Q 40,00	$40/40=100$	10
BB	Q 50,00	$40/50=80$	8
CC	Q 60,00	$40/60= 67$	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Comparación de factores a evaluar**

Proveedor	Calidad	Entrega	Reducción costos	Precio	Total de calificación
AA	36	24	4	10	74
BB	32	27	4	8	71
CC	28	30	12	7	77

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, si el plan de calificaciones ponderadas se utiliza junto con el plan categórico, los proveedores se evalúan sobre una base cuantificable sin descuidar los aspectos intangibles del servicio. En el ejemplo, el proveedor CC

tiene la calificación más alta y sería el proveedor a escoger, según el factor servicio.

### **4.3. Manipulación de materiales**

Se describen las operaciones para la manipulación de materiales.

#### **4.3.1. Insumos**

Todos los insumos para el área administrativa serán comparados a través del área de compras, cada uno de estos será resguardado en bodega y administrado por la gerencia para su distribución.

#### **4.3.2. Producto terminado**

Todo el producto terminado será almacenado en bodega, la cual deberá tener un registro del movimiento de la rotación de inventarios periódicamente.

#### **4.3.3. Merma**

En el área de producción se debe contar con un proceso de reciclado de materia prima, dado que algunos residuos se pueden volver a utilizar como el hierro, aluminio, cobre, zinc, otros metales pueden ser clasificados y vendidos a las industrias siderúrgicas o a los recicladores de metal mecánica.

#### 4.4. Capacidad del proceso

Es un análisis sistemático, a fin de determinar la capacidad del proceso para elaborar productos dentro de especificaciones bajo condiciones normales de operación.

##### 4.4.1. Capacidad máxima proyectada

Durante un mes promedio se realiza una inspección de unos 500 a 600 órdenes de pedido de material, se estima que la capacidad del proceso es que se logre muestras de la mayor cantidad de órdenes de entrega de productos, insumos y materia prima por parte de los proveedores. Para ello se realizó una exposición de enero a julio de 2018 para establecer la capacidad del proceso.

Tabla XX. Datos de la muestra

Objetivo	500
USL	600
LSL	400
	2018
Enero	538
Febrero	553
Marzo	531
Abril	513
Mayo	519
Junio	516
Julio	507

Fuente elaboración propia.

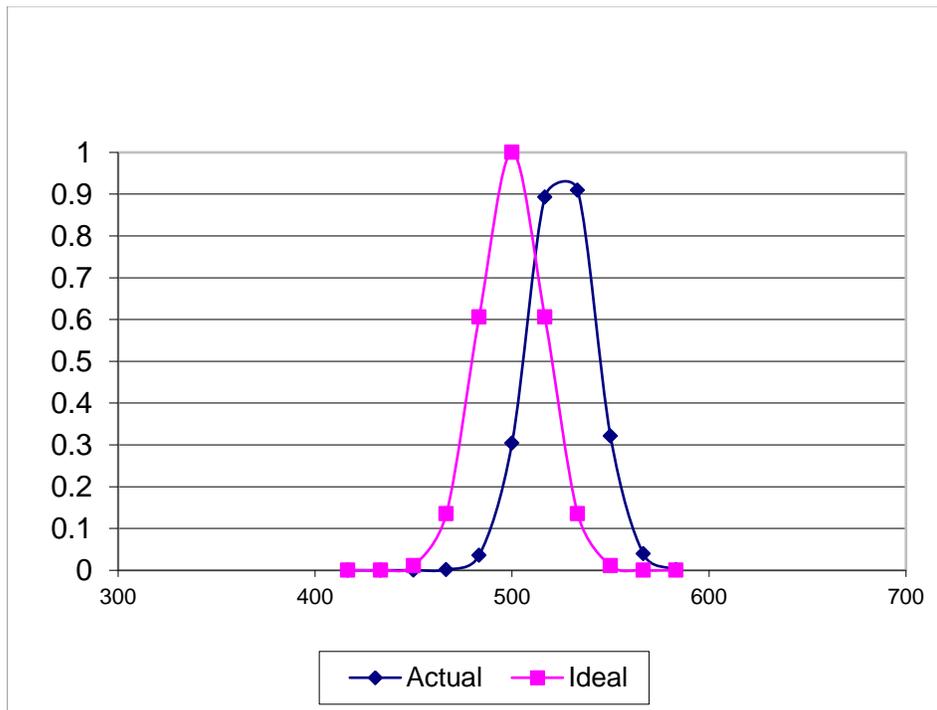
Tabla XXI. **Resultados obtenidos de la capacidad del proceso**

Cp = 2,058 Cp = 2  
 K = -0,253 K = 0  
 Cpk = 2,579 Cpk = 2  
 or Cpk = 1,538

Valor	Actual	Ideal
400	1,0257E-13	1,5147E-08
416,67	1,73816E-10	3,7126E-06
433,33	1,02092E-07	0,00033465
450	2,07838E-05	0,01109391
466,67	0,001466523	0,13525354
483,33	0,035866096	0,60643905
500	0,304025762	1
516,67	0,893239322	0,60643905
533,33	0,909612546	0,13525354
550	0,321052615	0,01109391
566,67	0,03927599	0,00033465
583,33	0,001665364	3,7126E-06
600	2,4475E-05	1,5147E-08

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Comparación del valor actual con el esperado del índice de capacidad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se observa en la figura, la capacidad del proceso con la implementación de la propuesta se mantiene cerca de 1, lo cual significa que el proceso está estable y capaz de ejecutarse.

#### 4.4.2. Capacidad mínima

Con base en las consecuencias la capacidad mínima debe ser 90 %.

## **4.5. Elementos del programa SPC**

Para tener un programa bajo control deben estar involucradas diferentes áreas de la empresa.

### **4.5.1. Liderazgo efectivo**

El líder efectivo no es a quien todas las personas siguen si no la persona que logra transformar la actitud, disponibilidad y responsabilidad de realizar de forma correcta cada una de las tareas asignadas.

### **4.5.2. Enfoque de equipo**

La mejor manera de aprender, crecer, innovar y dar lo mejor de sí como empresas, es tener un enfoque de equipo en el cual todos los colaboradores estén identificados con los objetivos de la empresa.

### **4.5.3. Gestión de enseñanza-aprendizaje a todo nivel organizacional**

El aprendizaje debe darse de forma didáctica, de manera que el colaborador tenga los conocimientos teóricos y prácticos de la tarea que realiza, a diferencia de realizarlo de forma empírica, para lo cual la empresa en estudio busca mejorar los estándares de calidad.

#### **4.5.4. Enfoque de mejora continua**

Es importante llevar un buen control de pedidos ya que de estos depende cubrir la demanda satisfactoriamente. Es por ello que se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- No realizar pedidos empíricamente sin tener un valor certero de los valores de existencia.
- Tener un producto como sustituto.
- Cambiar los plazos de entrega si se observa la imposibilidad de entregar a tiempo.
- Cambiar de proveedor.
- El período de facturación tiene que ser razonable a las fechas de entrega.

Al llevar este control de pedidos se puede proyectar lo que se debe almacenar para futuras ventas.

#### **4.5.5. Plan de reconocimiento y consecuencia**

Esta estructura depende del control de inventario que se debe adoptar para lograr las órdenes de compra con anticipación y tener el producto en bodega para el despacho de los pedidos.

Es necesario conocer con exactitud la demanda, disponibilidad y capacidad con la que se cuenta, para poder predecir cuánto, cuándo y cómo se debe comprar, facilitando la evaluación de costos y las proyecciones futuras, para lo cual se deben utilizar los siguientes procedimientos:

- *Stock* de seguridad.
- Nivel de reorden: Cantidad de productos que debe de haber en existencia para realizar de nuevo un pedido de abastecimiento de la bodega y así tener una rotación de productos.
- *Stock* máximo.
- Línea teórica de consumo: llamada también cobertura, es el tiempo total que dura cada producto si no se abasteciera la bodega con la cantidad necesaria de producto o si los proveedores se atrasaran con el pedido.
- *Stock* mínimo: es la cantidad mínima que debe mantenerse almacenada para que no se interrumpa el despacho, es decir, que el abastecimiento será del tamaño suficiente para atender sin demora los requerimientos necesarios que solicite el cliente según planificación previa.

#### **4.6. Implementación asincrónica del SPC (Sistema de Planificación por Competencias)**

Los procesos de producción se caracterizan por tener máquinas, materia prima, métodos, mano de obra y medio ambiente. En cualquier proceso de fabricación de metal mecánica existe un cierto grado de variabilidad entre un producto y otro que no se puede eliminar completamente debido a que los factores anteriormente mencionados en el proceso no son constantes.

Se conoce como variación natural a la producida por innumerables pequeñas causas no asignables, comunes aleatorias, que son tan ligeras que no pueden considerarse individualmente como razón única de una desviación del proceso. Son de naturaleza aleatoria, y como dependen del azar, se puede realizar su estudio por métodos estadísticos. Por otra parte, se denomina variación accidental a la producida por causas asignables, especiales o atribuibles, es decir, las que es posible investigar hasta dar con la razón

específica que las produce y que además suelen ocasionar desviaciones relativamente grandes en el resultado del proceso.<sup>2</sup>

#### **4.6.1. Fuente de datos**

La fuente de datos es la recepción de pedidos de materia prima para observar y evaluar que se cumpla con estándares de calidad y tener materiales para producir piezas de metal mecánica de calidad. El proceso de control dentro de la producción estará a cargo del departamento de producción.

#### **4.6.2. Sistema de alertas**

Un sistema de alertas establece cuántos pedidos son permitidos sin faltantes, algunos pedidos en excepción pueden ser considerados en tránsito debido a componentes e insumos que afectan el sistema de producción como los útiles de oficina.

### **4.7. Manipulación de la información**

Toda la indagación relativa al proceso de planificación será directamente aprobada por la gerencia general.

#### **4.7.1. Toma de decisiones**

Las decisiones sobre planificación y desarrollo de las operaciones administrativas y operativas en procesos serán consensuadas entre cada jefe de área y el gerente general, siendo este quien tome la decisión final.

---

<sup>2</sup> PULIDO, Humberto; SALAZAR, Román. *Cartas de control para variables*. p.182.

#### **4.7.2. Paros injustificados**

Los paros injustificados se pueden dar ante la falta de materia prima pero con la implementación del proceso de mejora no deben presentar demoras debido a que se tendrá un control de los inventarios y la calidad de la materia prima.

#### **4.7.3. Reducción del margen de error**

La reducción del margen de error se dará con base en la implementación de la mejora con un plan piloto de dos semanas y una auditoria constante mes a mes, con lo cual se espera que la capacidad del proceso llegue a un 98 %.



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Resultados estadísticos**

Se hace una presentación de los resultados estadísticos durante el estudio realizado en la elaboración del trabajo de graduación.

#### **5.1.1. Evaluación**

Las evaluaciones del proceso de control de inventarios se deben realizar semanalmente.

#### **5.1.2. Utilidad**

La utilidad de las operaciones se verá reflejada en la reducción de pedidos incompletos y una mayor productividad en el área de producción.

### **5.2. Rentabilidad**

Con base en datos proporcionados por la empresa en estudio se presenta la medición de cada *ítem*.

#### **5.2.1. Ventas**

Se presentan los datos por ingreso mensual registrados por parte de la gerencia general.

**Tabla XXII. Tabla de ingresos mensuales de 2017**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Q213 916,00	Q190 000,00	Q200 000,00	Q156 946,55	Q164 978,61	Q195 000,00
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q250 000,00	Q185 000,00	Q200 000,00	Q156 339,68	Q140 000,00	Q514 819,16
Ingreso total					
Q2 567 000,00					

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIII. Comparación de primer semestre 2017 con primer semestre de 2018**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	2017
Q. 213 916,00	Q. 190 000,00	Q. 200 000,00	Q. 156 946,55	Q. 164 978,61	Q. 195 000,00	Q. 1 120 841,16
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	2018
Q. 280 500,00	Q.220 034,00	Q.250 990,9	Q. 178 456,9	Q.190 765,7	Q.230 765,7	Q.1 351 510,2

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar existe un crecimiento en comparación al primer semestre de 2017 versus el primer semestre de 2018, es decir que se mejoró la distribución.

Tabla XXIV. **Porcentaje de crecimiento**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	2017
18%	17%	17%	14%	15%	17%	
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	2018
21%	16%	19%	13%	16%	18%	

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Análisis económico de los proyectos

Se realiza un análisis financiero para determinar si el proyecto es rentable.

#### 5.3.1. Valor presente neto y tasa interna de retorno

Se presentan el análisis del valor actual neto para la elaboración de la propuesta.

Tabla XXV. **Análisis financiero**

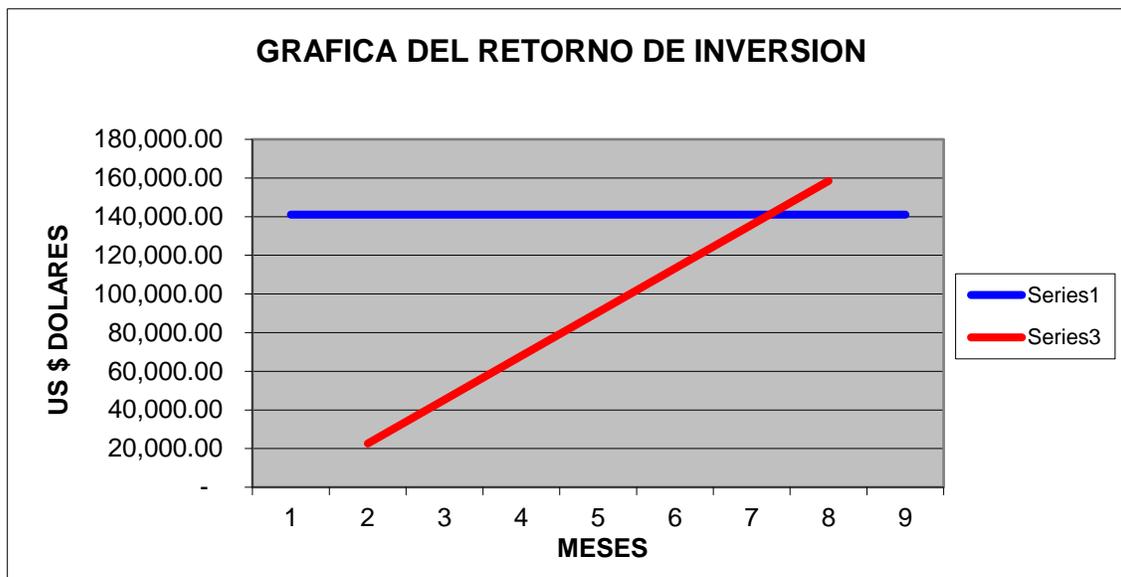
		1	2	3	4	5
<b>Flujos totales marginales</b>	Inversión	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021
	(45,419.00)	32,320	32,320	32,320	32,320	32,320
<b>VAN</b>	12%	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$
		0.892857	0.797194	0.711780	0.635518	0.567427
	(45,419.00)	28,857.29	25,765.42	23,004.82	20,540.01	18,339.28
		71,087.82				
VAN 12% = AL TREMA DE DUPONT	Q116,506.82					
	Q71,087.82					
<b>TIR</b>	65%	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$
		0.606061	0.367309	0.222612	0.134916	0.081767
	(45,419.00)	19,587.98	11,871.49	7,194.84	4,360.51	2,642.73

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.2. Beneficio-costo

Se presenta la gráfica de retorno de la inversión, por lo cual el beneficio-costo de la propuesta es rentable.

Figura 33. Gráfica del retorno de inversión



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

### 5.3.3. Estados financieros

Se presenta la evaluación de la reducción de costos para la empresa en estudio.

Tabla XXVI. Estado de pérdidas y ganancias

	Estado de Perdidas y Ganancias		Estado de Perdidas y Ganancias	
	Quetzales		Quetzales	
	Del 01 de Ene al 31 de Dic. 2017	Porcentajes	Del 01 de Ene al 31 de Dic. 2018	Porcentajes
Ventas totales	3.074.000	100%	2.567.000	100%
Costo de ventas	2.088.000	68%	1.711.000	67%
Utilidades brutas	986.000	32%	856.000	33%
Gastos Operativos				
Gastos de Ventas	100.000	3%	108.000	4%
Gastos Generales y Administrativos	194.000	6%	187.000	7%
Gastos por arrendamiento	35.000	1%	35.000	1%
Gastos por depreciación	239.000	8%	223.000	9%
Total de Gastos Operativos	568.000	18%	553.000	22%
Utilidad Operativa	418.000	14%	303.000	12%
Gastos Financieros	93.000	3%	91.000	4%
Utilidad neta antes de impuestos	325.000	11%	212.000	8%
Impuestos ( tasa 31% )	100.750	3%	65.720	3%
Utilidad neta después de impuestos	224.250	7%	146.280	6%
Dividendos de acciones preferentes	10.000	0%	10.000	0%
Utilidades disponibles para Accs, Comunes	214.250	7%	136.280	5%

Fuente: elaboración propia.

- Balance general

Se presenta el balance general de la empresa en estudio como referencia para calcular los índices financieros de la operación comercial.

Tabla XXVII. Balance general

Activo	Balance General		Variación	%
	Quetzales 2017	Quetzales 2018		
Activos circulantes				
Efectivo	363.000	288.000	75.000	26%
Valores Bursátiles	68.000	51.000	17.000	33%
Cuentas por Cobrar	503.000	365.000	138.000	38%
Inventarios	289.000	300.000	-11.000	-4%
<b>Total de Activos Circulantes</b>	<b>1.223.000</b>	<b>1.004.000</b>	<b>219.000</b>	<b>22%</b>
<b>Activos fijos brutos</b>				
Terrenos y edificios	2.072.000	1.903.000	169.000	9%
Maquinaria y Equipo	1.866.000	1.693.000	173.000	10%
Mobiliario e instalaciones	358.000	316.000	42.000	13%
Equipo de Transporte	275.000	314.000	-39.000	-12%
Otros (Incluye Arrendamientos Financieros )	98.000	96.000	2.000	2%
<b>Total de Activos Fijos Brutos</b>	<b>4.669.000</b>	<b>4.322.000</b>	<b>347.000</b>	<b>8%</b>
( - ) Depreciación Acumulada	2.295.000	2.056.000	239.000	12%
Activos fijos netos	2.374.000	2.266.000	108.000	5%
<b>Total de Activos</b>	<b>3.597.000</b>	<b>3.270.000</b>	<b>327.000</b>	<b>10%</b>
<b>Pasivos y Capital Contable</b>				
<b>Pasivos circulantes</b>				
Cuentas por pagar	382.000	270.000	112.000	41%
Documentos por pagar	79.000	99.000	-20.000	-20%
Cargos por pagar	159.000	114.000	45.000	39%
<b>Total de pasivos Circulantes</b>	<b>620.000</b>	<b>483.000</b>	<b>137.000</b>	<b>28%</b>
Deuda a LP	1.023.000	967.000	56.000	6%
<b>Total de pasivos</b>	<b>1.643.000</b>	<b>1.450.000</b>	<b>193.000</b>	<b>13%</b>
Acciones preferentes-acumulables al 5 %, \$ 100 Valor nominal 2000 acciones autorizadas y emitidas	200.000	200.000	0	0%
Acciones Ordinarias \$2.50 nominal 100,000 acciones autorizadas, emitidas y en circulación en 2006; 76,262 en 2005; 76,244	191.000	190.000	1.000	1%
Capital pagado arriba del valor nominal en acciones ordinarias	428.000	418.000	10.000	2%
Utilidades retenidas	1.135.000	1.012.000	123.000	12%
<b>Total de capital contable</b>	<b>1.954.000</b>	<b>1.820.000</b>	<b>134.000</b>	<b>7%</b>
<b>Total de pasivos y capital contable</b>	<b>3.597.000</b>	<b>3.270.000</b>	<b>327.000</b>	<b>10%</b>
Acciones Ordinarias	76.262	76.244		

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXVIII. Razón de actividad**

<b>RAZONES DE ACTIVIDAD</b>					
<b>ROTACION DE INVENTARIO</b>					
Rotación = Inventario	$\frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Inventarios}}$	=	$\frac{2.088.000}{289.000}$	=	7,22491349      50 Días
<p>La rotación es de 7.22 veces en el 12, el inventario rota cada 50 días si se toma el resultado y se divide en 360 días.</p>					
<b>TIEMPO PROMEDIO DE COBRANZA</b>					
Período Promedio = de Cobranza	$\frac{\text{Cuentas por cobrar}}{\text{Ventas anuales / 360}}$	=	$\frac{503.000}{8.539}$	=	58,9      Días
<p>Este índice da el promedio de días, que le toma a la empresa recuperar ó cobrar una cuenta pendiente</p>					
<b>PERIODO PROMEDIO DE PAGO</b>					
Período Promedio = de Pago	$\frac{\text{Cuentas por pagar}}{\text{Compras anuales / 360}}$	=	$\frac{382.000}{4.060}$	=	94,1      Días
<p>En relación con los términos del crédito promedio extendido a la empresa, si los proveedores han extendido en promedio 30 días de crédito este índice se considera con una calificación de crédito baja.</p>					
<b>ROTACION DE ACTIVOS TOTALES</b>					
Rotación de Activos Totales	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Activos Totales}}$	=	$\frac{3.074.000}{3.597.000}$	=	0,85
<p>Esto indica que la empresa rota sus activos 0.85 de 1.00 veces al año</p>					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Razón de liquidez

RAZONES DE LIQUIDEZ				
RAZON DEL CIRCULANTE				
Razón del Circulante =	$\frac{\text{Activos Circulantes}}{\text{Pasivos Circulantes}}$	=	$\frac{1,223,000}{620,000}$	= 1.97258065
Cuanto más alta es la razón del circulante, se considera que la empresa es más líquida				
RAZON RAPIDA ( PRUEBA DEL ACIDO )				
Razón Rápida =	$\frac{\text{Activos Circulantes} - \text{Inventario}}{\text{Pasivos Circulantes}}$	=	$\frac{934,000}{620,000}$	= 1.50645161
Se recomienda una razón rápida de 1.0 o mayor, tomando en cuenta que depende de la Industria que se trabaje, esta es recomendable tan sólo cuando el inventario de una empresa no se puede convertir fácilmente en líquido.				
Si el inventario se puede convertir en líquido es preferible la razón del circulante como medida de liquidez total.				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Razón de rentabilidad

RAZONES DE RENTABILIDAD					
<b>MARGEN DE UTILIDAD BRUTA</b>					
MUB =	$\frac{\text{VENTAS} - \text{COSTO DE VENTAS}}{\text{VENTAS}}$	=	$\frac{\text{UTILIDAD BRUTA}}{\text{VENTAS}}$	=	$\frac{988,000}{3,074,000} = 0.32075472 \quad 32.08\%$
Este índice mide el porcentaje de cada dólar de ventas que queda después de que la empresa ha pagado todos sus costos.					
<b>MARGEN DE UTILIDAD OPERATIVA</b>					
MUO =	$\frac{\text{UTILIDAD OPERATIVA}}{\text{VENTAS}}$	=	$\frac{418,000}{3,074,000}$	=	$0.13597918 \quad 13.60\%$
Este índice mide el porcentaje de cada dólar de ventas que queda después de deducir todos los costos y gastos que no son intereses, impuestos y dividendos de accionistas preferentes.					
<b>MARGEN DE UTILIDAD NETA</b>					
MUN =	$\frac{\text{UTILIDADES DISPONIBLES PARA LOS ACCIONISTAS COMUNES}}{\text{VENTAS}}$	=	$\frac{214,250}{3,074,000}$	=	$0.06969746 \quad 6.97\%$
Este índice mide el porcentaje de cada dólar de ventas que queda después de deducir todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos y dividendos de accionistas preferentes.					
<b>UTILIDADES POR ACCION</b>					
LPA	$\frac{\text{UTILIDADES DISPONIBLES PARA LOS ACCIONISTAS COMUNES}}{\text{NUMERO DE ACCIONES ORDINARIAS EN CIRCULACION}}$	=	$\frac{214,250}{76,262}$	=	$2.81$
Este valor representa la cantidad monetaria obtenida por cada acción					
<b>RENDIMIENTO SOBRE ACTIVOS</b>					
ROA	$\frac{\text{UTILIDADES DISPONIBLES PARA LOS ACCIONISTAS COMUNES}}{\text{ACTIVO TOTALES}}$	=	$\frac{214,250}{3,597,000}$	=	$0.06 \quad 5.96\%$
Este valor indica que la empresa ganó 6.14 centavos por cada dólar de inversión en activos					
<b>RENDIMIENTO SOBRE CAPITAL</b>					
RSC	$\frac{\text{UTILIDADES DISPONIBLES PARA LOS ACCIONISTAS COMUNES}}{\text{CAPITAL EN ACCIONES ORDINARIAS}}$	=	$\frac{214,250}{1,754,000}$	=	$0.12 \quad 12.21\%$
Este valor indica que la empresa ganó 12.59 centavos por cada dólar de capital en acciones ordinarias					

Fuente: elaboración propia

Tabla XXXI. Razón de mercado

RAZON PRECIO / UTILIDADES								
P / U =	PRECIO	DE	MERCADO	=	$\frac{32,25}{2,81}$	=	11,48	
	UTILIDADES POR ACCION							
Esta razón indica que los inversionistas estuvieron pagando \$11.10 por cada \$1.00 de utilidades El precio de mercado de las acciones ordinarias es de \$32.25								
RAZON VALOR DE MERCADO / VALOR EN LIBROS								
M / L =	CAPITAL	EN	ACCIONES	ORDINARIAS	=	$\frac{1.754.000}{76.262,00}$	=	23,00
	NUMERO DE ACCIONES ORDINARIAS EN CIRCULACION							
M / L =	PRECIO DE MERCADO POR ACCION ORDINARIA				=	$\frac{32}{23,00}$	=	1,40
	VALOR EN LIBROS POR ACCION ORDINARIA							
Esta razón significa que los inversionistas están pagando actualmente Q 1.4 por cada Q1.00 de valor en libros de las acciones de la compañía.								

Fuente: elaboración propia.

#### 5.4. Plan de acción

Se hace una presentación del plan de acción para la mejora continua.

##### 5.4.1. Ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar)

Se hace una presentación del cronograma para la implementación de un sistema de gestión de calidad.

Figura 34. **Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar)**

Actividad	Acción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
P	<b>SENSIBILIZACION</b> 1.Presentación del proyecto 2.Capacitación mediante talleres de sensibilización; al grupo directivo y funcionarios sobre los beneficios de implementar elsistemas de gestión.	1.Inicio del proyecto 2.Sensibilización grupo directivo 3.Sensibilización líderes de procesos y funcionarios con los que se va a implementar el sistema			
	<b>DIAGNÓSTICO</b> 1. DIAGNÓSTICO Revisión detallada de la situación de los documentos de la empresa Actualización de los documentos frente a la normatividad legal Existencia de otros sistemas de calidad a • Grado de cumplimiento	1. INFORME DIAGNÓSTICO 2. CONCERTAR EL CRONOGRAMA PLAN DE TRABAJO Y CAPACITACIONES A REALIZAR			
H	<b>DISEÑO DEL SISTEMA :</b> 1.Establecer y documentar una metodología que le	1.Revisión y articulación del SGC con la plataforma estratégica. 2.Política de calidad y objetivos de calidad			
H	<b>FORMACION Y ENTRENAMIENTO:</b> 1. Programa de Formación de Auditores 2.Capacitación	1.Auditores Internos 2.Formación a líderes de procesos,gestores de calidad y auditores Internos en acciones correctivas y preventivas de los procesos. 3. Formación de los auditores Internos en la redacción de no conformidades para elaboración de los infor			
H	<b>VERIFICACION DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD:</b> Observar mediante evidencia objetiva el cumplimiento de los requisitosen el Sistema de Gestión de calidad de la empresa	1.Conformación del equipo auditor 2.Plan de auditoria 3.Programa de auditoria 4.Informe de auditoria 5.Asesoría en formulación planes de mejoramiento			
V	<b>REVISION POR LA ALTA DIRECCIÓN</b> Asesoría en la estandarización de las entradas y salidad de la revisión por la dirección.	1.Procedimiento de la revisión por la dirección 2. Asesoría en el informe de la revisión por la dirección			
V-A	<b>PREAUDITORIA:</b> Ítem 1: Pre auditoría al Sistema de Calidad mediante la evaluación del grado de cumplimiento	1. Informe de pre auditoria 2.Plan de acción para resolver las no conformidades , en el caso que se generen 3.Seguimiento a las no conformidades presentadas durante la auditoria			
A	<b>ACOMPANAMIENTO VISITA DE OTORGAMIENTO (CERTIFICACION)</b> 1.Asesoría en la elaboración del plan de acción para abordar las no conformidades evidenciadas por el ente certificador como producto de la auditoria de otorgamiento de certificación, en el caso que se	1.Plan de acción para abordar las no conformidades evidenciadas de la auditoria de otorgamiento de certificación, en el caso que se generen 2.Informe con recomendaciones para mantener el SGC.			

Fuente: elaboración propia.

## 5.4.2. Implementación de 5's

En el área se realizan anualmente dos evaluaciones del desempeño, iniciando la primera en junio, cuando se examinan las metas trazadas en enero de ese mismo año, y la segunda evaluación se realiza en diciembre, tomando como punto de partida los objetivos que se establecieron en la primera evaluación. El Departamento de Recursos Humanos utiliza la metodología y proporciona un resumen de la evaluación, pero dado que son datos confidenciales de la empresa no se obtuvo la información completa.

Figura 35. Hoja de control para 5S's

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN</b>		<b>Calif.</b>
<b>Seleccionar</b>		
1	Las herramientas esta en su lugar	3
2	Mobiliario en buen estado	3
3	Objetos si ubicación	2
4	Pasillos sin bloqueos	2
5	Mesas de trabajo en orden	0
6	Solo se tiene lo que requiere para el trabajo	0
7	Orden del lugar	3
8	Materiales fuera de lugar	1
9	Orden e identificación	0
10	Libre de otros objetivos	0
<b>Ordenar</b>		
11	Lugar indentificado	1
12	Mesas limpias	2
13	Recipientes para colocar la basura	3
14	Señalización de areas	0
15	Mesas y sillas en orden	2
16	Orden en las mesas	1
17	Orden de inventario	3
<b>Limpiar</b>		
18	Limpieza del lugar	1
19	Herramientas y maquinaria limpia	3
20	Piso limpio	0
21	Ventanas limpias	1
22	Baños limpios	2
23	Vestidores limpios	3
<b>Estandarizar</b>		
24	Orden en contenedores	3
25	Uso EPP	3
26	Simetria de lugares	1
27	Registro de manuales	1
28	Capacitacion constante	0

Fuente: elaboración propia.

### 5.4.3. Capacitaciones

Capacitar es adiestrar al recurso humano con el objetivo de que cuente con los conocimientos adecuados para cubrir el puesto con toda la eficiencia. Por ello en este caso será necesario capacitar al personal de bodega, en cuanto al procedimiento que se debe llevar a cabo al momento de que entren o salgan productos, ya que se están implementando nuevos procedimientos para así lograr una mejor adaptación a las nuevas circunstancias.

Si llega un trabajador nuevo al departamento se deben incluir varias etapas en la capacitación. Se tiene que dar una introducción de lo que es la empresa, a qué se dedica y la presentación de los productos, incluyendo un recorrido por las instalaciones de la empresa. Luego se realiza una capacitación del trabajo que se hace en el departamento, explicando las actividades que la persona deberá realizar.

Tabla XXXII. **Curso de administración de bodega**

Técnica de administración eficiente de bodega	
Objetivos	El recurso humano tendrá técnicas y herramientas diseñadas para la eficiente administración y control de inventario.
Número de horas	50 horas cronológicas (60 min.)
Temario/ plan de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo I / Concepto básico de bodega e inventarios</li> <li>• Módulo II / Modelo de control de inventarios</li> <li>• Módulo III / Control de inventarios y aplicar técnicas para reducir perdidas</li> </ul>
Metodología	Se utilizará clases presenciales en las cuales se hará resolución de casos de estudio, interacción con los participantes, hojas de trabajo y resolución de problemas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Descripción de los módulos de capacitación

<p>Módulo I / Concepto básico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y explicar los conceptos básicos de bodegas e inventarios.</li> <li>• Conceptos básicos de inventario <i>Stock</i>.</li> <li>• <i>Stock</i> de seguridad.</li> <li>• SKU (<i>Stock Keeping Unit</i>).</li> <li>• Punto de pedido.</li> <li>• Rotación de inventarios.</li> <li>• <i>Picking</i> y preparación de pedidos.</li> <li>• Costo de inventario.</li> <li>• PEPS (primero en entrar, primero en salir).</li> <li>• UEPS (último en entrar, primero en salir).</li> <li>• PMP (Precio Promedio Ponderado).</li> <li>• Codificación de artículos.</li> </ul>
<p>Módulo II / Modelo de vigilancia de inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo determinístico.</li> <li>• Cálculo de costo de inventario.</li> <li>• Tamaño de lote económico.</li> <li>• Modelo ABC.</li> </ul>
<p>Módulo III / Registro de inventarios y destinar técnicas para reducir pérdidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de inventarios</li> <li>• Toma de inventarios.</li> <li>• Mermas y pérdidas.</li> <li>• Procedimientos y técnicas para la reducción de pérdidas y mermas.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

#### 5.4.4. Mantenimiento

El mantenimiento de los equipos y herramientas se realizará con base en especificaciones del fabricante en el área de bodega. Se realizará una limpieza diaria de las instalaciones y una clasificación de los desechos para su tratamiento final.

#### **5.4.5. Seguridad y salud ocupacional**

La empresa se rige en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas. El Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional tiene como finalidad establecer las condiciones de trabajo, prevención de actos inseguros y accidentes, el cual por ley deben cumplir las instituciones públicas y privadas.

#### **5.5. Auditorías**

Se debe tener un registro de la bitácora de todos los movimientos de materia prima, producto terminado y despacho de pedidos a los clientes. Al tener un base de datos de todas las operaciones no se tendrá el riesgo de que existan faltantes en bodega.

##### **5.5.1. Internas**

Desarrollo independiente que se encuentra ubicado en la empresa y está encaminado a la revisión de las transacciones con el propósito de alcanzar los objetivos de la empresa.

- Funciones del departamento: la función de la auditoría interna es servirle a la empresa como un instrumento de control gerencial, con el propósito de alcanzar sus objetivos.
  - Verificar que la empresa cumpla con las Normas Internacionales de Contabilidad y las Normas de Información Financiera que le sean aplicables.
  - Manifiestar la calidad y oportunidad del flujo informativo.

- Prestar atención el cumplimiento de las funciones, autoridad y responsabilidad.
  - Cotejar la calidad de la información contable financiera que genera la empresa.
  - Determinar si se está practicando la legislación económica vigente en el país.
  - Exponer el cumplimiento de normas.
- Funciones específicas: entre las funciones específicas que debe desarrollar el auditor interno al realizar su trabajo se pueden mencionar las siguientes:
    - Realizar arqueos de caja y conteos físicos a los inventarios, activos físicos y otros datos.
    - Acreditar el movimiento de cuentas de cajas y bancos.
    - Identificar el saldo de las cuentas de activo y pasivo.
    - Manifiestar las operaciones de nóminas, su calidad y control, así como presenciar su pago físico.
    - Verificar si los ingresos producidos en la entidad y su cobro son percibidos en la forma y en el tiempo establecido por la empresa, así como la compatibilidad con la correspondiente cuenta.
    - Establecer la racionalidad de los cargos efectuados a las cuentas correspondientes a gastos de todo tipo, así como su nivel de autorización, analizando las desviaciones de importancia.
- Funciones específicas del control interno: las funciones que el departamento de auditoría debe desempeñar en relación al control interno de la empresa son las siguientes:

- Examen y evaluación de solidez, suficiencia y modo de aplicación de los controles contables, financieros y de operación.
- Determinación del cumplimiento de la política general.
- Comprobación del cumplimiento de toda clase de contratos.
- Determinación del grado de seguridad de los bienes patrimoniales, así como si los mismos se encuentran contabilizados y protegidos contra toda clase de pérdidas o uso indebido.
- Determinación de la consistencia y legitimidad de la información contable y otros datos oficiales.
- Evaluación de la calidad del trabajo personal, el cumplimiento individual de responsabilidades y la conducta de los funcionarios y empleados.

Para familiarizarse con el manejo de los inventarios el auditor interno debe tomar en cuenta aspectos tales como:

- Políticas de inventarios.
- Estructura organizacional.
- Tipologías de los inventarios y mercado en que maneja.
- Exploración de los márgenes de utilidad.
- Registrar la ubicación y particularidades de las instalaciones de almacenaje.
- Entrevistas y flujogramas.

Para tener mejor conocimiento de las funciones y operaciones que se manejan en el área de inventarios, el auditor interno puede realizar entrevistas al personal encargado de dichas operaciones y desarrollar flujogramas que describan los pasos necesarios para su manejo. A través de los flujogramas se puede:

- Estar al tanto de cómo se llevan a cabo los movimientos de inventarios.
  - Ilustrarse sobre las políticas y procedimientos indicados en los manuales.
  - Ver cómo se llevan a cabo las diferentes actividades relacionadas con la operación.
- Debe recopilar la información financiera necesaria que permita formarse una reflexión del movimiento de los inventarios, sobre cómo está integrada la existencia, los costos de la mercadería obsoleta, dañada y de lento movimiento.
  - Evaluación y examen de la documentación: para establecer el oficio de las operaciones del manejo de los inventarios en la empresa, el auditor interno debe verificar que los datos que obtuvo en el análisis de la información financiera, la entrevista y flujogramas son confiables. La determinación de la razonabilidad de las operaciones se puede alcanzar a través de la evaluación y examen de la documentación obtenida y desarrollar investigación específica que considere necesario realizar.

Algunas de las investigaciones son:

- Considerar los manuales de políticas y procedimientos.
- Ilustrarse sobre el funcionamiento de los registros contables.
- Comprobar los costos administrativos del manejo y control de inventarios.
- Seguir la pista de las técnicas de almacenaje.

- Al finalizar la evaluación y examen del área de inventarios, debe presentar un informe que contenga las carencias que detectó durante la realización de la auditoría, con una cuantificación del costo de la misma y sus respectivas recomendaciones.

### **5.5.2. Externas**

Como su nombre lo indica, estas son realizadas por profesionales y consultores externos, los cuales serán contactados periódicamente para este efecto por la empresa, con el fin de obtener un punto de vista objetivo y ajeno a la empresa, que permita saber con exactitud la posición en la que está situado el centro de distribución y determinar si es necesario realizar acciones correctivas.

- Verificación de optimización de espacio

Es posible verificarlo mediante una inspección ocular, en la cual se debe chequear que tanto las tarimas como los *racks* estén a su máxima capacidad, para que de esta forma el espacio disponible se esté maximizando.

- Verificación de rotación de producto

Se puede verificar mediante registros de entrada, salida e inventario, los cuales permiten indicar que producto se encuentra almacenado, cuándo entró y con qué fecha de producción. Esta información permitirá establecer qué producto debe salir primero y mantener una óptima rotación del mismo.

- Verificación del cumplimiento de procedimientos de almacenaje

El desempeño de los procedimientos de almacenaje será verificado mediante los trabajadores de bodega. La verificación se puede realizar de dos formas: de forma visual siguiendo las actividades que realiza el personal encargado de bodega, o mediante una prueba teórica que permita saber si el personal conoce las programaciones establecidas para desempeñar su trabajo.

Tabla XXXIV. Hoja de control para auditoría

<b>Área : bodega</b> <b>Fecha:</b>	<b>Auditor</b> <b>Hora</b>
<b>Formato de auditoría interna</b>  1. Excelente                      100 2. Muy bien                        80 3. Bien                                60 4. Regular                          40 5. Mal                                 20  Instrucciones: Colocar el número que corresponde a la puntuación deseada en el cuadro, y luego coloque sus observaciones:	
1. ¿Cómo se encuentra el orden de la bodega?  Observaciones	<input type="text"/>  <input type="text"/>
2. ¿La bodega se encuentra limpia? Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>
3. ¿Los productos se encuentran con código? Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>
4. ¿Se están utilizando los formatos para mantener todo movimiento del inventario registrado? Observaciones	<input type="text"/> <input type="text"/>

Continuación de la tabla XXXIV.

5. ¿Los formatos de ingreso y egreso se encuentran archivados en orden? Observaciones	<input type="checkbox"/>
6. ¿El inventario semestral se realizó con éxito? Observaciones	<input type="checkbox"/>
7. ¿El inventario físico cuadra con el inventario del sistema? Observaciones	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación promedio</b> <b>Recomendaciones</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Hora finalización</b>	<b>Firma de auditor</b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. La empresa no tenía políticas ni procesos exactos para el control de inventarios, pedidos, recepción y distribución de los productos, los conteos eran empíricos y no había un sistema para llevar en orden la administración de la bodega y los productos almacenados en ella. Se diseñaron procesos sencillos y eficientes, se logró poner en marcha el programa para dirigir la bodega de mejor forma y se propuso la adquisición del equipo necesario para llevar las tareas diarias de forma adecuada.
2. En la empresa el inventario para la venta no se halla codificado y, siendo este un procedimiento de suma importancia para el manejo de los mismos, se debe implementar el código de barras para identificar los estantes y productos, con lo que se reducen errores en la captura de datos, aumenta la velocidad en el cálculo, la veracidad de los datos e incrementa la eficiencia de operación, puesto que es una herramienta sencilla de aplicar para mejorar la administración de los inventarios.
3. Junto a las herramientas de control de proceso para el análisis se utilizaron los gráficos de control por atributos para establecer el proceso de inspección de ingreso de materia prima.
4. Para la implementación de controles de procesos estadísticos para erradicar las fallas obtenidas se presenta un plan de acción por medio del método de Planear, Hacer, Actuar y Verificar para la institución de un sistema de gestión de calidad.

5. El diagnóstico hace referencia a que se realizó una evaluación de los proveedores para optimizar el transcurso de la actividad de compra y tener un registro de los productos, insumos y materia prima que se adquieren.
  
6. Los cambios financieros que la empresa ha tenido a lo largo del tiempo se analizaron por medio de las comparaciones de estados de resultados y el uso de índices financieros, para establecer la rentabilidad de la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Brindar mayor importancia a las instrucciones relacionadas con los inventarios, implementando un control computarizado de *kardex* que permita llevar cuenta de cada uno de los artículos que integran el inventario con sus desiguales características y llevar a cabo el levantamiento de inventario físico por lo menos una vez al año.
2. Dar una inducción al personal de bodega para que pueda habituarse con cada una de las actividades y pasos relacionados con los inventarios, así como en el mando del sistema de inventarios.
3. Con la implementación de un régimen de manejo de inventarios por medio del cálculo de los niveles de seguridad, reorden y *stock* máximo se podrá tener un control de las existencias y así incrementar la productividad.
4. Para generar el resultado de los inventarios físicos de una manera más rápida y exacta se hace la propuesta para tener un uso adecuado de la distribución de área para el almacenaje y uso de las estanterías.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AMSTEAD, Billy Howard.; BEGEMAN, Myron. *Procesos de manufactura*. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 75 p.
2. ARRIAZA HERRERA, Flor de María. *Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Guatemala, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 129 p.
3. BUFFA, Elwood Spencer; DYER, James S. *Ciencias de la administración e investigación de operaciones: formulación de modelos y métodos de solución*. México: Limusa, 1983. 650 p.
4. CÁRDENAS, Raúl. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales*. 3a. ed. Guatemala: Mayte, 2006. 145 p.
5. CEPEDA ALONZO, Gustavo. *Auditoría y control interno*. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 1997. 234 p.
6. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la administración de ventas*. México: McGraw-Hill, 1993. 653 p.
7. D'ALESSIO, Ipinza, *Administración de las operaciones productivas*. México: Centrum, 2012. 395 p.

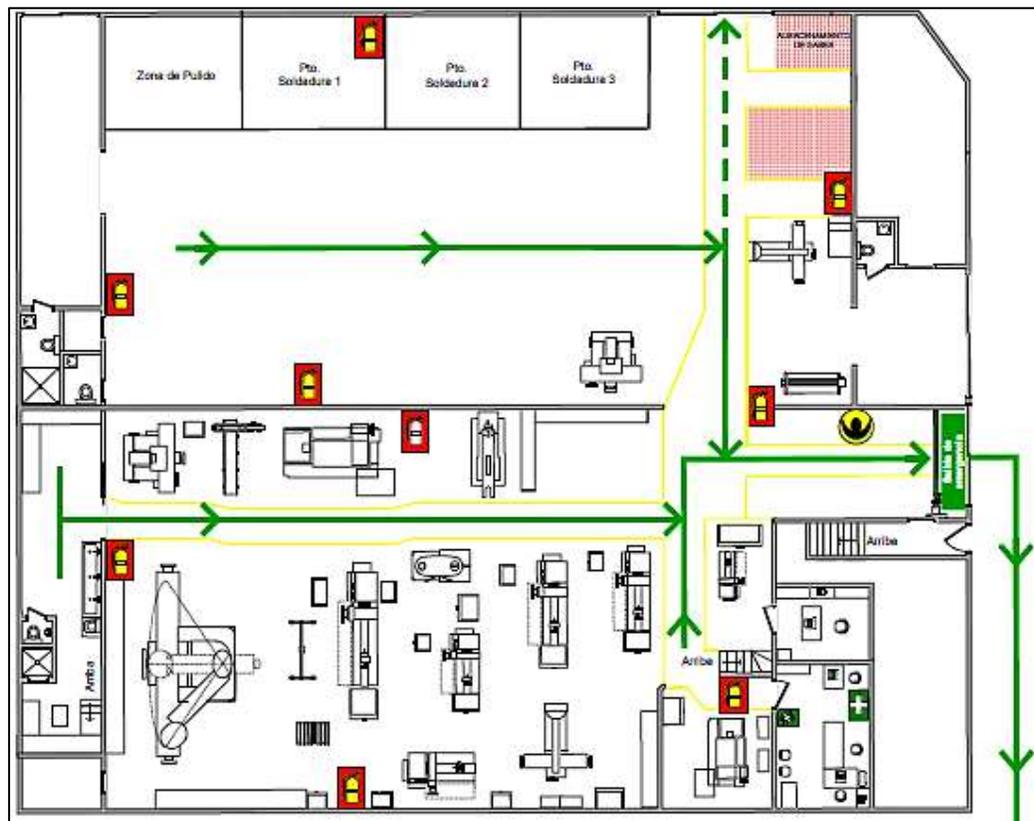
8. BAKER, Glenn; GREGOR, Thomas. *Procesos básicos de manufactura*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2000. 131 p.
9. HILLER, Frederick S. *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill, 1989. 640 p.
10. KALPAKJIAN, S.; SCHMID, S. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. 4ª. ed. México: Prentice Hall, 2002. 1295 p.
11. KIBBE, Richard. *Manual de máquinas y herramientas Vol. 1 y 2*. 1ª. ed. México: LIMUSA, 1985. 562 p.
12. MONTGOMERY, D. *Introducción al control estadístico de la calidad*. México: Iberoamérica, 2008. 808 p.
13. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Adris. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.
14. ORTÍZ DE LA CRUZ, Raymundo. *Correlación de los inventarios de materia prima con el volumen de producción, ventas y utilidades en la industria de baterías*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1992. 130 p.
15. PULIDO, Humberto; SALAZAR, Román. *Cartas de control para variables*. México: McGraw-Hill, 2009. 502 p.

16. PUSEY ALVARADO, Jennifer. Trabajo de Graduación: *Guía teórica y práctica del curso de procesos de manufactura 1*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2013. 145 p.



# APÉNDICE

## Apéndice 1. Descripción de áreas de trabajo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.



## ANEXO

### Anexo 1. Señales de ruta de evacuación

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	

Continuación anexo 1.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES
	
	
	
	
	
	

Continuación anexo 1.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

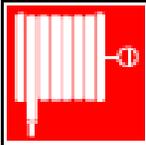
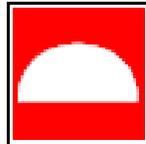
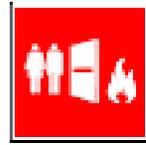
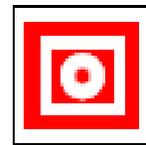
Continuación anexo 1.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación anexo 1.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación anexo 1.

	<p>RED HÚMEDA</p>
	<p>RED SECA</p>
	<p>ALARMA DE INCENDIO</p>
	<p>CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO</p>
	<p>PUERTA CORTA FUEGO</p>
	<p>RED ELÉCTRICA INERTE</p>
	<p>ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA</p>
	<p>ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA</p>

Fuente: CONRED. *Norma de reducción de desastres número dos-NRD2.*