



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS  
OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE  
ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**

**Eddy Alejandro Montejo Peralta**

Asesorado por la Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS  
OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE  
ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDDY ALEJANDRO MONTEJO PERALTA**  
ASESORADO POR LA INGA. KARLA LIZBETH MARTÍNEZ VARGAS

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**

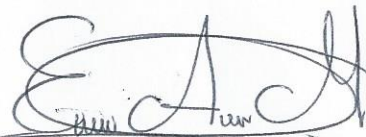
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Huberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de enero de 2017.



**Eddy Alejandro Montejo Peralta**

Guatemala, 22 de enero de 2018.

Ingeniero:

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Director de la Escuela de Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Urquizú:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para manifestarle que he asesorado el trabajo de graduación titulado DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA. elaborado por el estudiante universitario Eddy Alejandro Montejo Peralta con Registro Académico Número 201213159, de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, el cual considero cumple con los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo,

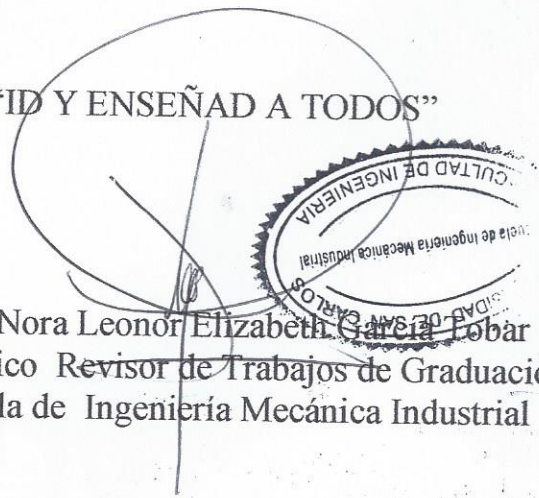
  
Karla Lizbeth Martínez Vargas  
Ingeniera Industrial  
Colegiada No. 5,706  
Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas  
Asesora de trabajo de graduación



REF.REV.EMI.079.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Alejandro Montejo Peralta**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. Nora Leonor Elizabeth García Lobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2019.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.156.019

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 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Alejandro Montejo Peralta**, 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

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



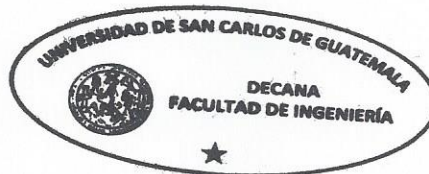
Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 437.2019

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: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTROS ESTADÍSTICOS PARA REDUCIR COSTOS OCULTOS, A TRAVÉS DE UN CONTROL DE MERMAS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA EMPRESA INMECASA**, presentado por el estudiante universitario: **Eddy Alejandro Montejo Peralta**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, octubre de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por todas las bendiciones que derramó sobre mí a lo largo de la carrera y por permitirme culminar esta etapa en mi vida académica.
- Mis padres** Walter Montejo y Gisela Peralta, por apoyarme incondicionalmente y brindarme siempre todo su cariño.
- Mis hermanos** Porque siempre tuvieron palabras de apoyo para mí y estuvieron siempre que los necesité.
- Mi abuela** Que desde el cielo me cuida, protege y guía en mi camino del bien.
- Mi novia** Fernanda Barrios, quien siempre me motivó a seguir adelante y dar mi mejor esfuerzo en la culminación de la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por permitirme desarrollarme como profesional.
<b>Escuela de Mecánica Industrial</b>	Por brindarme las herramientas necesarias para poder ser un profesional de éxito.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Alejandro, Charlie, Karol y Luz, quienes estuvieron conmigo durante toda la carrera, me apoyaron cuando lo necesitaba y que siempre estuvieron para compartir los momentos difíciles.
<b>Mi asesora de tesis</b>	Ingeniera Karla Martínez, por apoyarme durante el desarrollo de mi trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Localización .....	2
1.1.3. Misión .....	3
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Valores .....	4
1.2. Tipo de organización .....	5
1.2.1. Organigrama.....	5
1.3. Proceso de fabricación .....	7
1.3.1. Definición.....	7
1.3.2. Características.....	8
1.3.3. Tipos de procesos realizados .....	8
1.4. Materiales de apoyo .....	10
1.4.1. Definición.....	10
1.4.2. Tipos de materiales de apoyo.....	10
1.5. Materiales de construcción.....	11
1.5.1. Definición.....	11
1.5.2. Tipos de materiales de construcción .....	12

1.6.	Mermas .....	15
1.6.1.	Definición.....	15
1.6.2.	Tipos de mermas.....	15
1.6.3.	Manejo de mermas.....	16
1.7.	Sistema de registros.....	16
1.7.1.	Tipos de registros.....	16
1.7.2.	Métodos para controlar registros.....	18
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	21
2.1.	Descripción de productos y servicios .....	21
2.2.	Áreas de la planta .....	22
2.2.1.	Área administrativa.....	23
2.2.2.	Área operativa .....	24
2.2.2.1.	Área de turnos.....	24
2.2.2.2.	Área de fabricación .....	25
2.3.	Procedimientos .....	26
2.3.1.	Diagrama de operaciones .....	27
2.3.1.1.	Trazado .....	27
2.3.1.2.	Corte .....	29
2.3.1.3.	Soldadura.....	30
2.4.	Materia prima .....	31
2.4.1.	Metodología de compra.....	31
2.5.	Maquinaria y equipo.....	31
2.5.1.	Grúa .....	32
2.5.2.	Equipo de protección personal.....	32
2.5.2.1.	Calzado industrial.....	33
2.5.2.2.	Careta para soldar.....	34
2.5.2.3.	Tapones auditivos .....	34
2.5.2.4.	Protección nasal.....	35

	2.5.2.5.	Gabacha, mangas y guantes .....	36
	2.5.2.6.	Casco de seguridad.....	36
	2.5.3.	Herramientas .....	38
	2.5.3.1.	Marcador para metal.....	38
	2.5.3.2.	Metro .....	38
	2.5.3.3.	Nivel.....	39
	2.5.3.4.	Escuadra.....	39
	2.5.3.5.	Electrodo.....	39
	2.5.3.6.	Disco de corte.....	41
	2.5.3.7.	Disco para pulir.....	41
	2.5.4.	Equipo de corte.....	41
	2.5.5.	Pantógrafo .....	42
	2.5.6.	Máquina de soldar .....	42
	2.5.7.	Equipo para pintar .....	43
2.6.		Descripción del proceso .....	43
	2.6.1.	Orden de material .....	43
	2.6.2.	Recepción del producto .....	43
	2.6.3.	Traslado del producto al área de trabajo .....	44
	2.6.4.	Trazado en la materia prima .....	44
	2.6.5.	Corte de piezas.....	44
	2.6.6.	Soldadura de piezas .....	44
	2.6.7.	Traslado de estructura terminada .....	45
3.		PROPUESTA .....	47
	3.1.	Verificación de existencia de materiales de la empresa .....	47
	3.2.	Codificación de materiales existentes .....	47
	3.2.1.	Tipos de discos.....	47
	3.2.2.	Tipos de láminas.....	48
	3.2.3.	Tipos de vigas.....	48



3.2.4.	Tipos de electrodos .....	49
3.3.	Clasificación de mermas .....	49
3.3.1.	Tipo de material.....	50
3.3.1.1.	Dimensiones.....	50
3.4.	Cálculo de materiales para proyectos .....	50
3.4.1.	Analizar la metodología actual .....	52
3.5.	Implementación de sistemas de registros .....	54
3.5.1.	Registros determinísticos .....	54
3.5.1.1.	Obtención de datos .....	54
3.5.1.2.	Gráfica cantidad vs tiempo .....	55
3.5.2.	Pronósticos de compras .....	55
3.5.3.	Costo por almacenaje .....	58
4.	DESARROLLO .....	59
4.1.	Materiales.....	59
4.1.1.	Sistema de códigos .....	59
4.1.2.	Distribución en la planta de los materiales .....	59
4.2.	Mermas .....	61
4.2.1.	Clasificación .....	61
4.2.1.1.	Por su material .....	61
4.2.1.2.	Por sus características .....	61
4.2.1.3.	Codificación.....	62
4.3.	Sistema de registros.....	62
4.3.1.	Variables cuantitativas .....	65
4.3.1.1.	Existencias .....	65
4.3.1.2.	Planificado.....	66
4.3.1.3.	Ciclo .....	66
4.3.1.4.	Nivel máximo.....	66
4.3.1.5.	Nivel de reorden .....	67

4.3.1.6.	Stock de seguridad .....	68
4.3.1.7.	Línea teórica de consumo .....	68
4.3.1.8.	Cantidad óptima de pedido .....	69
4.3.1.9.	Existencia 1 .....	70
4.3.1.10.	Existencia 2 .....	70
5.	MEJORA CONTINUA.....	79
5.1.	Registros .....	79
5.1.1.	Control físico por proyecto.....	79
5.2.	Disminuir cantidad de mermas .....	79
5.3.	Capacitación.....	80
5.3.1.	Manejo de equipos .....	80
5.3.2.	Manejo de materiales .....	81
5.4.	Motivación .....	81
5.4.1.	Teoría de la motivación humana.....	82
	CONCLUSIONES .....	87
	RECOMENDACIONES .....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Localización de INMECASA.....	3
2.	Organigrama General de INMECASA.....	7
3.	Croquis del área administrativa.....	23
4.	Área de tornos.....	25
5.	Área de fabricación.....	26
6.	Flujograma de trazado.....	28
7.	Flujograma de corte.....	29
8.	Flujograma de soldadura.....	30
9.	Plano del proyecto.....	51
10.	Ejemplo de gráfica de cantidad vs tiempo en registros determinísticos.....	55
11.	Gráfica de pronóstico de ventas.....	57
12.	Distribución en la planta de los materiales.....	60
13.	Gráfica de variables cuantitativas (L3/16).....	72
14.	Gráfica de variables cuantitativas (C4).....	74
15.	Gráfica de variables cuantitativas (W8).....	76
16.	Gráfica de variables cuantitativas (E7018).....	78
17.	Pirámide de Maslow.....	83

## TABLAS

I.	Peso de materiales .....	53
II.	Total requerido de material para el proyecto .....	53
III.	Pronósticos de ventas.....	56
IV.	Codificación de materiales.....	59
V.	Codificación de mermas .....	62
VI.	Explosión de materiales, total planificado .....	66
VII.	Nivel máximo de materiales (Nmax) .....	67
VIII.	Nivel de reorden (N.R) .....	67
IX.	<i>Stock</i> de seguridad (S.S.).....	68
X.	Línea teórica de consumo (LTC).....	69
XI.	Cantidad óptima de pedido (Qopt) .....	69
XII.	Existencia 1 .....	70
XIII.	Existencia 2 .....	70
XIV.	Cronograma de pedidos L3/16 .....	71
XV.	Cronograma de pedidos C4 .....	73
XVI.	Cronograma de pedidos W8 .....	75
XVII.	Cronograma de pedidos E7018 .....	77



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>LTC</b>	Sirve para graficarla y conocer mediante su intersección con S.S. la fecha de ingreso de pedidos, ordenados alfabéticamente
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>N.R.</b>	Es la cantidad de materia prima en la cual se debe realizar un pedido de materiales
<b>Nmax</b>	Es el nivel máximo de materiales que se pueden tener almacenados
<b>Qopt</b>	Es la cantidad optima de materia prima para cubrir los proyectos, esta es la cantidad a realizar por pedido
<b>RNR</b>	Es el período de tiempo que resulta del promedio de las últimas entregas
<b>Rss</b>	Es el período de tiempo entre la entrega más tardía y el promedio calculado para N.R.
<b>S.S.</b>	Es la cantidad mínima de materia prima que se debe tener en la planta para cubrir cualquier emergencia.



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad.
<b>Chatarra</b>	Conjunto de trozos de metal de desecho que se almacena y posteriormente se funde para su comercialización.
<b>Costos ocultos</b>	Son los gastos que no son necesarios para el funcionamiento de la empresa y suelen pasar desapercibidos para los sistemas contables.
<b>Estructura metálica</b>	Obra donde la mayoría de las partes son fabricados con materiales metálicos, normalmente acero.
<b>Inventario</b>	Es una relación ordenada, detallada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa.
<b>Merma</b>	Es el sobrante de materia prima luego de un proceso de fabricación.
<b>Stock</b>	Son todos los bienes que una organización posee y que sirven para la realización de sus objetivos.



## RESUMEN

La empresa Ingeniería Mecánica para Centro América S.A (INMECASA) es una empresa dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, montaje y mantenimiento de equipo mecánico, las cuales lo han llevado a estar en el segmento laboral de grandes empresas del país a las cuales les ha brindado sus servicios para el desarrollo de los diferentes comercios a los cuales se dedican.

Al ser un trabajo elaborado por recursos humanos siempre se incurre en fallas, en este tipo de trabajos se reduce a realizar malos cortes en los diferentes materiales o una mala soldadura, que genera así desechos los cuales se envían al área de chatarra; se pierde así el valor de la materia prima. La merma que se desecha se procede a venderla a empresas dedicadas a su reciclaje, las cuales realizan un proceso de fundición y vuelven a poner a la venta la materia prima para su nuevo uso.

En coordinación con el personal encargado de proyectos, se analizarán los trabajos a elaborar en los cuales se procederá a utilizar los materiales ya existentes en bodegas previamente verificados por registros existentes en la empresa, que serán codificados para llevar un mejor control y así aprovechar al máximo los recursos de la empresa; también, se tendrá un control de las mermas, las cuales se clasificarán según sus características para su reutilización y para disminuir los costos en la empresa.

Se procederá a calcular las variables que indicarán los niveles de materia prima que se necesita para cumplir con la demanda tomando en cuenta los



niveles más altos y los más bajos con los que se pueda elaborar el proyecto en curso. Así como tener fechas estimadas de entrega de productos para coordinar de una mejor manera los diferentes trabajos por realizar.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar un sistema de registros estadísticos para reducir costos ocultos, a través de un control de mermas en la fabricación de estructuras metálicas en la empresa INMECASA.

## Específicos

1. Determinar las características que deben tener las mermas para que pueden ser utilizadas en futuros proyectos.
2. Establecer un plan para organizar las mermas ubicadas actualmente en la planta y así evitar la compra de materia prima que ya está disponible.
3. Crear un procedimiento que permita realizar el cálculo de materiales necesarios para la realización del proyecto con la mayor exactitud posible.
4. Crear conciencia mediante capacitaciones al personal involucrado en el proyecto, para evitar costos innecesarios y generar ahorros para la empresa.
5. Disminuir los costos ocasionados por el tiempo de espera necesario para la recepción de materiales durante el desarrollo del proyecto.

6. Proponer la realización de un solo pedido de materiales por proyecto para tener mayor poder de negociación con los proveedores y disminuir el valor de la orden de compra y tiempos de entrega.
7. Disminuir los volúmenes de merma destinados a chatarra ya que su valor de venta es menor comparado con su reutilización.

## INTRODUCCIÓN

Ingeniería Mecánica para Centroamérica S.A, conocida por sus siglas INMECASA, es una empresa de origen guatemalteco dedicada a la construcción de estructuras con acero y montaje de equipo mecánico, fundada el 14 de junio del año 1992.

La empresa actualmente presenta la problemática de la ausencia de un sistema que contabilice con exactitud los materiales que son necesarios para la elaboración de los proyectos que realiza; esto conlleva, por lo general, que haya materiales faltantes o sobrantes durante la realización de los trabajos y esto a su vez conduce a que se tengan atrasos en el tiempo de entrega y también la acumulación de materiales en planta.

Otro problema que afecta a la empresa es que no se tiene un adecuado control de mermas al término ya sea de una fase del proyecto, o bien, del proyecto finalizado, que afecta así de manera directa los costos de la empresa, ya que al no reutilizar los residuos se incurre en compras de materia prima no necesarias para futuros proyectos y en la acumulación de materiales que son arrojados a un área específica destinada para la chatarra, la cual se vende a empresas dedicadas a su reciclado; se pierden así una cantidad considerable de dinero ya que su precio de venta es mucho menor.

Una de las causas principales de esta problemática es la falta de organización de todos los involucrados en el proyecto, los cuales al no tener con exactitud la cantidad necesaria para la realización del proyecto y un registro de los materiales que se tienen en *stock*, se ven en la necesidad de realizar

pedidos parciales al área de compras y seguir generando costos innecesarios a la empresa.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Descripción de la empresa**

Ingeniería Mecánica para Centroamérica S.A. mejor conocida como INMECASA, es una empresa que presta sus servicios profesionales en la rama de la ingeniería mecánica, siendo esta de la más alta calidad a empresas del sector industrial en Guatemala, con el propósito de mejorar los procesos operativos y con el fin de colaborar con la generación de empleos en el país y así contribuir con el desarrollo del mismo.

### **1.1.1. Historia**

INMECASA es una empresa guatemalteca dedicada a la fabricación de estructuras con acero, montaje y desmontaje de equipos mecánicos con una experiencia de 24 años; brinda servicios al sector industrial en Estados Unidos y Centro América.

INMECASA a lo largo de sus años se ha caracterizado por crear buenas relaciones laborales debido a la satisfacción de sus clientes, con base en los proyectos realizados. Los clientes actuales de la empresa pertenecen a la industria del azúcar, alcohol, producción de energía eléctrica, elaboración de cemento y extracción de níquel por lo que se ha podido desarrollar laboralmente en un amplio sector industrial en el país.

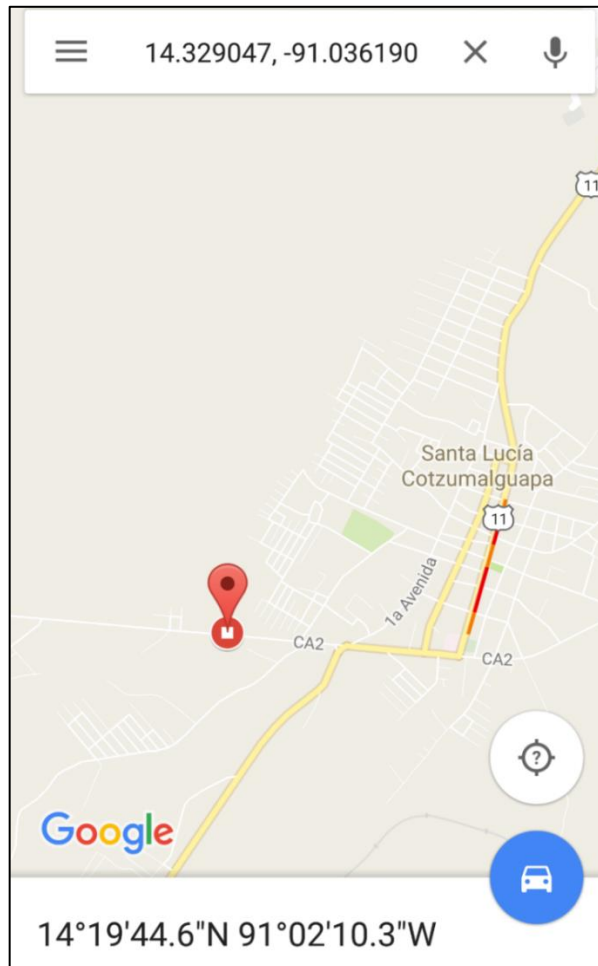
La empresa comienza como una idea de un taller mecánico enfocado a la realización de fundición de acero para el moldeo de piezas metálicas; la

comercialización de la misma o bien, la aplicación de las piezas para el desarrollo de diversas actividades programadas. Fue hasta que el crecimiento de la empresa sobrepasó los límites de producción para satisfacer sus necesidades, que se vieron en la necesidad de dejar por un lado la fabricación de las piezas y comenzar a comprar sus materiales a distintos proveedores guatemaltecos e internacionales.

### **1.1.2. Localización**

INMECASA se encuentra localizada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla a 90,5, kilómetros con dirección suroeste de la ciudad capital por la carretera CA2 al pacífico.

Figura 1. **Localización de INMECASA**



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com/maps>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

### 1.1.3. Misión

“Prestar servicios de ingeniería mecánica para Norte y Centroamérica, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes en el área industrial y agroindustrial.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INMECASA. *Misión y visión de la empresa*. [www.inmecasa.com](http://www.inmecasa.com). Consulta: 15 de julio de 2018.

#### **1.1.4. Visión**

“Ser una empresa líder en la prestación de todo tipo de servicios de ingeniería mecánica en Centroamérica y Norte América, optimizando los recursos disponibles a través de la mejora continua.”<sup>2</sup>

#### **1.1.5. Valores**

- Responsabilidad: realizar las actividades competentes al negocio de la mejor manera, pensando en las consecuencias que se puedan suscitar.
- Honestidad: respetar la justicia que se vive en las instalaciones mediante la práctica de sinceridad y coherencia.
- Puntualidad: acatar las normas de entrada, salida y refacciones para cumplir con la planificación de la empresa.
- Dedicación: esforzarse cada día en ser el mejor empleado, mediante la aplicación de esfuerzo y actitud de colaborar con los propósitos de la empresa.
- Compromiso: dar el mayor esfuerzo en las actividades diarias y realizar las tareas conforme se exijan por parte de sus inmediatos superiores.
- Calidad: realizar las actividades de la mejor manera para emitir un sello que las caracterice sobre otras cosas.

---

<sup>2</sup> INMECASA. *Misión y visión de la empresa*. [www.inmecasa.com](http://www.inmecasa.com). Consulta: 15 de julio de 2018.

## **1.2. Tipo de organización**

A continuación, se describe el tipo de organización de la empresa.

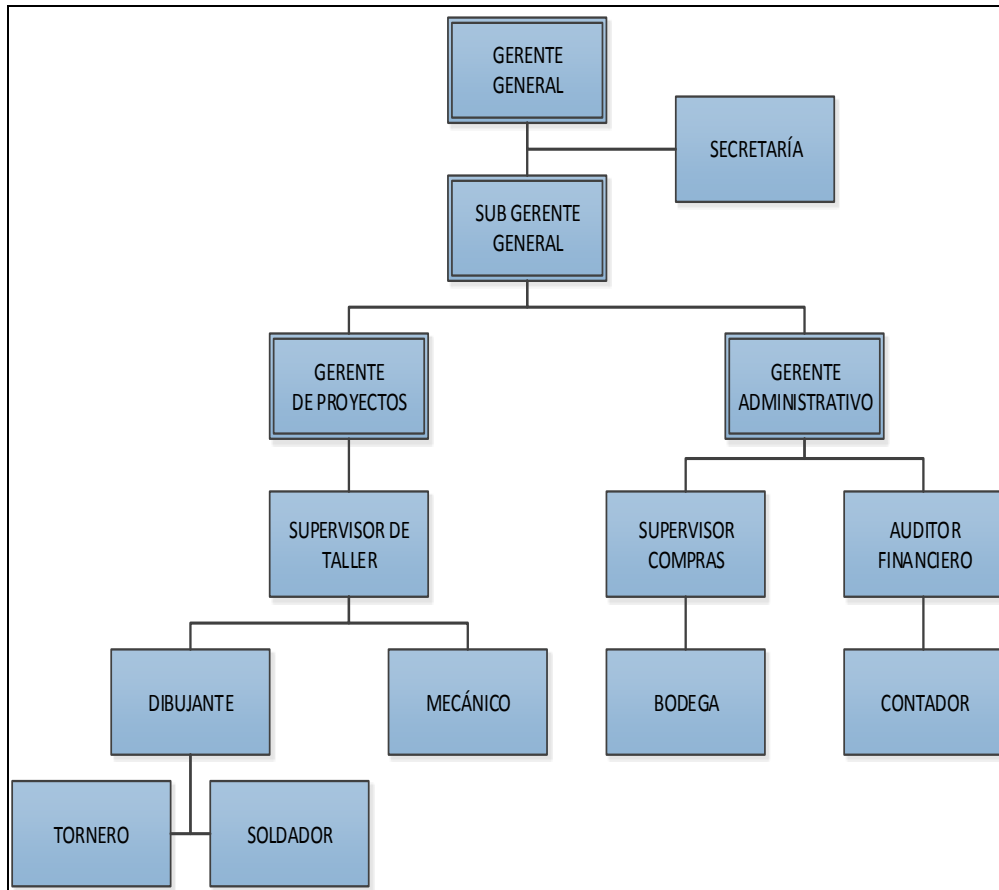
### **1.2.1. Organigrama**

La empresa INMECASA posee una estructura por jerarquía de puestos, la cual se puede plasmar a través de los rangos jerárquicos y los distintos departamentos a los cuales pertenecen los miembros de la empresa.

- Gerente general: de profesión ingeniero mecánico, es el encargado de realizar las negociaciones con los clientes, para llegar a los acuerdos monetarios que resulten en beneficios para la empresa.
- Subgerente general: de profesión soldador, con esfuerzo y dedicación pudo lograr llegar a este puesto gracias a su amplia experiencia sobre los trabajos a los que se dedica la empresa; es el encargado de realizar las inspecciones en los diferentes proyectos para verificar su correcto funcionamiento.
- Gerente de proyectos: de profesión ingeniero agrónomo, es el designado para la realización de un proyecto específico el cual debe realizar el proceso de dotación de personal calificado para desempeñar las actividades y velar que se desarrollen de la mejor manera.
- Gerente administrativo: de profesión ingeniero industrial, es la encargada de realizar las cotizaciones para los diferentes trabajos; vela por la economía de la empresa sin descuidar la calidad requerida por los clientes.

- Auditor financiero: es el encargado de llevar la situación legal de la empresa.
- Supervisor de taller: de profesión soldador, es el encargado de asignar todas las actividades para el desarrollo de un proyecto.
- Supervisor de compras: de profesión secretaria, es la encargada de realizar las cotizaciones de materiales a utilizar para el desarrollo de los diferentes proyectos que obtenga la empresa.
- Dibujante, es el encargado de realizar los diseños de los proyectos que se van a realizar, así como su interpretación y explicación.
- Mecánico: es el encargado de verificar que todos los equipos y maquinaria dentro de la empresa se encuentren en las mejores condiciones para desempeñar de manera correcta las actividades programadas.
- Bodega: es el encargado de verificar que la empresa tenga los suficientes recursos para desempeñar las actividades diarias.
- Contador: es el encargado de llevar las actividades financieras de la empresa.
- Tornero: es el operario encargado de realizar actividades relacionadas con barrenar, refrentar, realizar roscas, entre otros.
- Soldador: es el operario encargado de realizar actividades relacionadas con uniones de materiales, trazados y corte de materiales.

Figura 2. **Organigrama General de INMECASA**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 1.3. **Proceso de fabricación**

A continuación, se describe el proceso de fabricación de la empresa.

#### 1.3.1. **Definición**

“Un proceso es un conjunto de pasos ordenados los cuales se deben seguir para alcanzar un objetivo o una meta, en este caso la fabricación de un

determinado proyecto el cual se elaborará bajo las especificaciones de los clientes”.<sup>3</sup>

### **1.3.2. Características**

Para la fabricación de un proyecto para la construcción de estructuras metálicas deben poseerse los planos para su elaboración, seguido, enviarlos a diferentes áreas en planta donde se les darán las formas requeridas y las condiciones adecuadas para que pueda ser un producto terminado. Se deben cumplir con los requerimientos del cliente por lo que no se debe dejar ningún detalle sin tomar en cuenta.

### **1.3.3. Tipos de procesos realizados**

- Proceso de requerimiento de materiales

Se hace un estimado de los materiales a utilizar mediante cálculos matemáticos que involucran volúmenes de las estructuras a realizar, tipos de materiales, disponibilidad en el mercado, tiempos de entrega, entre otros. Previo a la realización de un análisis por parte de los encargados del proyecto para revisar los distintos planos e identificar posibles imprevistos en la realización de los trabajos los cuales requieran materiales posteriores a los previstos, para así presentarle el plan al gerente del proyecto el cuál autorizará la orden del pedido.

- Proceso de compra

---

<sup>3</sup> Gobierno de Aragón, Unión Europea. *Gestión de procesos*. [www.aragon.es/GESTION\\_PROCESOS.pdf](http://www.aragon.es/GESTION_PROCESOS.pdf). Consulta: 3 de mayo de 2019.



Se realizan cotizaciones a varios proveedores para obtener un análisis calidad-precio el cual pueda reducir los costos de la empresa previo a presentar el informe para tomar una decisión de compra.

La política actual de compra de la empresa se basa en la confianza que se ha creado con los distintos proveedores los cuales garantizan la calidad de los productos y brindan diferentes comodidades de pago para abastecerse ante cualquier situación adversa a los planes.

- Proceso de recepción

La empresa INMECASA cuenta con distintas bodegas de almacenaje, una localizada en la ciudad capital, en las cuales los proveedores que no cuentan con un servicio de entrega en el interior del país pueden realizar las entregas.

Posteriormente, los encargados de transporte de la empresa se dedican a recoger los materiales y distribuirlos en las bodegas de la planta central donde se organizan para un buen control.

Se descarga el material en lugares destinados para el almacenamiento, los cuales cuentan con fácil acceso para el desempeño de las actividades posteriores.

- Proceso de soldadura

Las piezas elaboradas en el proceso de corte se unen mediante soldadura eléctrica y la aplicación de materiales de aportación; se realiza el proceso de soldadura eléctrica debido a las grandes dimensiones de los materiales a

utilizar lo cual impide otras técnicas de soldadura más suaves como se le denomina en la industria.

Los materiales de aportación son mejores conocidos como electrodos los cuales están cubiertos por un material denominado revestimiento, el cual es el encargado de facilitar las diversas posiciones en las que se puede soldar, así como darles un buen aspecto físico a los cordones y mejorar la calidad de la soldadura.

Los materiales son capaces de fusionarse al formar un arco eléctrico por el flujo de corriente a través del electrodo, luego de que se enfríe el material crean un cordón de soldadura para brindar la forma y capacidad de carga requerida por el cliente.

#### **1.4. Materiales de apoyo**

A continuación, se describen los materiales de apoyo utilizados.

##### **1.4.1. Definición**

En la soldadura, los materiales de apoyo son conocidos como materiales de aporte, los cuales se utilizan para elaborar cordones de soldadura de buena calidad en los que se distingue el núcleo y el revestimiento del elemento de aporte y se clasifican según el tipo de procedimiento que se realizará.

##### **1.4.2. Tipos de materiales de apoyo**

- Electrodo

El electrodo es una varilla metálica utilizada en soldadura eléctrica que está cubierta por distintos materiales dependiendo de su función, los cuales son utilizados para conseguir una buena ionización, para facilitar la formación de un cordón de soldadura y para conseguir propiedades contra la oxidación.

“Las características mecánicas de los aceros están definidas en gran medida del tipo de aleación incorporada durante su fabricación. Por tanto, los electrodos empleados para soldadura se deberán seleccionar en función de las características del acero que se vaya a soldar.

Estas características de los electrodos existentes en el mercado son atribuidas al revestimiento que cubre al alambre del electrodo. Este alambre suele ser del mismo tipo, acero al carbón AISI 1010 que tiene un porcentaje de carbono de 0,08C % a 0,12C % para la serie de electrodos más comunes.”<sup>4</sup>

- **Alambres sólidos**

Este tipo de material de apoyo se utiliza en soldadura denominada MIG/MAG. Son hilos con diferentes diámetros dependiendo de la penetración que se desee, estos hilos son recubiertos con cobre para que sean buenos conductores y reducir oxidaciones.

## **1.5. Materiales de construcción**

A continuación, se describen los materiales de construcción a utilizar.

### **1.5.1. Definición**

Son materias primas utilizadas para la elaboración de edificios o diferentes obras en la industria de construcción.

---

<sup>4</sup> Scribd. *Electrodos para soldadura por arco*. <https://es.scribd.com/document/273673768/Electrodos-Para-Soldadura-Par-Arco>. Consulta: 9 de mayo de 2019.

Los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales que están disponibles en grandes cantidades en el planeta. Estos materiales tienen la característica que son de larga duración debido a su dureza, resistencia o su facilidad de limpieza.

Los materiales de construcción dependiendo de su materia prima se pueden clasificar en:

- Arena
- Arcilla
- Piedra
- Metálicos
- Orgánicos

### **1.5.2. Tipos de materiales de construcción**

En la empresa INMECASA, desde sus orígenes, se realizan construcciones con diferentes tipos de materiales metálicos, para la elaboración de concreto. En estos 2 tipos de materiales utilizados con mayor frecuencia podemos mencionar:

- Materiales metálicos
  - Láminas

Son lingotes de acero fundido deformado hasta lograr las medidas requeridas en un proceso de estiramiento, estas mismas se comercializan por calibres; son desde el calibre 7 hasta el calibre 28 o su equivalente en milímetros, de 4,7 hasta 0,4.

Las láminas de acero se forman con base a los materiales que se han empleado para su elaboración. Las láminas de acero estructural son elaboradas con bajo contenido de carbono y tienen un grado A36. Las láminas de acero inoxidable están compuestas de acero más un agregado como mínimo del 11 % de cromo para evitar que el acero no sufra ningún daño por parte del ambiente. Las láminas galvanizadas reciben una capa de zinc mediante una inmersión en caliente para proteger la lámina de la corrosión

- Vigas

Son elementos estructurales que reciben cargas distribuidas a lo largo de su longitud, las vigas tienen varias aplicaciones en la industria de la construcción entre las que se pueden mencionar, rótulos publicitarios, puentes, bodegas, entre otros. Las vigas se pueden encontrar de tipo H, I, U y WF.

- Costaneras

Son elementos para fijación utilizados en cubiertas, se les conoce como perfil C o canaleta, para la fabricación de las costaneras se utiliza comúnmente lámina de acero como materia prima y atraviesa un proceso de doblado en frío mediante dobladoras de láminas; este tipo de perfil es utilizado comúnmente en la fabricación de almacenes, bodegas, naves industriales, centros comerciales y demás.

- Tornillos

Son elementos utilizados para la fijación de unas piezas con otras, el cual se inserta en un agujero y se fija con una tuerca, los tornillos se utilizan según sea la necesidad o la aplicación que tengan. Los tornillos se clasifican por la

forma de su cabeza: hexagonales, Phillips o estrella, tipo Allen o de apriete manual.

- Materiales para concreto

- Arena

Es un material compuesto de partículas de rocas; el componente más común es la sílice; la arena se puede clasificar según las dimensiones que posean los granos: gruesas, medias y finas.

- Piedrín

Piedra triturada utilizada para la construcción de materiales prefabricados como muros de concreto, cualquier tipo de fundición y todo tipo de construcción. Este material se comercializa con base en sus medidas de diámetro las cuales van desde los 3/8" hasta de 1".

- Cemento

Es un material formado de piedra caliza, arcilla y yeso el cual al tener contacto con agua y mezclarse entre sí forma una masa la cual se endurece en el transcurso de poco tiempo; hay diferentes tipos de cemento y en el mercado guatemalteco los más comunes son los distribuidos por Cementos Progreso: cemento UGC, cemento para pavimento, cemento estructural, cemento Pegablock y cemento blanco con diferentes aplicaciones en la industria guatemalteca.

## **1.6. Mermas**

Las mermas en la industria para la que labora la empresa son de vital importancia al ser catalogadas como reutilizables, con el propósito de poder reducir costos, siempre y cuando se les dé un manejo adecuado a las mismas, teniendo como base un conocimiento adecuado sobre el uso del equipo que modifica sus características.

### **1.6.1. Definición**

Es la pérdida de características físicas en los productos los cuales se encuentran en los registros de la empresa; presenta dificultades para utilizarse plenamente en futuros ejercicios.

### **1.6.2. Tipos de mermas**

- Mermas administrativas

Son producidas por errores en los pedidos, los cuales no se realizan con exactitud o por recibir productos no acordes a los pedidos realizados.

- Mermas operativas

Son las producidas por errores de mano de obra como descuido o una deficiente capacitación.

### **1.6.3. Manejo de mermas**

Actualmente, INMECASA cuenta con un área destinada para el desecho de mermas operativas en la cual se espera a tener una cantidad considerable para proceder a su venta a empresas dedicadas al reproceso del metal como las chatarreras.

Este tipo de actividades generan pérdidas considerables debido a que no se aprovechan al 100 % los materiales y se le brinda la oportunidad a terceros de aprovechar los recursos por los cuales ya se ha invertido en la empresa.

## **1.7. Sistema de registros**

A continuación, se describen los diferentes tipos de registros a utilizar.

### **1.7.1. Tipos de registros**

- Según su forma
  - Registro de materias primas

Son todos los materiales que posee la empresa los cuales son utilizados en el proceso de fabricación de sus productos, por ejemplo, vigas, electrodo, láminas, costaneras y discos.

- Registro de producto para procesos

Son todos los materiales y equipos que se involucran de manera directa en los trabajos que se elaboran en la empresa por ejemplo las vigas y láminas.



- Registro de suministros de fábrica

Son los materiales que no se pueden cuantificar de manera exacta debido a la gran cantidad de *stock*, por ejemplo, los tornillos, tuercas, roldanas, unidades de electrodos, entre otros.

- Según su función

- Registro de seguridad

Es para compensar algún incremento de la demanda y los riesgos de paros en la producción no planeados.

- Registro en tránsito

Son los materiales que se han pedido en el departamento de compras pero que aún no se han recibido.

- Registro de ciclo

Es cuando se tienen más materiales que los que la empresa necesita para satisfacer sus necesidades de la empresa.

- Desde el punto de vista lógico

- Existencias de seguridad

Se crea para cuando varíe la demanda de existencias y el tiempo de reaprovisionamiento.

- Existencias obsoletas, muertas o perdidas

Entre más tiempo se tengan los materiales pueden incurrir en deterioro parcial o total, así como posible robo o vencimiento de los productos.

### **1.7.2. Métodos para controlar registros**

- Método PEPS

“Es un método en el que se utilizan los materiales que ingresaron primero a los inventarios de la empresa y esperan su turno los últimos que fueron adquiridos, por sus siglas se conoce como: primero en entrar primero en salir.”<sup>5</sup>

Tiene ciertas ventajas para efectos de la empresa INMECASA debido a que los materiales al ser en su mayoría metálicos, tienden a oxidarse y pierden una parte de sus propiedades y no se pueden reutilizar en algunos proyectos debido a las características específicas que se requieren por parte de los clientes, por lo que se requiere que se utilicen casi de manera inmediata para conservar todas sus características y brindar el servicio adecuado.

- Método UEPS

Los materiales adquiridos recientemente son los primeros en ser utilizados, por sus siglas se conoce como: última en entrar primera en salir.

Para efectos de la empresa INMECASA puede tener consecuencias el utilizar el método UEPS debido a que los materiales tienden a perder sus propiedades y la vida útil puede decrecer haciendo que las estructuras que

---

<sup>5</sup> SÁNCHEZ, Geo. *Contabilidad de costos*. [www.academia.edu/6259896/CONTABILIDAD\\_DE\\_COSTOS](http://www.academia.edu/6259896/CONTABILIDAD_DE_COSTOS). Consulta: 9 de mayo de 2019.

puedan ser producidas con los mismos puedan presentar cierto tipo de defectos en su funcionamiento.

- Método ABC

“Es el método de registros donde se dividen los artículos dependiendo de su valor, se le asignan costos a los mismos basándose en cómo hacen uso de las actividades, en la categoría A se encuentran los más valiosos y en la C los menos valiosos”.<sup>6</sup>

Este método tiene como propósito brindar a la gerencia herramientas para aumentar la rentabilidad para mejorar las decisiones que determinarán el camino financiero de la empresa.

- Método determinístico

“Es un modelo matemático en el que las condiciones iniciales van a producir de manera invariable las salidas de materiales sin dejar cosas al azar. En esto método se deben tener en cuenta proyecciones de compras para poder establecer niveles de compras y mediante los cálculos conocer las fechas en que se realizarán los pedidos; así como la fecha de ingreso de los materiales.”<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> LOKAD. *Análisis ABC (inventario)*. [www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](http://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)). Consulta: 11 de mayo de 2019.

<sup>7</sup> WedQuest. *Estadística para todos*. [www.estadisticaparatodos.es](http://www.estadisticaparatodos.es). Consulta: 11 de mayo de 2019.



## **2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

### **2.1. Descripción de productos y servicios**

- Cotizaciones de trabajos

El proceso de cotización se inicia desde que el cliente realiza el contacto con la gerencia administrativa para brindar los planos sobre el proyecto que este desee realizar, se realizan revisiones de los planos con el encargado de realizarlos para delimitar las cantidades de materiales que se requieren. Posterior a esto se calculan los precios con base en los materiales, los precios varían dependiendo si los materiales tendrán que ser importados o se pueden encontrar en el mercado guatemalteco. Como parte de las propuestas de trabajo, la empresa INMECASA ofrece la opción de realizar la fabricación, el envío, el montaje y el mantenimiento del equipo que se esté cotizando como una opción de trabajo extra para el cliente.

- Elaboración de estructuras metálicas

La empresa INMECASA elabora diferentes tipos de estructuras basadas en las especificaciones de los clientes, con cualquier tipo de material derivado del acero que se encuentre en el mercado guatemalteco o bien, de importación.

INMECASA se ha caracterizado por los tipos de trabajo que realizan: líneas de transporte de materiales, bodegas industriales, silos, tanques para el depósito de alcohol, torres de control, compuertas industriales, chimeneas, entre otros.

- Montaje y desmontaje de equipos mecánicos

INMECASA es una empresa reconocida a nivel nacional por la instalación de calderas para la producción de energía, como empresa ha obtenido la experiencia de desmontar equipos en países del extranjero e instalarlos en Guatemala, funciona de una manera correcta. También, se cuenta con la experiencia de montaje de equipos totalmente nuevos para las diferentes industrias del país.

- Alquiler de maquinaria pesada

INMECASA cuenta con una amplia variedad de equipo industrial por lo que se brinda el servicio de alquiler de grúas, montacargas, camiones, camiones de volteo, plataformas, máquinas para soldar y otros equipos con los que cuenta la empresa.

El alquiler de los equipos y la maquinaria se realiza mientras la empresa se encuentra trabajando en algún proyecto u otras empresas presentan dificultades con sus recursos, por lo que optan por alquilar y no perder el tiempo de producción que representa pérdidas económicas para ellos.

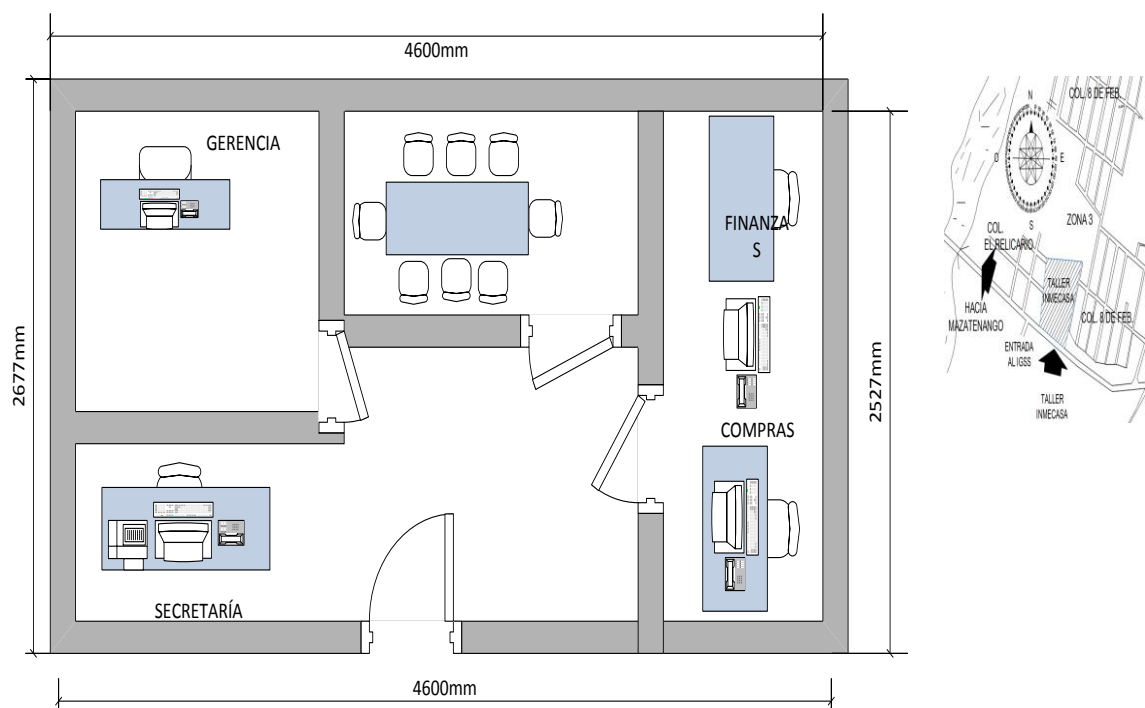
## **2.2. Áreas de la planta**

INMECASA es una empresa que posee instalaciones para el desarrollo de sus actividades en un área de 7,500 metros cuadrados, las cuales se dividen en 3 áreas, desde donde se produce el primer contacto con el cliente, hasta llegar a ser producto terminado y poder proceder a su entrega.

### 2.2.1. Área administrativa

El área administrativa se encuentra localizada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, a 90,5 kilómetros con dirección suroeste de la ciudad capital por la carretera CA2 al Pacífico.

Figura 3. Croquis del área administrativa



	Fecha	Nombre	Firma	Número
<b>Dibujado</b>	09/10/2016	Eddy Montejo		
<b>Revisado</b>	17/11/2017	Ing. Karla Martínez		01 de 01
<b>Croquis área administrativa</b>				

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### **2.2.2. Área operativa**

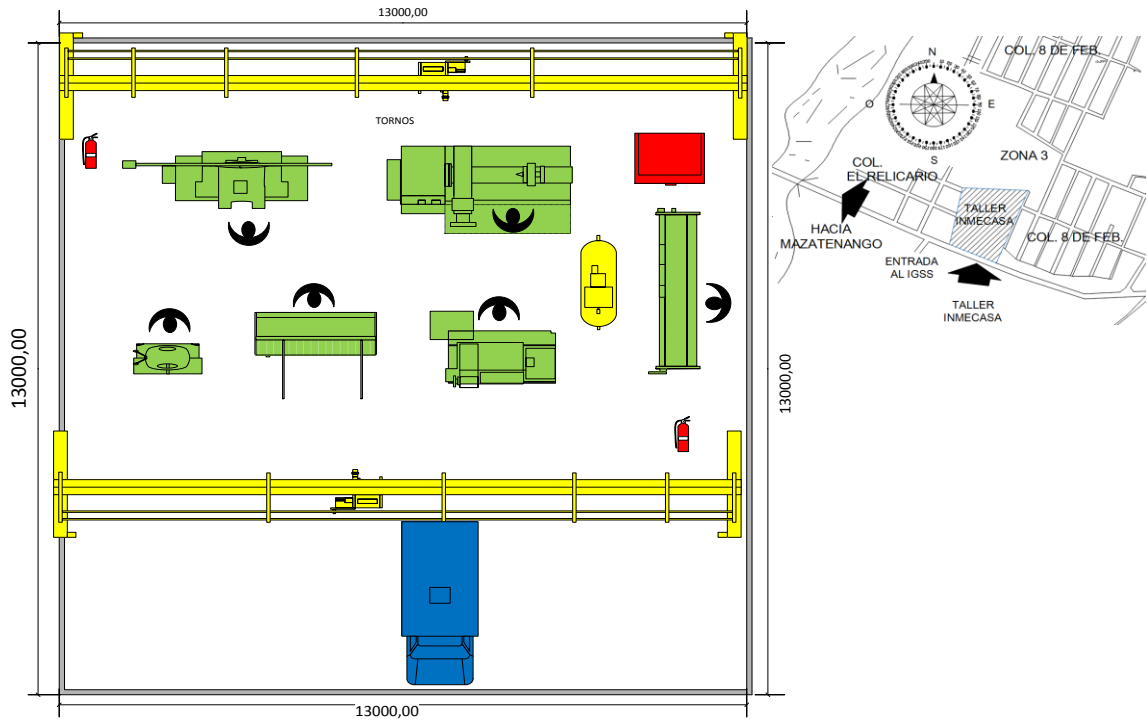
El área operativa es el área de mayor importancia en las actividades de la empresa INMECASA, debido a que en ella se desarrollan los proyectos solicitados bajo los más altos niveles de exigencia de los clientes. Ésta área cuenta con equipo de alta tecnología, infraestructura de primera categoría y el personal adecuado para las actividades a realizar.

#### **2.2.2.1. Área de tornos**

El área de tornos se encuentra localizada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, a 90,5 kilómetros con dirección suroeste de la ciudad capital por la carretera CA2 al Pacífico.



Figura 4. Área de tornos



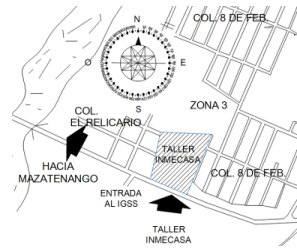
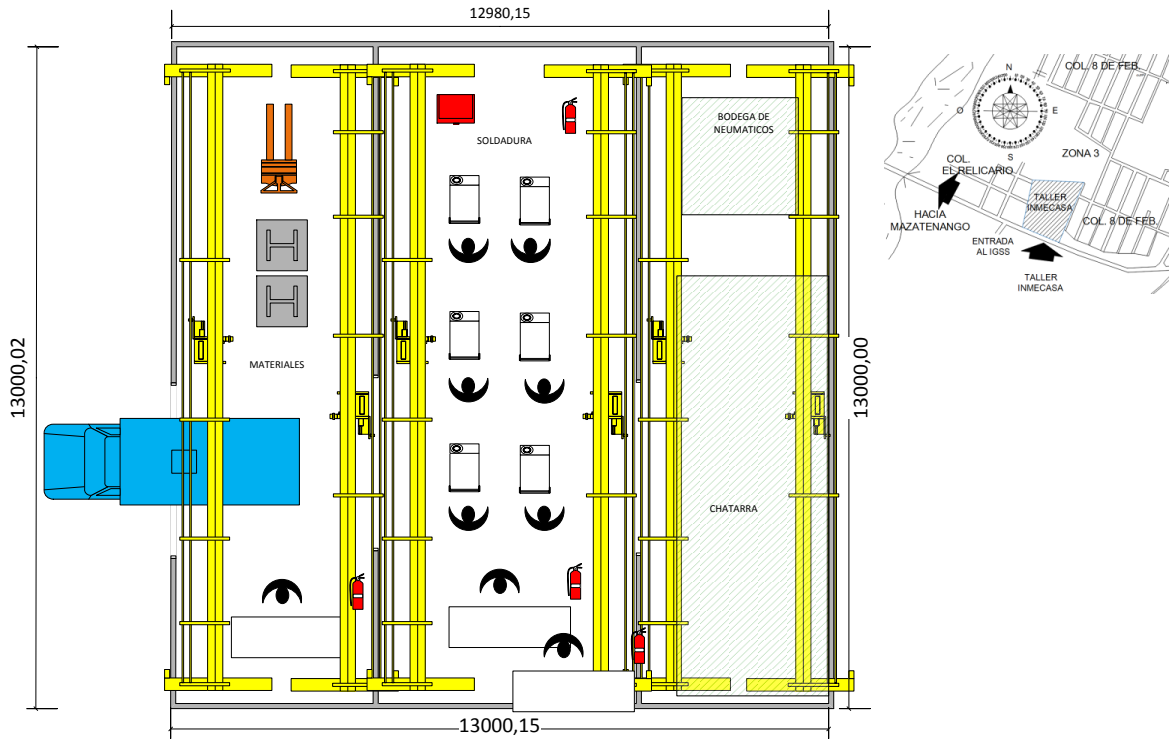
	Fecha	Nombre	Firma	Número
<b>Dibujado</b>	09/10/2016	Eddy Montejo		
<b>Revisado</b>	17/11/2017	Ing. Karla Martínez		01 de 01
<b>Croquis área de torno</b>				

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 2.2.2.2. Área de fabricación

El área de fabricación se encuentra localizada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, a 90,5 kilómetros con dirección suroeste de la ciudad capital por la carretera CA2 al Pacífico.

Figura 5. Área de fabricación



	Fecha	Nombre	Firma	
<b>Dibujado</b>	09/10/2016	Eddy Montejo		<b>Número</b> 01 de 01
<b>Revisado</b>	17/11/2017	Ing. Karla Martínez		
<b>Croquis área de fabricación</b>				

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 2.3. Procedimientos

Los supervisores de taller de la empresa, deben poder seguir los lineamientos base con los cuales puedan garantizar que sus trabajos se desarrollen de la manera adecuada, bajo las políticas de la empresa y cumpliendo con los requisitos de los clientes.

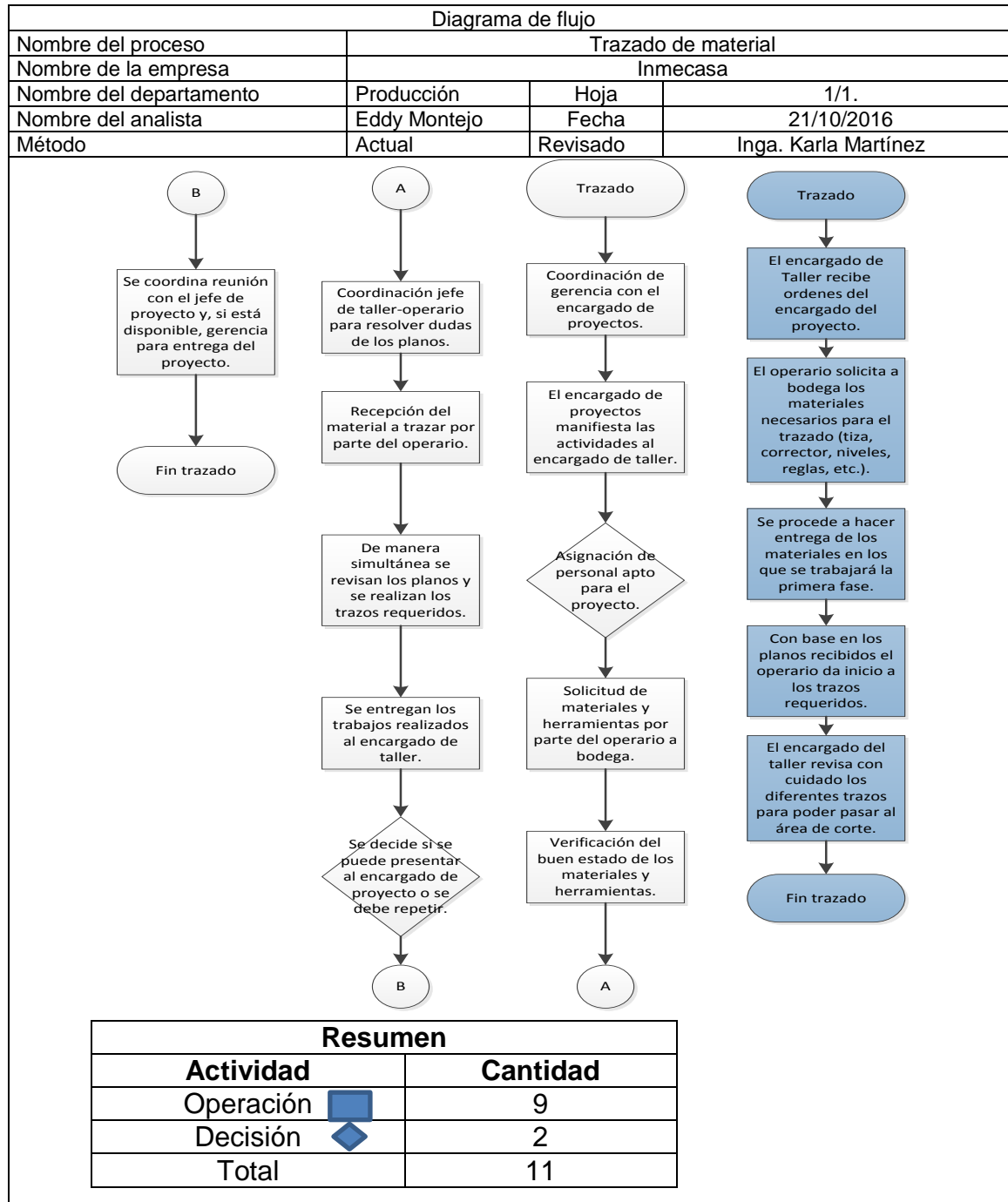
### **2.3.1. Diagrama de operaciones**

Los diagramas de operaciones son representaciones gráficas de los procesos que se llevan en una organización; los procesos son representados mediante símbolos unidos entre sí para indicar su dirección.

#### **2.3.1.1. Trazado**

El trazado durante la ejecución de un determinado proyecto corre con un papel muy importante, dado que la fabricación se realiza mediante el uso de plantillas extraídas de las escalas propuestas en los planos recibidos, estos trazados deben ser con exactitud, en espacios adecuados y empleando las herramientas necesarias para poder desarrollar las actividades con éxito.

Figura 6. **Flujograma de trazado**

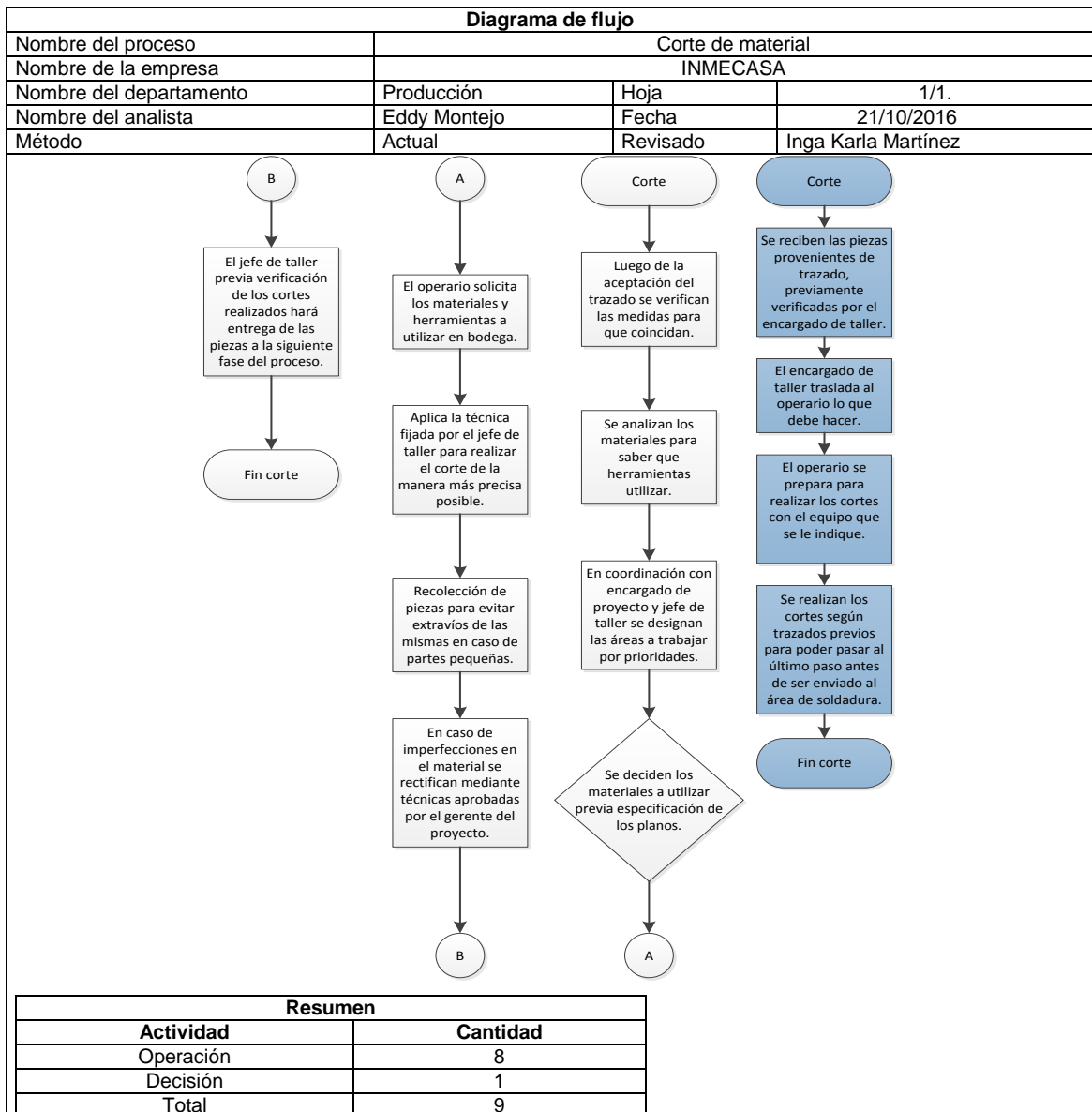


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2013.

### 2.3.1.2. Corte

A continuación, se muestra en la siguiente figura el flujograma de corte.

Figura 7. Flujograma de corte

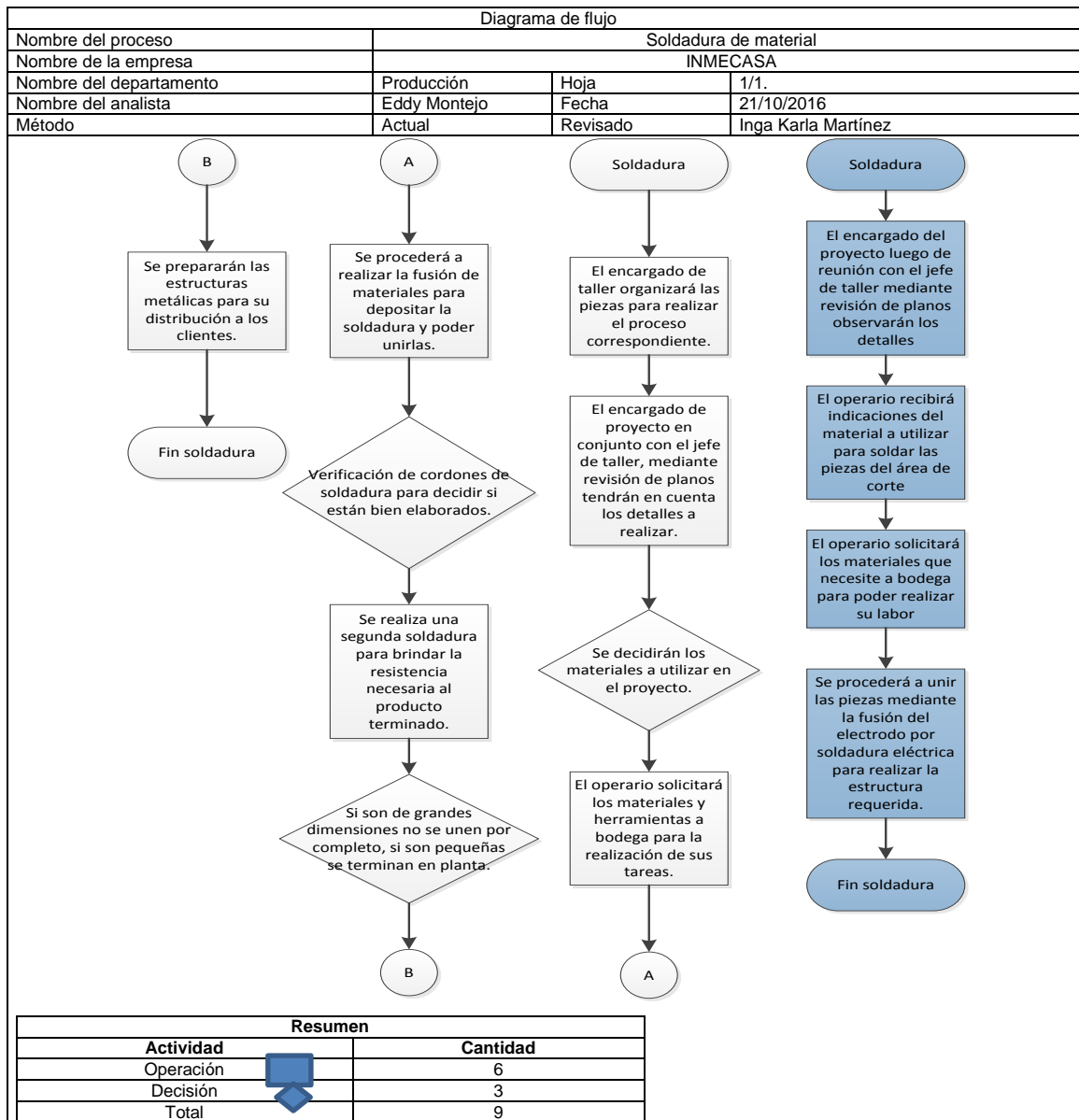


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2013.

### 2.3.1.3. Soldadura

A continuación, se muestra en la siguiente figura el flujograma de soldadura.

Figura 8. Flujograma de soldadura



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2013.

## **2.4. Materia prima**

Son elementos de la naturaleza los cuales son transformados por el hombre para la elaboración de diferentes productos.

### **2.4.1. Metodología de compra**

Se realiza un cálculo de los materiales a utilizar por el encargado del proyecto, el cual a su vez es supervisado por la gerencia de proyectos para evitar que se cometan errores al momento de enviar el pedido al departamento de compras.

Una vez el pedido fue recibido por la encargada de compras, se procede a realizar cotizaciones con diferentes proveedores con los que se busca lograr un equilibrio entre calidad y precio, por lo cual los proveedores deben garantizar la calidad de sus productos mediante previa demostración de los mismos; esto es común cuando se cotizan con marcas nuevas o que bien, no han sido utilizadas con anterioridad.

Cuando se obtienen todas las cotizaciones se toma la decisión entre gerencia y encargado de proyectos para determinar la mejor opción y brindarle al cliente un trabajo de la mejor calidad del mercado a un precio accesible.

## **2.5. Maquinaria y equipo**

En la industria de las empresas de metal mecánica tanto en Guatemala como en el mundo requieren de maquinaria o equipo específico para el movimiento de sus materiales, modificación a sus características o simplemente el cuidado de los operadores. INMECASA cuenta con maquinaria y equipo

certificado para desarrollar las actividades de manera segura, con cuidados al medio ambiente y cuidado del personal operativo.

### **2.5.1. Grúa**

Las grúas son máquinas destinadas a elevar de manera mecánica cargas suspendidas a través de su gancho y las hay de diferentes tipos:

- Móviles

Son las que se pueden transportar de un lugar a otro, las más comunes son las hidráulicas, las grúas pluma, grúas telescópicas y las que se propulsan por sí mismas.

Las más utilizadas en los ambientes laborales de la industria guatemalteca son las que poseen ruedas, denominadas todo terreno y las grúas que están sobre un camión.

- Fijas

Tienen poca movilidad y aumentan la capacidad de conseguir mayores alturas y soportar altas cargas. Las más comunes son las grúas puente.

### **2.5.2. Equipo de protección personal**

“Los equipos de protección personal son aquellos equipos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador para que le proteja de uno o varios



riesgos que puedan amenazar su salud o seguridad, así como cualquier otro complemento o accesorio destinado para tal fin.”<sup>8</sup>

El equipo de protección personal es la última medida que se toma para mitigar un riesgo dentro del área de trabajo; los equipos deben ser acorde a la actividad que se está realizando y deben cubrir los aspectos importantes de los reglamentos de seguridad que presente la empresa. El equipo de protección personal que se debe utilizar en Guatemala se rige por el *Reglamento de salud y seguridad ocupacional, Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas, 33-2016*.

#### **2.5.2.1. Calzado industrial**

“En los trabajos con riesgo de accidente mecánico en los pies por caída o golpes de objetos, se debe dotar a los trabajadores de calzado de seguridad, que debe reunir las características siguientes:

- Suela antideslizante.
- Puntera de acero, con resistencia acorde al riesgo y acorde a la magnitud que ocasionaría la caída de objetos pesados o cortaduras (golpes, quebraduras o trituración de los dedos).
- Con plantilla metálica entre la suela y la entre suela, cuando haya riesgo potencial de penetración de objetos punzocortantes que pueden causar lesiones en la planta del pie.
- Zapato dieléctrico, los cuales deben usarse cuando exista el riesgo de contacto con sistemas energizados, además estos no deben poseer algún medio metálico que sea conductor de la electricidad.

---

<sup>8</sup> República de Guatemala. DEBE SER UNA INSTITUCIÓN DEL ESTADO. *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas*. p. 61.

- La suela debe ser vulcanizada o cocida; sin clavos u otro material mecánico adicional que pueda condicionar un riesgo potencial para el trabajador.
- En caso de que se requiera proteger los dedos del pie, además del riesgo eléctrico, es necesario utilizar puntera de acero totalmente aislada de manera tal que no exista contacto directo con el pie.”<sup>9</sup>

### **2.5.2.2. Careta para soldar**

“A todos aquellos trabajadores expuestos a radiaciones luminosas, infrarrojas, ultravioletas, agentes químicos y biológicos, así como polvos, humos, neblinas, gases, vapores y voladura de partículas, se debe proteger la cara de todos estos agentes causales de daño según sea el caso en particular.”<sup>10</sup>

Son utilizadas para soldadura eléctrica las cuales deben tener un vidrio claro para observar el entorno y uno oscuro, para evitar lastimar los ojos por el arco eléctrico.

### **2.5.2.3. Tapones auditivos**

“Cuando el nivel del ruido en un puesto de trabajo sobrepase los ochenta y cinco decibeles (85dB) (A), es obligatorio el uso de protección auditivo, la cual debe ser proporcionada por el patrono de forma gratuita, además de corregir la fuente del ruido para evitar daños a la salud.”<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> República de Guatemala. DEBE SER UNA INSTITUCIÓN DEL ESTADO. *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas*. p. 67.

<sup>10</sup> *Ibíd.* p. 63.

<sup>11</sup> *Ibíd.* p. 57.

Debido a que el ruido en la empresa es considerable y es mayor a 100 decibeles se recomienda que los trabajadores utilicen orejeras de almohadilla para reducir impactos sonoros; la empresa INMECASA brinda a sus trabajadores protectores auditivos desechables y reutilizables.

#### **2.5.2.4. Protección nasal**

“Cuando por la índole de las labores realizadas en cualquier actividad donde se expongan los trabajadores a la acción agresiva de los contaminantes químicos como polvos, humos, gases, vapores, neblinas, entre otros y la vía de entrada más expuesta es la respiratoria, es necesario utilizar medios de protección al órgano afectado.

Para seleccionar el equipo de protección respiratoria se debe tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- Características físicas y químicas del contaminante.
- Características de las labores que se realizan.
- Condiciones del local con relación a las concentraciones del contaminante.”<sup>12</sup>

Se deben proteger a los trabajadores cuando estén en contacto con humo, gases, polvo. Los protectores deben poseer válvulas de inhalación y exhalación las cuales garanticen una mejor protección al empleado. La empresa INMECASA brinda a sus trabajadores mascarillas 3M con código 1730.

---

<sup>12</sup> República de Guatemala. DEBE SER UNA INSTITUCIÓN DEL ESTADO. *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas*. p. 68.

### **2.5.2.5. Gabacha, mangas y guantes**

“Todo trabajador que esté sometido a determinados riesgos de accidente de trabajo o enfermedad profesional o cuyo trabajo sea especialmente insalubre, está obligado al uso de la vestimenta de trabajo que le será facilitada gratuitamente por el patrono.”<sup>13</sup>

Son parte de la protección que se le debe dar a las extremidades superiores del cuerpo las cuales deben evitar los riesgos que se presenten; los materiales aptos para estos tipos de protección en la industria metalmeccánica son los elaborados con cuero ya que se manejan altas temperaturas y estos evitan que los operarios estén en contacto directo con los materiales calientes.

### **2.5.2.6. Casco de seguridad**

“Cuando exista riesgo de caída o proyección violenta de objetos sobre la cabeza es obligatorio el uso de cascos protectores debidamente garantizados, con las características siguientes:

- Clase G: para impactos, lluvia, fuego, sustancias químicas y protección eléctrica no mayor de dos mil doscientos (2 200) voltios.
- Clase E: con idénticas características a los cascos clase A, pero con protección eléctrica no menor de veinte mil (20 000) voltios.
- Clase C: con idénticas características a los cascos clase A, pero no deben ser utilizados cerca de cables eléctricos o donde existan sustancias corrosivas.”<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas*. p. 62.

<sup>14</sup> *Ibíd.* p. 63.

Este elemento de seguridad se debe implementar en ambientes donde haya riesgo de caídas de objetos, se recomienda para empresas como INMECASA que usen los cascos tipo B dictados por el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas en el Acuerdo Gubernativo 33-2016, los cuales indican que deben resistir impactos, lluvia y protección eléctrica no menor a 15 000 voltios.

Es importante inspeccionar constantemente el estado de los cascos para detectar daños los cuales puedan reducir el grado de protección que el vendedor ofrece.

Es necesario identificar los colores de los cascos según los lugares donde se labora, para conocer los cuidados que se deben tener. La empresa INMECASA maneja el siguiente código de colores para los cascos:

- Los cascos de color blanco son utilizados por ingenieros, gerentes y supervisores.
- Los cascos de color azul son utilizados por electricistas y otros operadores técnicos.
- Los cascos grises son empleados para las visitas de la planta de operaciones.
- Los cascos de color café son utilizados especialmente por soldadores y trabajadores expuestos a alto calor.

### **2.5.3. Herramientas**

“Son objetos elaborados para facilitar las actividades mecánicas que requieran de aplicaciones de energía.”<sup>15</sup>

Entre las herramientas de uso más común en la empresa INMECASA están las siguientes.

#### **2.5.3.1. Marcador para metal**

“Son marcadores con pintura especial de secado rápido los cuales se utilizan para realizar marcas duraderas en cualquier superficie dura, rugosa y sucia, esto con la intención de que no se pueda borrar y sirva para una fácil identificación lo cual permita un rápido acceso al material”.<sup>16</sup>

#### **2.5.3.2. Metro**

“Es un instrumento de medición los cuales constan de una cinta graduada que en su mayoría de ocasiones es de material metálico para evitar que se doble y lograr mejores mediciones, los metros manejan sistemas de mediciones donde se involucran, centímetros, metros y pulgadas para poder brindar informaciones más exactas dependiendo del sistema que utilicen en la institución donde es adquirido”.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> *Herramientas*. [www.es.wikipedia.org/wiki/Herramienta.com](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Herramienta.com). Consulta: 15 de mayo de 2017.

<sup>16</sup> Markal. *Marcador para metal*. <http://es.markal.com/liquid-paint-markers/marcador-de-metal-superfino-nissen-/>. Consulta: 16 de mayo de 2017.

<sup>17</sup> Wikipedia. *Marcador de metal fino*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_m%C3%A9trica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_m%C3%A9trica). Consulta: 16 de mayo de 2017.

### **2.5.3.3. Nivel**

“Es un instrumento utilizado para medir la horizontalidad y verticalidad de un objeto, es muy útil para evitar los errores generados por el ojo humano sobre un incorrecto posicionamiento de las cosas. El nivel consta de una burbuja que se debe posicionar a lo largo de unas marcas, para que el nivel sea exacto debe encontrarse dentro de ambas marcas para lograr el posicionamiento de referencia”.<sup>18</sup>

### **2.5.3.4. Escuadra**

“Es un elemento metálico que se usa para asegurarse la perpendicularidad entre dos superficies, es decir, que entre ambas formen un ángulo de 90°” Su principal uso en la empresa INMECASA es el de brindar líneas rectas a los operarios, la manera correcta para utilizarla es colocarla sobre una superficie firme y uniforme.<sup>19</sup>

### **2.5.3.5. Electrodo**

Es un elemento de aporte para la soldadura eléctrica con espesor entre 1,6 y 6 milímetros el cual funciona mediante la aplicación de energía a través de él para formar un arco eléctrico el cual hace que se funda el material de aporte con otra superficie metálica para la unión de los mismos. Los electrodos empleados para soldadura se deberán seleccionar en función de las características del acero que se vaya a soldar.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Wikipedia. *Nivel (instrumento)*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Nivel\\_\(instrumento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_(instrumento)) Consulta: 16 de mayo de 2017.

<sup>19</sup> Wikipedia. *Escuadra de comprobación*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Escuadra\\_de\\_comprobaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Escuadra_de_comprobaci%C3%B3n). Consulta: 16 de mayo de 2017.

<sup>20</sup> ALMARAZ, Ángel. *Electrodo para soldadura*. <https://www.reparatucultivador.com/electrodos-para-soldadura/>. Consulta: 17 de mayo de 2017.

En la industria de Guatemala al existir diversos tipos de materiales para trabajar, se encuentra gran variedad de electrodos los cuales son de fácil acceso al público ya que son distribuidos en todas las ferreterías del país a precios accesibles; los mismos se venden por libras o cajas dependiendo la cantidad que requiera el comprador.

De los electrodos más utilizados en la empresa INMECASA para la elaboración de sus proyectos de estructuras metálicas se pueden mencionar:

- Para acero al carbono
  - E 6011: utilizado para la elaboración de estructuras ligeras, tanques, recipientes a presión y herrería.
  - E 6013: utilizado para trabajos de mantenimiento, herrería, láminas, por lo general, se utiliza ya que deja un acabado refinado para brindar una mejor presentación.
  - E 7018: utilizado en la industria minera y cementera para la elaboración de estructuras pesadas, maquinaria y tuberías a presión.
  - E 7024: utilizado para la fabricación de tanques, maquinaria, estructuras y vigas tipo “I” y “H”.
- Para acero de baja aleación
  - E 7010: utilizado para tuberías de derivados del petróleo.



- E 8018: utilizado para calderas en sus tuberías de mediana y alta presión.

#### **2.5.3.6. Disco de corte**

“Este tipo de disco de corte generalmente está fabricado en óxido de aluminio y se caracteriza por ser un disco muy fino que garantiza un corte muy preciso de los metales; sin embargo, tienen una vida útil muy corta porque su desgaste es muy rápido y se puede romper con facilidad”.<sup>21</sup>

#### **2.5.3.7. Disco para pulir**

“Los discos de pulir son útiles para realizar el rectificado plano e igualar los cordones de soldadura. Su estructura permite generar un funcionamiento circular con escasas vibraciones y un desgaste homogéneo de las piezas.”<sup>22</sup>

#### **2.5.4. Equipo de corte**

“El equipo de corte se utiliza para la preparación de piezas, cortes de barras de acero y otros elementos derivados del metal; este es un proceso en el cual el acero se calienta a altas temperaturas mediante la llama que produce el oxígeno y el gas que se usa, por lo regular gas acetileno, para luego de alcanzar la temperatura deseada se le aplique una corriente de oxígeno para cortar el metal y eliminar el óxido.”<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> Bricolemar. *Discos de corte*. <https://www.bricolemar.com/blog/tipos-de-discos-de-corte/>. Consulta: 17 de mayo de 2017.

<sup>22</sup> Norton. *Disco para pulir*. <https://www.nortonabrasives.com/es-pe/blog/diferencia-entre-un-disco-de-corte-y-desbaste>. Consulta: 17 de mayo de 2017.

<sup>23</sup> Indura. *Equipo de corte*. <http://www.indura.cl/mobile/cl/menu/102>. Consulta: 17 de mayo de 2017.

El equipo de oxicorte está constituido en varias partes:

- Tanques de oxígeno y de gas
- Manorreductores
- Soplete
- Válvulas antiretorno
- Mangueras

La inclusión de estos elementos garantiza que el equipo funcionará de la manera adecuada para completar seguramente los procesos de corte necesarios.

#### **2.5.5. Pantógrafo**

Son mecanismos de corte los cuales se mueven con respecto a un punto fijo, son ideales para realizar cortes perfectos debido a que sus movimientos los realizan con plantillas para evitar que se movilen a lo largo de la pieza que se desee cortar.

#### **2.5.6. Máquina de soldar**

“La máquina de soldar permite la fijación donde se encuentra la unión de dos materiales. La unión se logra fundiendo ambos materiales o se puede agregar un material de aporte que al fundirse se coloca entre las piezas a soldar y cuando se enfría se convierte en una unión fija”.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> *Máquina de soldar.* <https://como-funciona.co/una-maquina-de-soldar/>. Consulta: 17 de mayo de 2017.

### **2.5.7. Equipo para pintar**

Este equipo funciona con base en un compresor y una pistola de pintura la cual rocía de manera uniforme la pintura en las estructuras que se realicen para dar un mejor acabado a las mismas.

## **2.6. Descripción del proceso**

INMECASA posee un sistema de trabajo en el cual se ven involucrados de manera directa todos los departamentos, al ser trabajos de gran escala se deben de tener considerados todos los pormenores desde la licitación del proyecto para poder contrarrestar cualquier dificultad en el transcurso del mismo y así cumplir con los requerimientos de los clientes.

### **2.6.1. Orden de material**

Los materiales se calculan para conocer con la mayor exactitud posible lo que se empleará durante el proyecto, el departamento de compras se encarga de cotizar con diferentes proveedores para obtener buena calidad a un precio accesible para la economía de la empresa.

### **2.6.2. Recepción del producto**

Si el pedido es grande el proveedor realiza la entrega directamente en las instalaciones de la empresa; de lo contrario, se cuenta con un equipo de pilotos los cuales se encargan de recoger los materiales con los proveedores y entregarlos en el área de bodega.

### **2.6.3. Traslado del producto al área de trabajo**

El personal operativo debe solicitar mediante vales debidamente identificados y firmados por los supervisores de proyectos los materiales que necesite para desarrollar sus actividades diarias directamente en bodega; si los materiales requeridos son de grandes dimensiones se cuenta con transporte tipo camión, montacargas e incluso grúas con los cuales se realizan los traslados de los materiales para el área de trabajo y así agilizar las actividades de los operarios.

### **2.6.4. Trazado en la materia prima**

Se realizan los trazos según las especificaciones de los planos con herramientas como corrector, marcador de metal o con tiza, apoyándose del uso de escuadras y niveles para que las medidas sean conforme a lo requerido por los clientes.

### **2.6.5. Corte de piezas**

Con los equipos de oxicorte o bien, el pantógrafo, según se requiera se procede a realizar los cortes en las piezas con las cuales se crearán las estructuras deseadas.

### **2.6.6. Soldadura de piezas**

Se procede a unir las piezas para formar las estructuras conforme lo soliciten los planos, con los electrodos que el cliente haya especificado dependiendo del uso que se le dará a la estructura y la carga que requiera. La soldadura deberá ser aplicada de manera que al momento de hacerle las

pruebas radiográficas sean de la mejor calidad para garantizar que no se tendrá ningún problema con su funcionamiento.

#### **2.6.7. Traslado de estructura terminada**

Las estructuras de dimensiones no transportables en vehículos comerciales serán enviadas a través de camiones con sus respectivas plataformas y seguridad vial para evitar percances en las carreteras.



## **3. PROPUESTA**

### **3.1. Verificación de existencia de materiales de la empresa**

Actualmente, la empresa INMECASA cuenta con diferentes tipos de materiales en los cuales basan sus actividades comerciales: láminas, vigas, electrodos, discos de corte y de pulir. Estos materiales combinados dan como resultado la fabricación de diferentes tipos de estructuras metálicas utilizadas en las diferentes industrias guatemaltecas.

### **3.2. Codificación de materiales existentes**

A continuación, se describen las codificaciones de materiales existentes.

#### **3.2.1. Tipos de discos**

- Disco de pulir con medida de 9 pulgadas para pulidoras grandes, con un valor unitario de Q. 16.
- Disco de corte con medida de 9 pulgadas para pulidoras grandes, con un valor unitario de Q. 12.

Los tipos de discos se identifican con abreviaciones las cuales se asignan con la letra D seguida de su clase: pulir o cortar y su medida en pulgadas.

Código de los discos en existencia:

- Disco de pulir con medida de 9 pulgadas: DP9
- Disco de cortar con medida de 9 pulgadas: DC9

### **3.2.2. Tipos de láminas**

- Lámina de acero A36 con densidad  $7\ 850\ \text{kg/m}^3$  con medidas de  $3/16"$  x  $6'$  x  $20'$  y un valor unitario de Q. 1 718,00. Este tipo de láminas se pueden unir mediante cualquier tipo de soldadura.
- Lámina de acero A36 con densidad  $7\ 850\ \text{kg/m}^3$  con medidas de  $1/8"$  x  $6'$  x  $20'$  y un valor unitario de Q. 2 020,00. Este tipo de láminas se pueden unir mediante cualquier tipo de soldadura.

Los tipos de láminas se identifican mediante abreviaciones las cuales se asignan mediante la letra L y su espesor.

Código de los 2 tipos de láminas en existencia:

- Lámina con medidas de  $3/16"$  x  $6'$  x  $20'$  = L3/16
- Lámina con medidas de  $1/8"$  x  $6'$  x  $20'$  = L1/8

### **3.2.3. Tipos de vigas**

- Viga U Channel de acero A-36 con densidad  $7\ 850\ \text{kg/m}^3$ , con medida  $4"$  x  $5,4\ \text{lb/pie}$  x  $10'$  y un valor unitario de Q. 330,00.
- Viga W de acero A-36 con densidad  $7\ 850\ \text{kg/m}^3$ , con medida de  $8"$  x  $24\ \text{lb/pie}$  x  $20'$  y un valor unitario de Q. 1 296.



Los tipos de vigas se identifican con abreviaciones y se asigna según la forma de la viga y su longitud.

- Viga U Channel con medida de 4" x 5,4 lb/pie = C4
- Viga W con medida de 8" x 24 lb/pie = W8

#### **3.2.4. Tipos de electrodos**

- Electrodo 7018 con espesor de 1/8" y un precio por libra de Q. 7,68.
- Electrodo 6013 con espesor de 1/8" y un precio por libra de Q. 8,50.

Los tipos de electrodo se identifican con una letra E, lo cual indica que la soldadura es eléctrica y su numeración original; esto hace más sencilla su selección entre los tipos de materiales de aporte y se evitan confusiones a la hora de realizar las entregas entre el personal.

- Electrodo 7018 con espesor de 1/8" = E7018
- Electrodo 6013 con espesor de 1/8" = E6013

### **3.3. Clasificación de mermas**

Clasificar mermas dentro de la empresa es una medida de ahorro tanto en tiempo como dinero, dado que se ha comprobado en la empresa que muchos trabajos se ven detenidos debido a la falta de recursos aun cuando si se dispone de ellos.

### **3.3.1. Tipo de material**

Dados los materiales que se utilizan en la empresa INMECASA, las mermas que se pueden reutilizar son únicamente dos: láminas y vigas debido a que los electrodos son materiales consumibles y no se pueden utilizar directamente en el proceso de fabricación al cual se dedican como empresa.

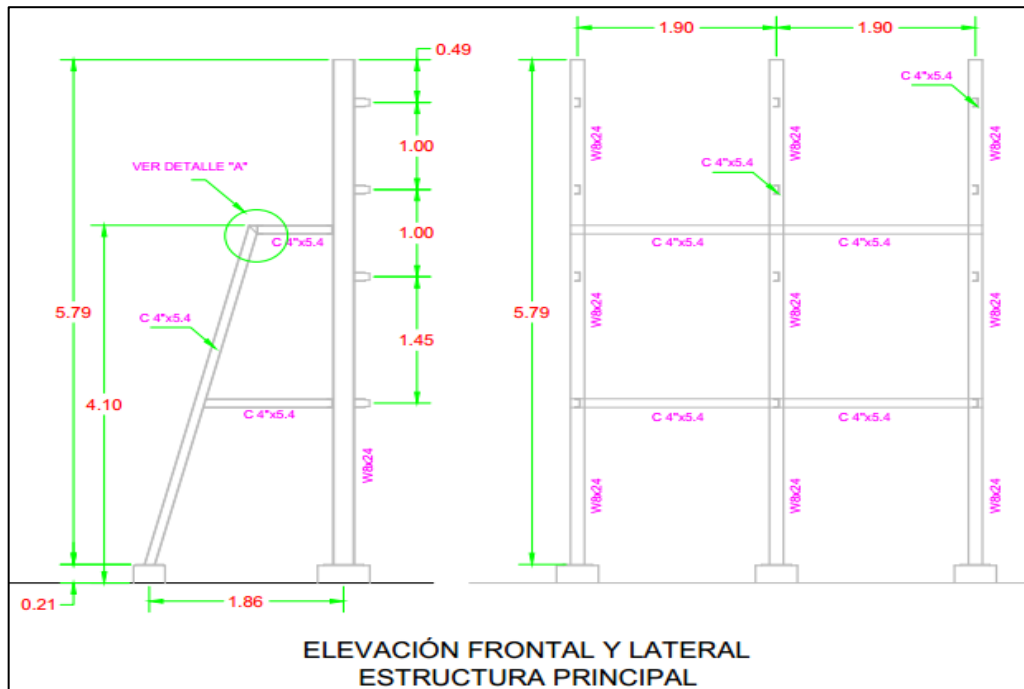
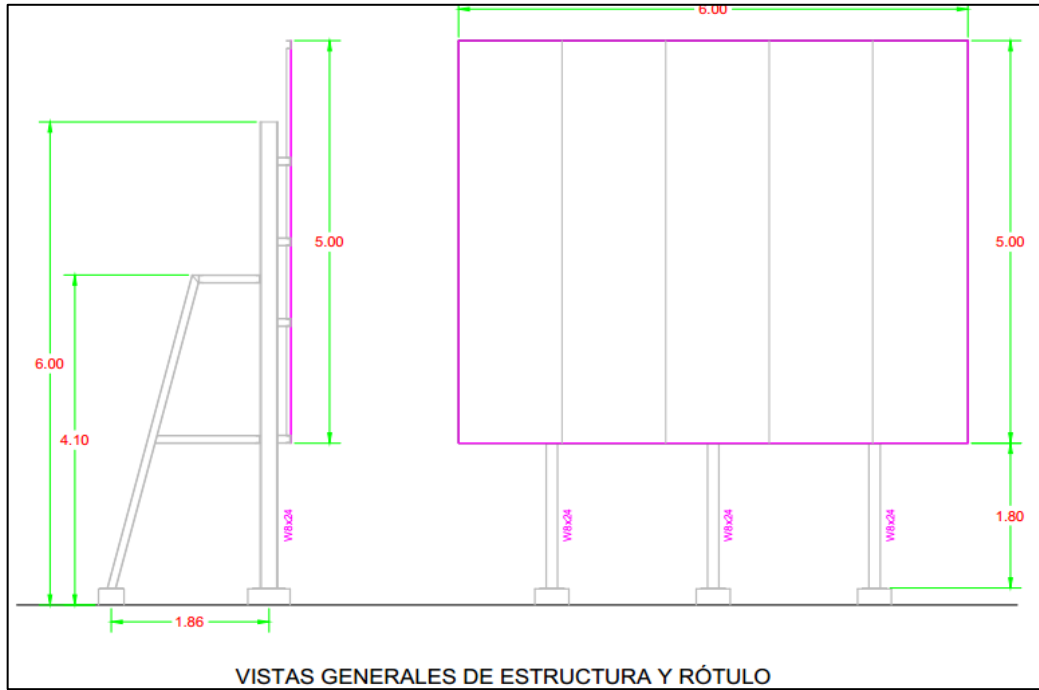
#### **3.3.1.1. Dimensiones**

Los materiales con los cuales se puede disponer como reutilizables varían dependiendo la necesidad de los trabajos; cumple siempre con los métodos de soldadura dictados por las normas ANSI y AWS para las posiciones correctas en que se deben soldar las piezas, tales como soldadura en ranura en plancha y soldadura de filete. Se recomienda no realizar soldaduras con distancias menores a 1 pie entre sí.

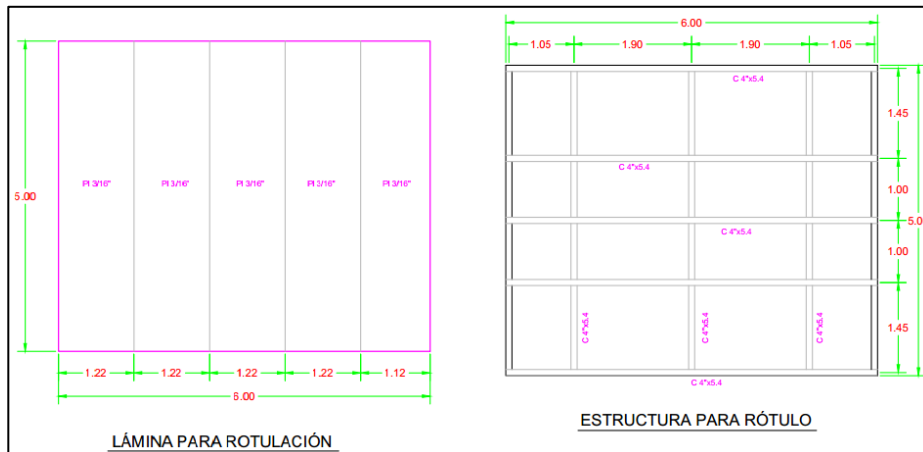
### **3.4. Cálculo de materiales para proyectos**

En la siguiente figura se presenta el cálculo de materiales para proyectos.

Figura 9. Plano del proyecto



Continuación de la figura 9.



Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1. Analizar la metodología actual

INMECASA tiene la modalidad de cálculo para proyectos del peso total de las piezas a fabricar; este consiste en un método sencillo de conversiones de unidades hasta llegar a las dimensionales requeridas para conocer el volumen total que se debe pedir según las especificaciones de los proveedores y de los clientes. La empresa trabaja sus cotizaciones en kilogramos y en metros para un control más sencillo de sus operaciones.

- Obtención de datos
  - Lámina: L3/16
  - Área:  $5m \times 6m = 6m^2$
  - Espesor:  $\frac{3}{16} \text{ pulgadas} \times \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulgada}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,047625 \text{ m}$
  - Densidad:  $7\ 850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

- Vigas: C4 Y W8 (respectivamente)
- Peso por distancia:

$$5,4 \frac{lb}{ft} \times \frac{1ft}{0,3048 m} \times \frac{1 kg}{2,2 lb} \times 10 ft \times \frac{0,3048m}{1 ft} = 8,053 \frac{Kg}{m}$$

$$= 8.053 \frac{kg}{m}$$

- Peso por distancia:  $24 \frac{lb}{ft} \times \frac{1ft}{0,3048 m} \times \frac{1 kg}{2,2 lb} \times 20 ft \times \frac{0,3048m}{1 ft} = 35,79 \frac{kg}{m}$

Tabla I. **Peso de materiales**

Cálculo de peso de materiales				
Lámina 3/16	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario (kg)
	30	0,0047625	7 850	1 121,5688
Viga c4	Peso por distancia(kg/m)	Longitud (m)	Peso unitario (kg)	
	8,053	3,0488	24,5519864	
Viga w8	Peso por distancia (kg/m)	Longitud (m)	Peso unitario (kg)	
	35,79	6,096	218,17584	
Electrodo 7018	Longitud (m)	Espesor (m)	Peso unitario (kg)	
	0,35	0,003175	0,039	

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Total requerido de material para el proyecto**

Material	Cantidad (unidad)	Peso total (kg)	Costo unitario	Costo total
L3/16	5	5 607,84	Q. 1 718,00	Q. 8 590,00
C4	20	491,04	Q. 330,00	Q. 6 600,00
W8	3	654,53	Q. 1 296,00	Q. 3 888,00
E7018	975	34,09	Q. 1,30	Q. 1 267,50
	Total	6 753		Q. 19 078,00

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Implementación de sistemas de registros**

Poseer un sistema en el cual se conozcan los materiales por utilizar, cantidades aproximadas, fechas de solicitud de materiales, etc. Le permite a la empresa tener un mejor control sobre sus inventarios, ser más competitivos y así poder reducir los costos que representa un mal manejo de los registros de la empresa.

#### **3.5.1. Registros determinísticos**

Este tipo de modelos matemáticos se basa en la política de que las entradas producirán las mismas salidas, sin contemplar las casualidades. El objetivo de los registros determinísticos es minimizar los costos relacionados con los pedidos, la fabricación, entre otros. Mantiene siempre la satisfacción del cliente en todo momento.

##### **3.5.1.1. Obtención de datos**

Los datos que se necesitan para realizar un adecuado registro determinístico datan de las ventas del pasado y proyecciones en el futuro. Para su elaboración se contemplará un pedido óptimo, un *stock* de seguridad, un nivel de reorden con el que se sabrá cuando es necesario pedir material nuevamente, un nivel teórico de consumo que indica el tiempo en agotarse el producto en bodega y un nivel máximo de existencia.



estructuras que se comercializarán y con base en eso determinar la cantidad de materiales para comprar. El pronóstico se desarrollará para un período de 1 año, tomando como base el ciclo de 6 meses en el que se desarrolló; por lo que se pronosticará para 6 meses únicamente, ya que no se conoce si en un futuro se desarrollarán más estructuras iguales.

Los pronósticos de compra de materiales que se obtendrán con base en los registros determinísticos ayudan a la empresa a evitar gastos innecesarios los cuales implican gastos derivados como envío y almacenaje antes de tiempo los cuales pueden llegar a representar pérdidas por no tener el control adecuado.

Tabla III. **Pronósticos de ventas**

PERÍODO 1	
JUNIO	2
JULIO	3
AGOSTO	1
SEPTIEMBRE	3
OCTUBRE	2
NOVIEMBRE	5
DICIEMBRE	3
ENERO	3
FEBRERO	3
MARZO	3
ABRIL	3
MAYO	3

}

VENTAS REALES

}

PRONÓSTICOS

Fuente: elaboración propia.



$$\text{Promedio aritmético} = P_n = \frac{\sum_1^{n-1} \text{ventas reales}}{n-1}$$

$$P_7 = \frac{16}{7-1} = 3$$

$$P_8 = \frac{19}{8-1} = 3$$

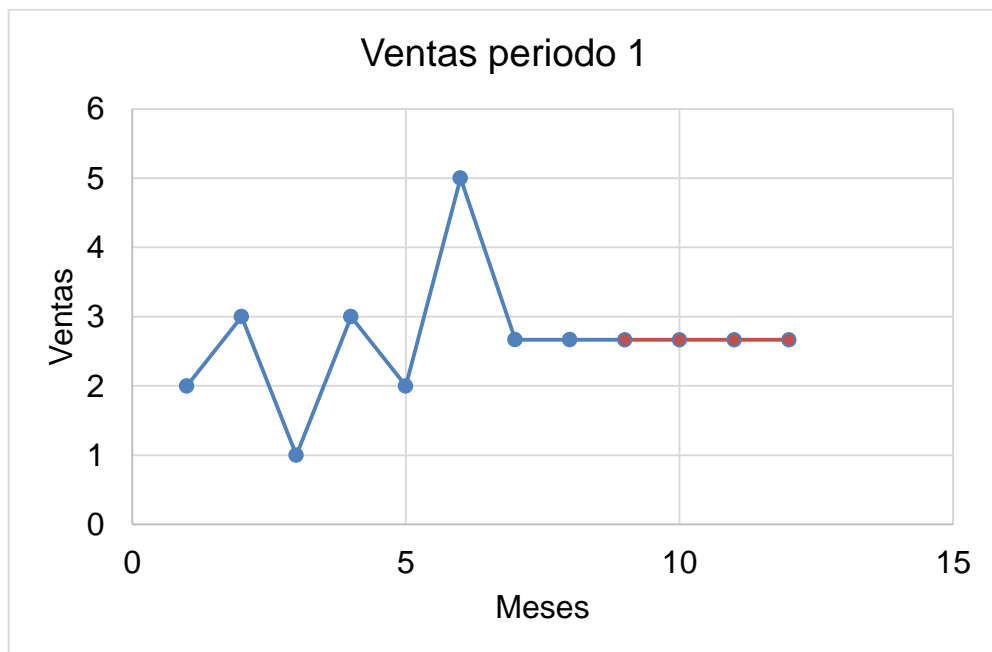
$$P_9 = \frac{22}{9-1} = 3$$

$$P_{10} = \frac{25}{10-1} = 3$$

$$P_{11} = \frac{28}{11-1} = 3$$

$$P_{12} = \frac{31}{12-1} = 3$$

Figura 11. **Gráfica de pronóstico de ventas**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica presenta un comportamiento inestable debido a que la producción no es en línea, se produce conforme las necesidades de los clientes lo cual conlleva la variación que tiene la demanda con el tiempo.

### **3.5.3. Costo por almacenaje**

Al haber un control desmedido en el pedido de materiales se ocasiona saturación en las bodegas de materia prima; por lo que se ven obligados a mantener sus productos ya comprados en bodegas externas a la empresa lo que les genera gastos innecesarios, los cuales pueden ser reducidos en su totalidad realizando los pedidos en el tiempo en que se necesitarán los materiales.

La empresa INMECASA cuenta en la actualidad con una bodega rentada por un precio de Q5 000.00 mensuales, en la cual ingresan los materiales que no tienen lugar en la planta. Por lo que con un control adecuado de pedidos se puede eliminar el costo por almacenaje.

## 4. DESARROLLO

### 4.1. Materiales

Los materiales para el desarrollo de este trabajo de graduación están basados en la fabricación de rótulos publicitarios: láminas, vigas y electrodo, las herramientas principales para su elaboración.

#### 4.1.1. Sistema de códigos

En la tabla IV se describe la codificación de materiales.

Tabla IV. **Codificación de materiales**

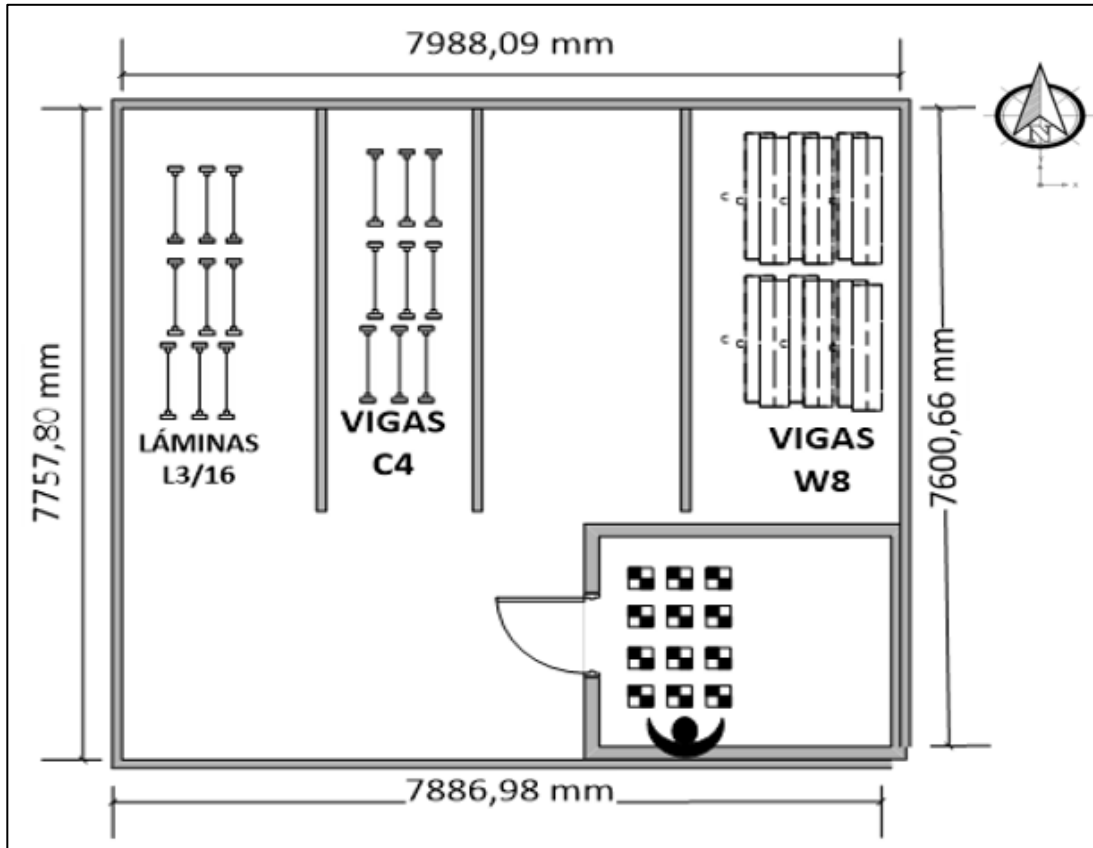
País	Empresa	Clave	Código	Descripción del artículo	Marca	Piezas / caja	Precio x unidad
Guatemala	INMECAS A	Lámina	L3/16	Lámina negra 3/16"X6'X20'+B23	Multiperfiles	N/A	1 718,00
Guatemala	INMECAS A	Viga	C4	Viga U Chanel acero a-36 4"x5.4 lb/pie	Alaisa	N/A	330,00
Guatemala	INMECAS A	Viga	W8	Viga w 8x24 lb/pie x 20'	Alaisa	N/A	1 296,00
Guatemala	INMECAS A	Electrodo	E7018	Electrodo 7018 1/8"	Hilco basic	440	0,60

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Distribución en la planta de los materiales

En la siguiente figura se describe la distribución en la planta de los materiales.

Figura 12. **Distribución en la planta de los materiales**



	Fecha	Nombre	Firma	Número
<b>Dibujado</b>	09/10/2016	Eddy Montejo		
<b>Revisado</b>	17/11/2017	Ing. Karla Martínez		01 de 01
Croquis de distribución en la planta de los materiales				

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Mermas**

Las mermas resultantes de los proyectos que realiza en la empresa varían dependiendo de las especificaciones de los clientes según el proyecto a realizar, a continuación se detallan los de éste análisis.

### **4.2.1. Clasificación**

Las mermas derivadas de la realización de las estructuras metálicas para los rótulos publicitarios son en su mayoría de vigas con el código C4, debido a que en los trazos que se realizan cortes menores a las dimensiones de venta; estas mermas se reutilizan para ampliar el inventario de la empresa economizar materiales para evitar compras innecesarias.

#### **4.2.1.1. Por su material**

Para la realización de los soportes de la estructura, la merma resultante es de viga código C4; la viga posee 3 048 m de longitud, el equivalente a 10 pies. Y se requieren para soportes traseros 2,19 metros lineales de viga por soporte, con un total de 3 soportes, por lo que hay un restante de 0,86 metros de viga, que se pueden utilizar en una de las secciones traseras.

#### **4.2.1.2. Por sus características**

Para la realización de los soportes de la estructura, la merma resultante es de viga código C4, la viga posee 3,048 m de longitud, el equivalente a 10 pies. Y se requieren para soportes traseros 2,19 metros lineales de viga por soporte, con un total de 3 soportes, por lo que hay un restante de 0,86 metros de viga, que se pueden utilizar en una de las secciones traseras.

### 4.2.1.3. Codificación

En la tabla V se describe la codificación de mermas.

Tabla V. Codificación de mermas

País	Empresa	Clave	Código	Descripción del artículo	Merma x proyecto	Medida Merma
Guatemala	INMECA SA	Lámina	ME3/16	Lamina negra 3/16"x6'x20'+B23	0	N/A
Guatemala	INMECA SA	Viga	MC4	Viga U Chanel acero A-36 4"X5,4 LBS/PIE x 10'	2	6,57 m Lineales
Guatemala	INMECA SA	Viga	MW8	Viga W 8x24 libras/pie x 20'	0	0
Guatemala	INMECA SA	Electrodo	ME7018	Electrodo 7018 1/8"	15	N/reutilizable

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Sistema de registros

- Sistema de registro determinístico
  - Requerimiento de materia prima por mes
  - $L3/16: \text{Junio} = 2 \text{ estructuras} * (5 \text{ láminas} / \text{estructura}) = 10 \text{ láminas}$
  - $\text{Julio} = 3 \text{ estructuras} * (5 \text{ láminas} / \text{estructura}) = 15 \text{ láminas}$
  - $\text{Agosto} = 1 \text{ estructuras} * (5 \text{ láminas} / \text{estructura}) = 5 \text{ láminas}$
  - $\text{Septiembre} = 3 \text{ estructuras} * (5 \text{ láminas} / \text{estructura}) = 15 \text{ láminas}$
  - $\text{Octubre} = 2 \text{ estructuras} * (5 \text{ láminas} / \text{estructura}) = 10 \text{ láminas}$

- *Noviembre = 5 estructuras \* (5 láminas/estructura) = 25 láminas*
- **C4** *Junio = 2 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 40 vigas*
- *Julio = 3 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 60 vigas*
- *Agosto = 1 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 20 vigas*
- *Septiembre = 3 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 60 vigas*
- *Octubre = 2 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 40 vigas*
- *Noviembre = 5 estructuras \* (20 vigas/estructura) = 100 vigas*
- **W8** *Junio = 2 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 6 vigas*
- *Julio = 3 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 9 vigas*
- *Agosto = 1 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 3 vigas*
- *Septiembre = 3 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 9 vigas*
- *Octubre = 2 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 6 vigas*
- *Noviembre = 5 estructuras \* (3 vigas/estructura) = 15 vigas*

- E7018
  - $Junio = 2 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 1,950 \text{ electrodos}$
  - $Julio = 3 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 2,925 \text{ electrodos}$
  - $Agosto = 1 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 975 \text{ electrodos}$
  - $Septiembre = 3 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 2,925 \text{ electrodos}$
  - $Octubre = 2 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 1,950 \text{ electrodos}$
  - $Noviembre = 5 \text{ estructuras} * (975 \text{ electrodos} / \text{estructura}) = 4,875 \text{ electrodos}$

- Política de Pedidos

- L3/16

$$R_{NR} = \frac{(0,75 + 1 + 0,6 + 0,75 + 1 + 0,8)}{6} = 0,82$$

$$R_{SS} = (1 - 0,82) = 0,18$$

$$R_{NMAX} = 8 \text{ meses}$$

- C4

$$R_{NR} = \frac{(1,067 + 0,75 + 0,83 + 0,83 + 0,75 + 1)}{6} = 0,87$$



$$R_{SS} = (1,067 - 0,87) = 0,20$$

$$R_{NMAX} = 8 \text{ meses}$$

- W8

$$R_{NR} = \frac{(1,067 + 0,75 + 0,83 + 0,83 + 0,75 + 1)}{6} = 0,87$$

$$R_{SS} = (1,067 - 0,87) = 0,20$$

$$R_{NMAX} = 8 \text{ meses}$$

- E7018

$$R_{NR} = \frac{(0,067 + 0,033 + 0,1 + 0,033 + 0,067 + 0,13)}{6} = 0,07$$

$$R_{SS} = (0,13 - 0,07) = 0,06$$

$$R_{NMAX} = 8 \text{ meses}$$

#### 4.3.1. Variables cuantitativas

Las variables cuantitativas que se calcularán en los siguientes incisos son correspondientes a los materiales con los que se ha estado laborando el proyecto: lámina, vigas y electrodo con sus respectivos códigos.

##### 4.3.1.1. Existencias

- L3/16: 35 láminas
- C4: 150 vigas
- W8: 18 vigas
- E7018: 3 500 electrodos

#### 4.3.1.2. Planificado

En la tabla VI se describe la Explosión de materiales, total planificado.

Tabla VI. **Explosión de materiales, total planificado**

Material	Mes						Total planificado
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
Lámina 3/16	10	15	5	15	10	25	80
Viga c4	40	60	20	60	40	100	320
Viga w8	6	9	3	9	6	15	48
Electrodo 7018	1 950	2 925	975	2 925	1 950	4 875	15 600

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.3. Ciclo

El ciclo para la elaboración de este proyecto fue de 6 meses tomado de junio a noviembre.

#### 4.3.1.4. Nivel máximo

$$N_{MAX} \left( L \frac{3}{16} \right) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{N_{MAX}} = \left( \frac{80}{6} \right) \times 8 = 106,67 \approx 107$$

$$N_{MAX} (C4) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{N_{MAX}} = \left( \frac{320}{6} \right) \times 8 = 426,67 \approx 427$$

$$N_{MAX} (W8) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{N_{MAX}} = \left( \frac{48}{6} \right) \times 8 = 64$$

$$N_{MAX} (E7018) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{N_{MAX}} = \left( \frac{15\,600}{6} \right) \times 8 = 20\,800$$

Tabla VII. Nivel máximo de materiales (Nmax)

Datos	Planificado	Ciclo	RNmax	Nivel máximo (Nmax)
L3/16	80	6	8	107
C4	320	6	8	427
W8	48	6	8	64
E7018	15 600	6	8	20 800

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.5. Nivel de reorden

$$N.R \left( L \frac{3}{16} \right) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{NR} = \left( \frac{80}{6} \right) \times 0,82 = 10,93 \approx 11$$

$$N.R (C4) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{NR} = \left( \frac{320}{6} \right) \times 0,87 = 46,4 \approx 47$$

$$N.R (W8) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{NR} = \left( \frac{48}{6} \right) \times 0,87 = 6,96 \approx 7$$

$$N.R (E7018) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) \times R_{NR} = \left( \frac{15\ 600}{6} \right) \times 0,07 = 186$$

Tabla VIII. Nivel de reorden (N.R)

Datos	Planificado	Ciclo	RNR	Nivel de re orden (N.R.)
L3/16	80	6	0,82	11
C4	320	6	0,87	47
W8	48	6	0,87	7
E7018	15,600	6	0,07	186

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.6. Stock de seguridad

$$S.S \left( L \frac{3}{16} \right) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) x R_{SS} = \left( \frac{80}{6} \right) * 0,183 = 2,44 \approx 3$$

$$S.S (C4) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) x R_{SS} = \left( \frac{320}{6} \right) * 0,196 = 10,44 \approx 11$$

$$S.S (W4) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) x R_{SS} = \left( \frac{48}{6} \right) * 0,196 = 1,56 \approx 2$$

$$S.S (E7018) = \left( \frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) x R_{SS} = \left( \frac{15,600}{6} \right) * 0,058 = 151,6 \approx 152$$

Tabla IX. Stock de seguridad (S.S.)

Datos	Planificado	Ciclo	Rss	Stock de seguridad (S.S.)
L3/16	80	6	0,183	2,444
C4	32	6	0,196	10,444
W8	48	6	0,196	1,567
E7018	15 600	6	0,058	151,667

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.7. Línea teórica de consumo

$$LTC \left( L \frac{3}{16} \right) = \left( \frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right) x \text{Ciclo} = \left( \frac{35}{80} \right) * 6 = 2,625$$

$$LTC (C4) = \left( \frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right) x \text{Ciclo} = \left( \frac{150}{80} \right) * 6 = 2,813$$

$$LTC (W8) = \left( \frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right) x \text{Ciclo} = \left( \frac{18}{80} \right) * 6 = 2,250$$

$$LTC (E7018) = \left( \frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right) x \text{Ciclo} = \left( \frac{3\ 500}{80} \right) * 6 = 1,346$$

Tabla X. **Línea teórica de consumo (LTC)**

Datos	Existencia n	Planificado	Ciclo	Línea teórica de consumo (LTC)
L3/16	35	80	6	2,625
C4	150	320	6	2,813
W8	18	48	6	2,250
E7018	3 500	15 600	6	1,346

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.8. Cantidad óptima de pedido

$$Q_{OPT} \left( L \frac{3}{16} \right) = (2 \times S.S.) + N.R = (2 \times 2,44) + 10,889 = 15,778 \approx 16$$

$$Q_{OPT} (C4) = (2 \times S.S.) + N.R = (2 \times 10,44) + 46,462 = 67,351 \approx 68$$

$$Q_{OPT} (W8) = (2 \times S.S.) + N.R = (2 \times 1,567) + 6,969 = 10,103 \approx 11$$

$$Q_{OPT} (E7018) = (2 \times S.S.) + N.R = (2 \times 151,667) + 186,33 = 489,667 \approx 490$$

Tabla XI. **Cantidad óptima de pedido (Qopt)**

Datos	Nivel de re orden (N.R.)	Stock de seguridad (S.S.)	Cantidad óptima de pedido (Qopt)
L3/16	10,889	2,444	15,778
C4	46,462	10,444	67,351
W8	6,969	1,567	10,103
E7018	186,333	151,667	489,667

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.9. Existencia 1

La existencia 1 es la cantidad de materia prima al inicio de la producción, esto representa el inventario de inicio en la empresa.

Tabla XII. Existencia 1

Datos	Existencia 1
L3/16	35
C4	150
W8	18
E7018	3 500

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.10. Existencia 2

$$\text{Existencia 2} \left( L \frac{3}{16} \right) = Q_{OPT} + S.S = 15,788 + 2,444 = 18,222$$

$$\text{Existencia 2 (C4)} = Q_{OPT} + S.S = 67,351 + 10,444 = 77,796$$

$$\text{Existencia 2 (W8)} = Q_{OPT} + S.S = 10,103 + 1,567 = 11,669$$

$$\text{Existencia 2 (E7018)} = Q_{OPT} + S.S = 489,667 + 151,667 = 641,333$$

Tabla XIII. Existencia 2

Datos	Stock de seguridad (S.S.)	Cantidad óptima de pedido (Qopt)	Existencia 2
L3/16	2,444	15,778	18,222
C4	10,444	67,351	77,796
W8	1,567	10,103	11,669
E7018	151,667	489,667	641,333

Fuente: elaboración propia.

Datos por material

- L3/16
  - Existencia (E1): 35 unidades.
  - Planificado: 80 unidades
  - Ciclo: 6 meses
  - Nivel Máximo (N.Max): 107 unidades
  - Nivel de reorden (N.R): 11 unidades
  - Stock de seguridad (S.S): 3 unidades
  - Cantidad óptima (Qopt): 16 unidades
  - Línea teórica de consumo (LTC1): 2,6 meses
  - Línea teórica de consumo (LTC2): 1,4 meses
  - Existencia (E2): 19 unidades

Cálculo de X1 y X2 por medio de triángulos semejantes:

$$\frac{2,6}{22} = \frac{X1}{16} \rightarrow X1 = 1,3 \text{ meses}$$

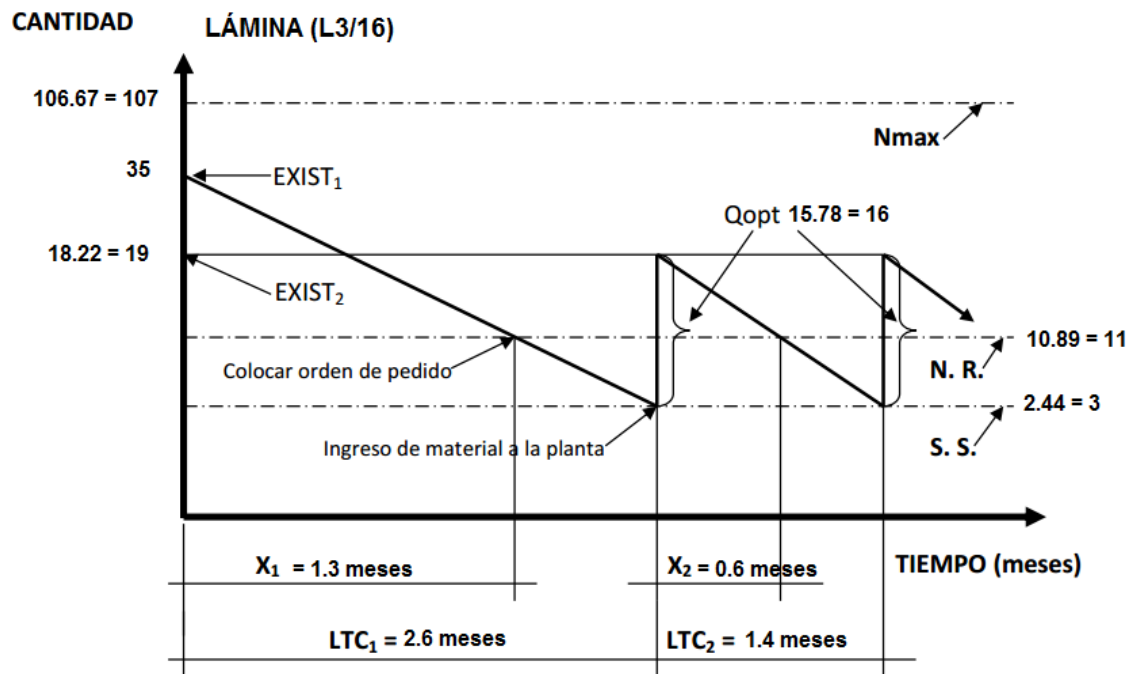
$$\frac{1,4}{16} = \frac{X2}{8} \rightarrow X2 = 0,6 \text{ meses}$$

Tabla XIV. **Cronograma de pedidos L3/16**

L3/16	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
<b>Orden de pedido</b>		Lunes 10 de julio (pedido # 1)		Miércoles 6 de septiembre (pedido # 2)		
<b>Ingreso a bodega</b>			Viernes 18 de agosto (pedido # 1)		2 de octubre (pedido #2)	
<b>Cantidad (láminas)</b>			16		16	

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Gráfica de variables cuantitativas (L3/16)



Fuente: elaboración propia.

- C4
  - Existencia (E1): 150 unidades
  - Planificado: 320 unidades
  - Ciclo: 6 meses
  - Nivel máximo (N.Max): 427 unidades
  - Nivel de reorden (N.R): 47 unidades
  - Stock de seguridad (S.S): 11 unidades
  - Cantidad óptima (Qopt): 68 unidades
  - Línea teórica de consumo (LTC1): 2,8 meses
  - Línea teórica de consumo (LTC2): 1,5 meses
  - Existencia (E2): 78 unidades



Cálculo de X1 y X2 por medio de triángulos semejantes:

$$\frac{2,8}{139} = \frac{X1}{67} \rightarrow X1 = 1,4 \text{ meses}$$

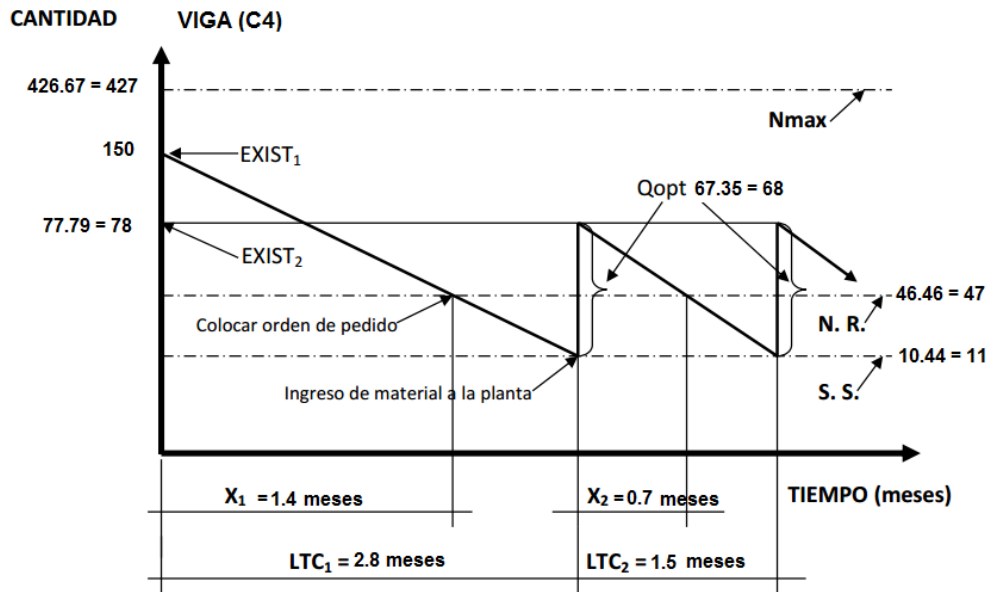
$$\frac{1,5}{67} = \frac{X2}{31} \rightarrow X2 = 0,7 \text{ meses}$$

Tabla XV. **Cronograma de pedidos C4**

<b>C4</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
<b>Orden de pedido</b>		Miércoles 12 de julio (pedido #1)		Jueves 14 de septiembre (pedido #2)		
<b>Ingreso a bodega</b>			Jueves 24 de agosto (pedido #1)		Lunes 9 de octubre (pedido #2)	
<b>Cantidad (vigas)</b>			68		68	

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Gráfica de variables cuantitativas (C4)



Fuente: elaboración propia.

- W8
  - Existencia (E1): 18 unidades
  - Planificado: 48 unidades
  - Ciclo: 6 meses
  - Nivel máximo (N.Max): 64 unidades
  - Nivel de reorden (N.R): 7 unidades
  - Stock de seguridad (S.S): 2 unidades
  - Cantidad óptima (Qopt): 11 unidades
  - Línea teórica de consumo (LTC1): 2,3 meses
  - Línea teórica de consumo (LTC2): 1,5 meses
  - Existencia (E2): 12 unidades

Cálculo de X1 y X2 por medio de triángulos semejantes:

$$\frac{2,3}{16} = \frac{X1}{10} \rightarrow X1 = 1,4 \text{ meses}$$

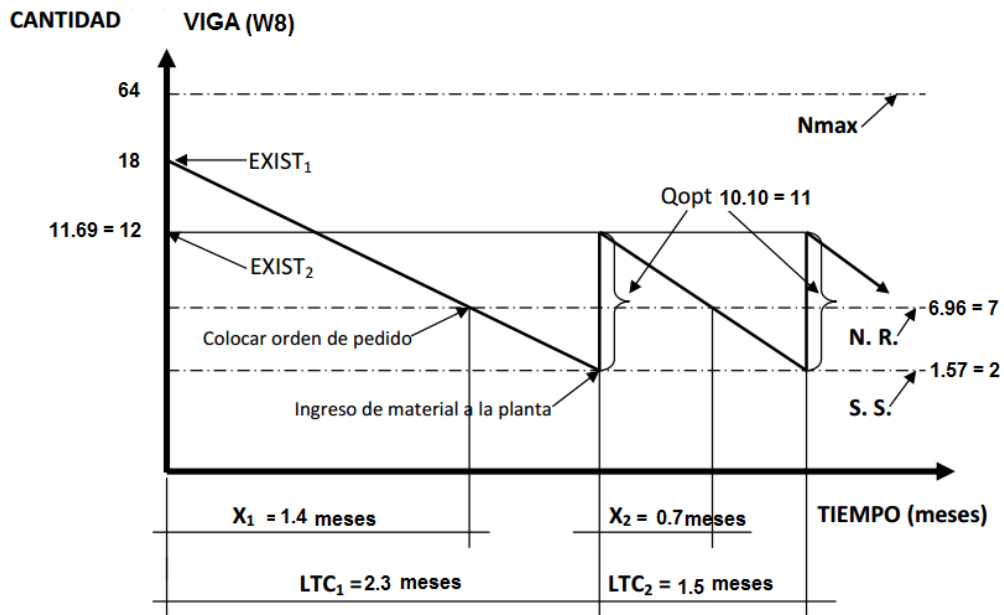
$$\frac{1,5}{10} = \frac{X2}{5} \rightarrow X2 = 0,7 \text{ meses}$$

Tabla XVI. **Cronograma de pedidos W8**

<b>W8</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
<b>Orden de pedido</b>		Miércoles 12 de julio (pedido #1)		Viernes 1 de septiembre (pedido #2)		
<b>Ingreso a bodega</b>			Miércoles 9 de agosto (pedido #1)	Lunes 25 de septiembre (pedido #2)		
<b>Cantidad (vigas)</b>			11	11		

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfica de variables cuantitativas (W8)**



Fuente: elaboración propia.

- E7018
  - Existencia (E1): 3 500 electrodos
  - Planificado: 15 600 electrodos
  - Ciclo: 6 meses
  - Nivel máximo (N.Max): 20 800 electrodos
  - Nivel de reorden (N.R): 187 electrodos
  - Stock de seguridad (S.S): 152 electrodos
  - Cantidad óptima (Qopt): 490 electrodos
  - Línea teórica de consumo (LTC1): 1,3 meses
  - Línea teórica de consumo (LTC2): 0,2 meses
  - Existencia (E2): 642 electrodos

Cálculo de X1 y X2 por medio de triángulos semejantes:

$$\frac{1,3}{3\ 348} = \frac{X1}{490} \rightarrow X1 = 0,2 \text{ meses}$$

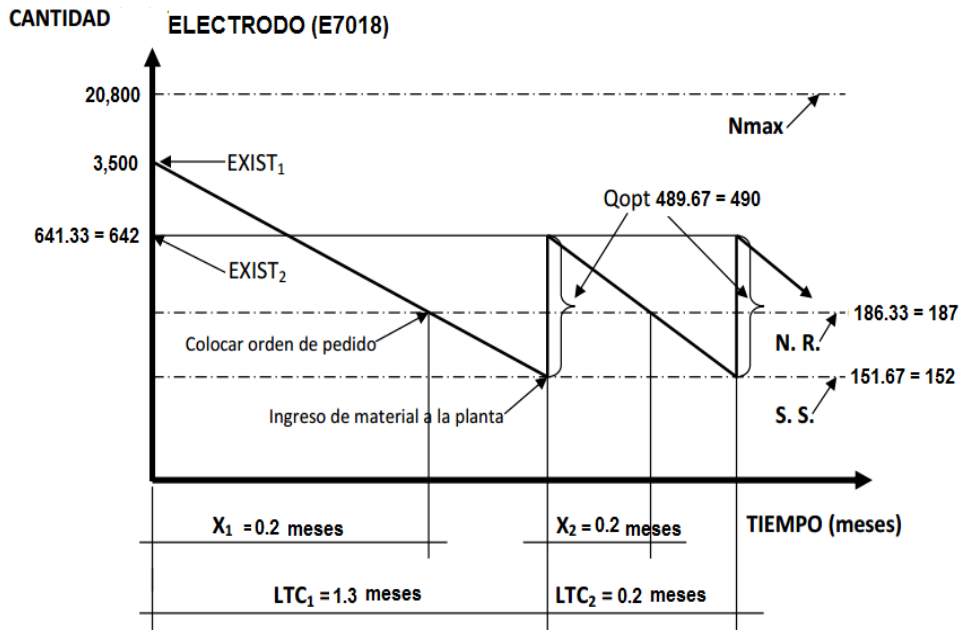
$$\frac{0,2}{490} = \frac{X2}{303} \rightarrow X2 = 0,2 \text{ meses}$$

Tabla XVII. **Cronograma de pedidos E7018**

<b>E7018</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
<b>Orden de pedido</b>	Martes 6 de junio (pedido # 1)	Lunes 17 de julio (pedido # 2)				
<b>Ingreso a bodega</b>		Lunes 10 de julio (pedido # 1)	Martes 1 de agosto (pedido # 2)			
<b>Cantidad (electrodos)</b>		490	490			

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Gráfica de variables cuantitativas (E7018)



Fuente: elaboración propia.

## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Registros**

La realización de un registro o inventario posterior a la finalización de cada proyecto podrá contribuir con el proceso de mejora continua ya que se podrán identificar los puntos donde se tuvieron deficiencias, tanto en pedidos como en desperdicios y mediante una mejor planificación de los diferentes departamentos de la empresa se podrán reducir, costos y tiempos.

#### **5.1.1. Control físico por proyecto**

En una empresa con la experiencia de INMECASA debido a la gran cantidad de materiales utilizados en sus diferentes proyectos, sería prudente la realización de inventarios físicos al término de cada proyecto, con la finalidad de tener un mejor control y evitar gastos por materiales que hay en existencia y que aún poseen las características y propiedades.

### **5.2. Disminuir cantidad de mermas**

Las mermas al ser residuos de materiales manipulados por el hombre se pueden regular mediante un control adecuado del manejo de las herramientas a utilizar, así como de una correcta supervisión de parte del personal encargado de los proyectos, esto con la finalidad de que se realicen los diferentes trazos y cortes con las medidas exactas para poder evitar cualquier tipo de percance y la disminución de las mermas de materiales utilizados.

### **5.3. Capacitación**

La capacitación dentro de una empresa como INMECASA sirve para incrementar el nivel de capacidad que presenta en cuanto a la competencia, desarrollando mejores experiencias en cuanto al manejo de clientes, servicios y demás actividades que brinden, con el propósito de crecer como empresa de una manera constante.

#### **5.3.1. Manejo de equipos**

Un adecuado manejo de los diferentes equipos a utilizar en la fabricación de estructuras metálicas no solo garantiza una buena calidad, sino la seguridad de los operarios.

Es por esto que se recomienda a INMECASA como empresa que se le brinde una capacitación sobre el manejo adecuado de equipo a su personal operativo, estas capacitaciones son brindadas por los proveedores de los materiales.

Los equipos en los que se necesitan capacitaciones para el personal son: pulidoras; en esta herramienta se han registrado la mayor cantidad de incidentes laborales debido a un mal manejo del mismo.

- Equipos de corte: este tipo de equipo requiere de una correcta utilización ya que combina elementos que producen llamas a temperaturas superiores a los 1 000 grados centígrados lo que puede causar quemaduras de tercer grado o causando daños mayores.



- Equipo de soldadura: las máquinas de soldar, los portaelectrodos y los electrodos en sí requieren de un correcto uso; las cantidades de corriente que transportan los elementos mencionados pueden causar daños graves al operario y a las personas a los alrededores si no se toman las medidas adecuadas; por lo que es prudente una capacitación a conciencia sobre los riesgos laborales al utilizar estos equipos.

### **5.3.2. Manejo de materiales**

El personal de INMECASA se debe capacitar en el manejo de materiales, lo cual puede ser de gran riesgo en las operaciones debido a que se manejan dimensiones y pesos los cuales no son capaces de ser manipulados por la fuerza humana; deben ser instruidos sobre el uso adecuado de las herramientas que provee la empresa y así evitar posibles lesiones o pérdidas de materiales. Las capacitaciones deben ser enfocadas a los operadores de las grúas, montacargas y polipastos sobre el uso, el manejo y los riesgos.

### **5.4. Motivación**

La motivación se trata de crear un entorno en el cual la persona se sienta a gusto mediante incentivos que puedan satisfacer necesidades personales, para cumplir objetivos y metas que se hayan impuesto en determinada actividad o trabajo. La motivación se puede obtener si el empleado tiene las herramientas para alcanzarlas, para que el empleado tenga un proceso de mejora continua dentro de la empresa puede aplicar un ciclo de calidad que verifica 4 áreas en su trabajo: planificar, hacer, verificar y actuar.

Se deben tener actividades planeadas teniendo en cuenta los recursos que se pueden utilizar; hace estas actividades con base en lo planificado,

verificar si sus resultados están siendo los esperados y actuar para enmendar los errores que hayan en el camino y volver a comenzar a planificar sus actividades.

La motivación juega un papel importante en la mejora continua dentro de una empresa, esto se debe a que los empleados deben estar más satisfechos con el paso de los días dentro de las instalaciones laborales para poder brindar mejores resultados a la empresa. Parte que no se le brinda la atención adecuada y esto puede repercutir en un estancamiento personal y no permitir al operario brindar su mejor desempeño.

#### **5.4.1. Teoría de la motivación humana**

En la figura 17 se presenta la pirámide de Maslow que describe la teoría de la motivación humana.

Figura 17. **Pirámide de Maslow**



Fuente: elaboración propia.

Según Abraham Maslow hay diversos factores que pueden motivar a las personas; en su teoría sobre la motivación humana explica 5 categorías de necesidades: fisiológicas, seguridad, sociales, estima y autorealización. INMECASA es considerada una de las grandes empresas de la industria en fabricación, montaje y desmontaje de equipos industriales y estructuras.

Se involucra de manera directa e indirecta con su personal con los cuales trata de aplicar la jerarquía de necesidades de Maslow; en cuanto a

necesidades fisiológicas los empleados poseen áreas de servicios personales, espacios verdes para los tiempos de comida, se les ofrece espacios para dormir cuando sus viviendas se encuentran lejos.

Se cubren las necesidades de seguridad para los trabajadores cumpliendo y respetando las leyes bajo las cuales se rige el país; se les ofrece estabilidad laboral en cuanto al buen desempeño. Las necesidades sociales y de amor INMECASA las cubre mediante actividades de integración como convivios que hacen 2 veces al año; en la segunda incluyen a la familia de los trabajadores para tener un momento ameno en el que pueden convivir en familia.

Se llena la necesidad de estima ya que con base en el buen desempeño que han tenido son tomados en cuenta en los diferentes proyectos que se puedan realizar y van adquiriendo la confianza de los encargados y con la necesidad de autorrealización; los trabajadores ascender según 3 rangos en la empresa: ayudante, soldador y supervisor; mediante una combinación de efectividad, tiempo y confianza.

- Incentivos por trabajo terminado

INMECASA no cuenta con un incentivo por la finalización de proyectos, pero se está evaluando Gerencia el reconocimiento por productividad según el tiempo, la calidad y la satisfacción de los clientes ante los proyectos; también, la participación directa del personal, su colaboración y disposición, en la empresa por cualquier situación como una medida de mejora continua dentro de la empresa.

Entre las consideraciones para los incentivos se considera no volver periódico el reconocimiento debido a que los trabajadores se pueden acostumbrar a dicho reconocimiento. También, se debe tener en cuenta que no

todas las personas aspiran a los mismos tipos de reconocimientos; algunos se pueden incentivar mediante diplomas, felicitaciones en público o bien, de forma monetaria.



## CONCLUSIONES

1. Mediante la creación del sistema de registros se podrán reducir los costos ocultos en la empresa INMECASA, debido a que se utilizará la materia prima necesaria para la fabricación de estructuras metálicas y se realizarán los pedidos necesarios para evitar gastos innecesarios por materiales faltantes o sobrantes
2. Las mermas restantes que deja el proyecto analizado son del tipo C4 ya que hay secciones en la estructura que no poseen las medidas exactas al material adquirido de fábrica, por lo que las mermas deben pasar por el proceso de soldadura para clasificarse junto a las vigas C4.
3. Al organizar las mermas de C4 junto con las que sean compradas de fábrica se podrá ampliar el *stock* de seguridad de la empresa INMECASA, ordenándolas en el área destinada, la cual se puede observar en la figura 11.
4. El procedimiento para el cálculo de materiales consiste en conversiones simples para cambiar unidades de medidas al sistema internacional, con el propósito de manejar en una forma comercial y conocida para cualquier persona en contacto con la información.
5. El personal operativo deberá estar bajo constantes capacitaciones por parte de los proveedores de materiales sobre su adecuado uso y manejo, así como de un adecuado mantenimiento preventivo para la disminución de problemas menores en cuanto al funcionamiento.

6. Con la realización del cronograma de pedidos proveniente de las variables cuantitativas se podrán reducir los tiempos de espera, ya que con base en las órdenes anteriores se programan los pedidos y se tiene un estimado de la fecha de entrega; se reduce así el tiempo de ocio al planificar de una mejor manera las actividades.
7. Se contemplará la propuesta de la realización de un pedido por proyecto al considerar que el mercado del acero varía constantemente; esto puede afectar en los costos del proyecto estimados en su inicio, ya que si se presenta un aumento en los precios no se podrá modificar la cotización inicial.
8. Reutilizar la mayor cantidad de mermas con el código MC4 para que se reduzca la orden de compra de material C4 y así evitar que las mermas sean dirigidas al área de chatarra y se proceda a su venta en un menor precio comparado a su valor real.



## RECOMENDACIONES

1. Destinar un equipo de trabajo para la localización y clasificación de las mermas que cumplan con las condiciones aptas para la realización de los proyectos para disminuir gastos por compra de materiales existentes en planta.
2. Identificar en las diferentes áreas de trabajo los materiales ya codificados para optimizar el tiempo de trabajo mediante rótulos visibles y legibles para todo el personal operativo.
3. Establecer por parte de gerencia, un sistema computarizado el permita realizar los cálculos con mayor facilidad, teniendo en cuenta los proyectos que han realizado con anterioridad para utilizarse como parámetro.
4. Tener en cuenta al momento de realizar las cotizaciones, la mejor opción en cuanto a proveedores según calidad y tiempo de entrega para cubrir la demanda de la mejor manera.
5. Realizar una proyección sobre el alza del precio de los materiales para considerar la realización de un solo pedido por proyecto para evitar gastos fuera de previsión al momento de realizar la cotización.
6. Brindar capacitaciones constantes al personal sobre el funcionamiento de los equipos, su operación y sus daños con el propósito de satisfacer las necesidades de seguridad del personal; cumplir con las metas

trazadas por gerencia y economizar en cuanto a ahorro de materiales e incremento de la vida de los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Abraham Maslow y su teoría de la motivación humana. Teoría de la motivación humana.* [en línea]. <<https://psicopedagogiaaprendizajeduc.wordpress.com/2012/06/29/abraham-maslow-y-su-teoria-de-la-motivacion-humana/>>. [Consulta: 15 de octubre de 2017].
2. Construmática. *Fases de ejecución de estructuras.* [en línea]. <[http://www.construmatica.com/construpedia/Fases\\_de\\_Ejecuci%C3%B3n\\_de\\_Estructuras\\_Met%C3%A1licas\\_en\\_Taller](http://www.construmatica.com/construpedia/Fases_de_Ejecuci%C3%B3n_de_Estructuras_Met%C3%A1licas_en_Taller)>. [Consulta: 4 de agosto de 2016].
3. Construpedia. *Estructuras metálicas.* [en línea]. <[http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras\\_Met%C3%A1licas](http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_Met%C3%A1licas)>. [Consulta: 10 de agosto de 2016].
4. *Informe medioambiental del sector metalmecánico.* [en línea]. <<file:///C:/Users/Eddy%20Montejo/Downloads/A0100088.pdf>>. [Consulta: 11 de agosto de 2016].
5. Instituto Nacional de Estadística. *Caracterización departamental, Escuintla 2013, INE.* [en línea]. <<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/07/20/AWPW6oIkHVEIYnuVQVcajxtQ2YYQsH7j.pdf>>. [Consulta: 10 de agosto de 2016].

6. *Manejo de materiales, gestión del inventario*. [en línea]. <<https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf>>. [Consulta: 13 de agosto de 2016].
7. *Reducción de mermas*. [en línea]. <<https://prezi.com/4akqdav5k-ku/propuesta-para-el-control-de-calidad-y-reduccion-de-mermas/>>. [Consulta: 10 de agosto de 2016].
8. VM Glass. *Reglamento de salud y seguridad ocupacional, 2014*. [en línea]. <[http://www.mintrabajo.gob.gt/images/organizacion/leyesconveniosyacuerdos/Leyes\\_Ordinarias/ACUERDO\\_GUBERNATIVO\\_229-2014.pdf](http://www.mintrabajo.gob.gt/images/organizacion/leyesconveniosyacuerdos/Leyes_Ordinarias/ACUERDO_GUBERNATIVO_229-2014.pdf)>. [Consulta: 11 de agosto de 2016].