



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS, BASADO EN  
ACTIVIDADES PARA LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS EN  
UN TALLER METALMECÁNICO PERTENECIENTE A UN  
INSTITUTO DE INGENIERÍA PARA INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO, UBICADO EN LOS ALTOS DE  
SARTENEJAS ESTADO MIRANDA.**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar por el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

REALIZADO POR: María Karelis Díaz Núñez

Jesús Arturo Gamboa Barreto

PROFESOR GUIA: Ing. Demóstenes Quijada

FECHA: Julio, 2.014



Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS, BASADO EN ACTIVIDADES PARA LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS EN UN TALLER METALMECÁNICO PERTENECIENTE A UN INSTITUTO DE INGENIERÍA PARA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, UBICADO EN LOS ALTOS DE SARTENEJAS ESTADO MIRANDA.**

Autores: María Karelis Díaz Núñez

Jesús Arturo Gamboa Barreto

Tutor académico: Ing. Demóstenes Quijada

Asesor: Luis Pérez

Año: 2.014

**SINOPSIS**

El presente trabajo especial de grado presenta la propuesta de un proyecto de investigación, el cual es requisito indispensable para obtener el título de Ingeniero Industrial. Será desarrollado en el taller metalmecánico (CIMEC-DI) perteneciente al instituto de ingeniería, ubicado en los Altos de Sartenejas Edo. Miranda. El objetivo general que se desea alcanzar es “Diseñar un sistema de costos basado en actividades, para los productos y servicios que realiza el taller”. La investigación abarca la recopilación de información a partir de la observación directa de los procesos de manufactura, la realización de entrevistas no estructuradas a los trabajadores y obtención de datos disponibles, con la finalidad de levantar el proceso y evaluar la situación actual del taller para conocer las causas raíces de la problemática. A partir del diagnóstico realizado, se determinó que no cuentan con una estructura de costos que les permita cotizar a los clientes con un monto que englobe todos los costos directos e indirectos de producción, es por ello que se desarrolló una propuesta orientada a corregir o mejorar la problemática presente, permitiendo relacionar las actividades con los costos que generan cada una de ellas, identificar los inductores de costos y obtener un sistema de costos basado en actividades ABC. Se plantea culminar el trabajo especial de grado en un período de nueve (9) meses a partir del 12 septiembre de 2013.

**Palabras claves:** Procesos de manufactura, Estructura de costos, inductores de costos y recursos.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar queremos agradecer a Dios y la Divina pastora, por brindarnos en todo momento, la fortaleza y la persistencia necesaria para la culminación de este Trabajo Especial de Grado.

Agradecemos a nuestros padres, por apoyarnos, ayudarnos en todo momento y por estar siempre presentes como guías y consejeros. A ellos dedicamos especialmente este trabajo.

Al profesor Demóstenes Quijada, quién fue de valiosa colaboración durante la elaboración del presente trabajo, así mismo, al Profesor Delfín, quien nos brindó su experiencia en el área y tiempo prestado. ¡Gracias!

También queremos agradecer a todo el personal del Taller Metalmecánico (CIMEC-DI), por su colaboración y por ser tan amables durante nuestras visitas al Instituto de Ingeniería. Esperamos que este trabajo sea para el beneficio de ustedes.

Gracias al Ingeniero Jesús Alfredo Osorio Lira, por el apoyo, tiempo y dedicación que invirtió en este trabajo. ¡Mil Gracias!

A todos los demás familiares y amigos por el infinito apoyo y palabras de aliento cuando más lo necesitamos.

Sin ustedes no hubiese sido posible.

**¡GRACIAS!**

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	1
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
I.1.    Reseña Histórica .....	1
I.2.    Misión .....	1
I.3.    Visión.....	2
I.4.    Valores .....	2
I.5.    Estructura de la organización.....	2
I.6.    Estructura del área de estudio .....	3
I.7.    Ubicación en el territorio nacional.....	3
CAPÍTULO II.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
II.1.    El problema.....	4
II.2.    Objetivos de la investigación.....	5
II.2.1.    Objetivo General.....	5
II.2.2.    Objetivos Específicos .....	5
II.2.3.    Alcance .....	5
II.2.4.    Limitaciones .....	6
CAPÍTULO III .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
III.1.    Procesos de manufactura.....	7
III.2.    Costos.....	7



III.2.1.	Costos de manufactura .....	8
III.2.2.	Costos basados en actividades (ABC) .....	8
III.2.3.	Estructura de costos .....	10
III.3.	Materiales para fabricación de piezas .....	10
III.4.	Herramientas utilizadas en cada una de las maquinarias .....	11
III.4.1.	Fresa.....	11
III.4.2.	Broca.....	11
III.4.3.	Insertos (Plaquitas) .....	11
III.4.4.	Machuelos (Machos).....	11
III.5.	Diagramas y técnicas.....	12
III.5.1.	Diagrama Causa-Efecto .....	12
III.5.2.	Diagrama de procesos .....	12
CAPÍTULO IV .....		14
MARCO METODOLÓGICO .....		14
IV.1.	Descripción de la metodología.....	15
IV.1.1.	Descripción actual de la empresa.....	15
IV.1.2.	Análisis con base a un sistema ABC, los costos de producción y establecer los inductores de costos. ....	15
IV.1.3.	Diagnóstico de la situación actual .....	15
IV.1.4.	Diseño de un sistema de costos.....	16
IV.1.5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	16
IV.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	16
IV.2.1.	Investigación de campo .....	16
IV.2.2.	Proyecto factible .....	16



IV.3.	Enfoque de la investigación .....	17
IV.4.	Recolección de datos .....	17
IV.4.1.	Técnica Documental .....	17
IV.4.2.	Observación directa .....	18
IV.4.3.	Entrevistas no estructuradas.....	18
IV.5.	Estructura desagregada del trabajo especial de grado .....	18
CAPÍTULO V .....		20
SITUACIÓN ACTUAL .....		20
V.1.	Descripción de la situación actual .....	20
V.1.1.	Productos .....	20
V.2.	Descripción de procesos .....	20
V.2.1.	Solicitud de pedidos .....	22
V.2.2.	Ejecución para la fabricación del prototipo o servicio .....	24
V.2.3.	Fabricación del prototipo o servicios (Procesos de manufactura).....	27
V.2.4.	Inspección del producto final .....	32
V.2.5.	Almacenamiento.....	33
V.2.6.	Despacho del Producto Terminado .....	33
CAPÍTULO VI .....		34
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		34
VI.1.	Identificación de las causas raíces que afectan la determinación del precio de los productos o servicios prestados por el taller metalmecánico. ....	34
VI.1.1.	Mano de Obra .....	35
VI.1.2.	Materiales.....	36
VI.1.3.	Maquinaria .....	36



VI.1.4.	Procesos de manufactura .....	37
VI.1.5.	Métodos .....	37
VI.1.6.	Costos.....	37
VI.2.	Limitantes encontradas a nivel de operaciones .....	38
VI.3.	Resultados del análisis de la situación actual.....	39
CAPÍTULO VII.....		41
PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS.....		41
VII.1.	Identificación de actividades y organización por centros de costos.....	41
VII.2.	Identificación de los componentes de costos principales.....	43
VII.3.	Determinación de la relación entre actividades y costos.....	44
VII.4.	Establecer los inductores de costos para asignar los costos a las actividades....	47
VII.4.1.	Inductores de costos por mano de obra.....	47
VII.4.2.	Inductor de costos por mantenimiento de maquinarias.....	50
VII.4.3.	Inductor de costos por depreciación de maquinarias .....	51
VII.4.4.	Inductores de costos por materiales de producción .....	52
VII.4.5.	Inductores de costos por servicios .....	52
VII.4.6.	Inductor de costos por misceláneos .....	56
VII.5.	Diseño de un sistema de costos basada en actividades .....	57
VII.5.1.	Prueba piloto .....	59
VII.6.	Estrategias propuestas para mejorar el proceso.....	62
VII.6.1.	Análisis de tiempos en operaciones de mecanizado .....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		68
VIII.1.	Conclusiones.....	68
VIII.2.	Recomendaciones .....	70



BIBLIOGRAFÍA .....	72
Referencias Bibliográficas:.....	72
Referencias Electrónicas: .....	73



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Descripción de símbolos de diagramas de flujo.....	13
Tabla 2.- Descripción de máquinas Taladradoras de banco del taller metal-mecánico. ....	27
Tabla 3.- Descripción de máquinas fresadoras del taller metal-mecánico. ....	28
Tabla 4.- Descripción de la diversidad de tornos del taller metal-mecánico.....	29
Tabla 5.- Descripción de máquinas Rectificadoras del taller metal-mecánico.....	30
Tabla 6.- Descripción de máquinas Soldadoras del taller metal-mecánico.....	31
Tabla 7.- Descripción de máquinas Dobladora de cortina del taller metal-mecánico.....	31
Tabla 8.- Descripción de máquinas Sierras cinta del taller metal-mecánico.....	32
Tabla 9.- Descripción de Prensas del taller metal-mecánico.....	32
Tabla 10.- Relación de las deficiencias originadas por la estructura de costos.....	39
Tabla 11.- Organización de actividades por centros de costos.....	42
Tabla 12.- Identificación de los componentes principales de costos en el taller.....	43
Tabla 13.- Relación actividades y costos indirectos.....	45
Tabla 14.- Promedio del sueldo normal de la mano de obra del taller metalmecánico.....	48
Tabla 15.- Generadores por consumo eléctrico por área.....	53
Tabla 16.- Cálculo del consumo eléctrico de las áreas por hora.....	54
Tabla 17.- Cálculos de costo del servicio eléctrico por área.....	54
Tabla 18.- Porcentajes o nivel de importancia por área de cada misceláneo.....	57
Tabla 19.- Entradas y salidas del sistema para obtener los costos asociados a las actividades .....	58
Tabla 20.- Datos de entrada del sistema para arrojar el precio del proyecto.....	60
Tabla 21.- Resultado de la prueba piloto por cada centro de costos.....	61
Tabla 22.- Resultado total de la prueba piloto.....	61



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.- Estructura organizacional de la FIIIDT. ....	2
Figura N° 2.- Estructura organizacional del Área Centro de Ingeniería Mecánica y Diseño industrial donde fue realizado el estudio. ....	3
Figura N° 3.- Esquema de Procesos de Manufactura. ....	7
Figura N° 4.- Fases y Etapas del modelo ABC.....	10
Figura N° 5.- Diagrama Causa- Efecto. ....	12
Figura N° 6.- Metodológica empleada.....	14
Figura N° 7.- Estructura Desagregada del trabajo especial de grado .....	19
Figura N° 8.- Diagrama de Procesos para la elaboración de los productos y servicios en el taller metalmecánico (CIMEC-DI).....	21
Figura N° 9.-Diagrama Causa-Efecto del taller metalmecánico (CIMEC-DI).....	35
Figura N° 10.- Relación entre las deficiencias relacionadas con la estructura de costos y otras indicadas por el personal del taller. ....	40
<b>Figura N° 11.- Esquema del sistema.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura N° 12.- Cronograma bajo el diagrama GANTT .....</b>	<b>64</b>



## INTRODUCCIÓN

Un sistema de costos basados en actividades (ABC), se basa en la evaluación de costos por actividades para la estimación de gastos por recursos, organizando los responsables de los centros de costos de las diferentes actividades, permitiendo calcular los costos unitarios de cada producto. En la actualidad todo organismo se encuentra en la búsqueda de mejoras, que les permitan aumentar su rentabilidad y la eficiencia del flujo de caja. Para poder encontrar soluciones se valen de diversas herramientas útiles, que pueden guiar a las organizaciones a encontrar nuevos métodos de trabajo.

El taller metalmecánico del instituto de ingeniería, ubicado en los altos de sartenejas ha presentado problemas dentro de su estructura de costos, es por ello que requiere la implementación de un sistema que refleje los gastos generados por cada una de las actividades que realiza.

El objetivo de este trabajo especial de grado es “Diseñar un sistema de costos basado en actividades, para los productos y servicios de un taller metal-mecánico”. Dicho trabajo está estructurado en los siguientes capítulos, cuyos contenidos se detallan a continuación:

### **CAPITULO I: Descripción de la empresa**

Se describen los aspectos generales como visión, misión, valores, estructura de la organización, entre otros y las políticas del Instituto de Ingeniería.

### **CAPITULO II: Planteamiento del problema**

Se presentan las razones por las cuales se requiere de la ejecución de dicho trabajo especial de grado; se plantean los objetivos tanto general como específico que buscan solventar la problemática del taller metal-mecánico.



### **CAPITULO III: Marco teórico**

Presenta el basamento teórico en el que estará apoyado el desarrollo del estudio.

### **CAPITULO IV: Marco metodológico**

Se presenta la metodología a seguir en la elaboración del trabajo especial de grado. Define el tipo y enfoque de la investigación realizado, las herramientas utilizadas y explica brevemente cada una de las fases en la se realizó el trabajo.

### **CAPITULO V: Situación actual**

En esta sección se describe cada una de las fases o etapas en la que se encuentra laborando actualmente el instituto, detallando cada uno de los procesos de manufactura y maquinaria empleadas para su ejecución, describiendo cada una de las actividades para la elaboración de productos a través de flujogramas.

### **CAPITULO VI: Análisis de la situación actual**

Se analizaran las causas raíces que originan la problemática planteada.

### **CAPITULO VI: Propuesta de la estructura de costo**

Describe cada uno de los elementos necesarios para la elaboración del sistema de costos basado en actividades ABC, detallando el cálculo de cada uno de los inductores que generan un costo por actividad.

### **CAPITULO VI: Conclusiones y recomendaciones**

Se establecen las conclusiones del estudio, con base a los resultados obtenidos, indicando los principales hallazgos y aportes más significativos del trabajo.

## CAPÍTULO I

### DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

#### I.1. Reseña Histórica

La Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FIIIDT), tradicionalmente conocida como el "Instituto de Ingeniería", es una fundación del Estado Venezolano adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. Desde su fundación, ha llevado a cabo actividades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico, asesoría técnica y servicios especializados en diversos campos de la ingeniería, para promover el desarrollo del aparato productivo nacional, asegurar la transferencia y apropiación tecnológica y potenciar las capacidades de gestión del sector público.

En 1988, se culminó la construcción del edificio sede, en las cercanías de Hoyo de la Puerta, específicamente en Altos de Sartenejas, junto al Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), otro de los organismos adscritos al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. Una combinación entre los aportes del Ejecutivo para inversión y el continuo crecimiento de los ingresos propios, aceleró el proceso de crecimiento en el lapso 1989-91, ampliándose notablemente las capacidades de la Institución, hasta llegar a tener una planta física de 6.200  $m^2$ .

La Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico está comprometida con los lineamientos plasmados en el Proyecto Nacional Simón Bolívar - Primer Plan Socialista-(PPS) 2007-2013, y su gestión se basa en la exitosa ejecución de proyectos alineados con las políticas emanadas del Ejecutivo Nacional.

#### I.2. Misión

La Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico es una Institución del Estado Venezolano, que tiene por objeto brindar asesoría y servicios especializados en respuesta a las necesidades de la industria nacional, los sectores público,

privado y las comunidades a partir de la conjugación de cuatro grandes disciplinas: Ingeniería Mecánica, Tecnología de Materiales e Ingeniería Eléctrica y Sistemas; contribuyendo al fortalecimiento del aparato productivo nacional, la soberanía tecnológica y el desarrollo endógeno y sustentable del país.

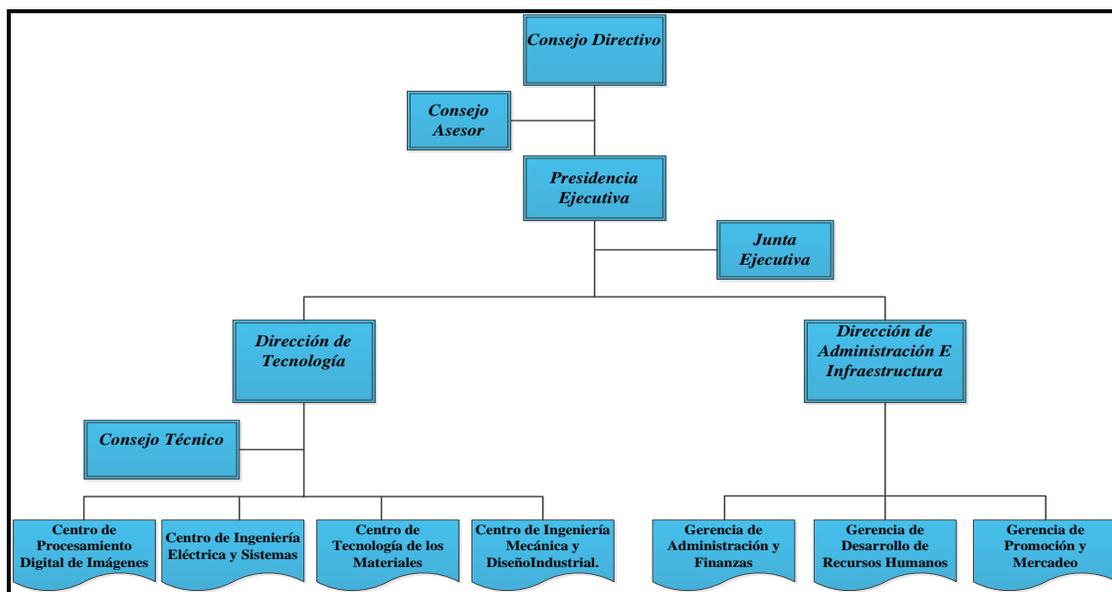
### I.3. Visión

Constituirse en el principal Brazo Tecnológico del Estado y la sociedad venezolana, mediante el desarrollo, la apropiación y la transferencia de tecnologías que impacten positivamente la transformación productiva y social del país.

### I.4. Valores

El Instituto de Ingeniería es una organización donde los principios y valores son los pilares fundamentales, siendo estos los siguientes: Responsabilidad social, Compromiso, Ética, Innovación, Eficiencia, Productividad.

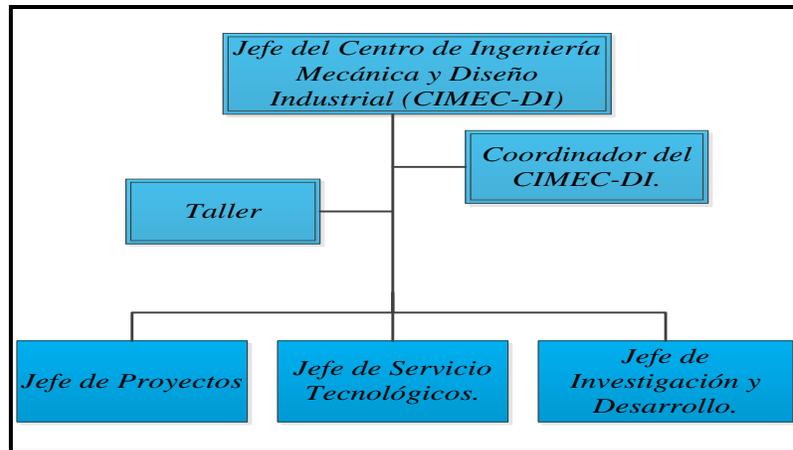
### I.5. Estructura de la organización



**Figura N° 1.- Estructura organizacional de la FIIIDT.**  
**Fuente: Fundación de Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo, 2014.**

### I.6. Estructura del área de estudio

Las actividades del trabajo especial de grado se realizaron en el área del taller metalmecánico (CIMEC-DI); este centro está encargado de prestar servicios, apoyar a las industrias, diseñar proyectos así como también de formar gente.



**Figura N° 2.- Estructura organizacional del Área Centro de Ingeniería Mecánica y Diseño industrial donde fue realizado el estudio.**

**Fuente: Centro de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial (CIMEC-DI).**

### I.7. Ubicación en el territorio nacional

La fundación instituto de ingeniería para investigación y desarrollo tecnológico (FIIIDT) está ubicado en los altos de sartenejas específicamente en la Carretera Nacional Baruta - Hoyo de la Puerta, Urb. Monte Elena II, entrada IDEA Baruta Estado Miranda.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### II.1. El problema

El taller metalmecánico (CIMEC-DI) desarrolla una serie de investigaciones, en el diseño y fabricación de prototipos o partes especiales, estas actividades involucran una gran cantidad de procesos de manufactura para la transformación de la materia prima en el producto que requiera el cliente.

El taller metalmecánico está en capacidad de ofrecer a los clientes servicios o productos debido a que cuentan con una gran diversidad de maquinarias y personal con experiencia en el área. Cada servicio o producto está asociado a uno o varios procesos de manufactura, lo cual implica un tiempo de ejecución y un costo asociado al mismo.

Actualmente el instituto de ingeniería emite cotizaciones sin considerar todos los costos operativos y administrativos implícitos en la ejecución de lo requerido por el cliente, ya que solo basan sus costos en el tiempo aproximado que se demorarán en completar el pedido. No cuentan con un personal que se dedique exclusivamente a elaborar las cotizaciones, es por ello que establecen un factor fijo para cualquiera de las maquinarias, sin evaluar que cada una de ellas difieren en el tipo de mantenimiento o material de las herramientas.

Por las razones antes citadas, el instituto de ingeniería ha considerado la realización del diseño de una estructura de costo con base al sistema ABC, para las actividades en las áreas de mecanizado por arranque de viruta (tornos, taladros y fresadoras), por abrasión (rectificadora, electroerosionadora por penetración) y por carpintería metálica (soldadura, corte y doblado, prensas, sierras cinta). Todo ello con la finalidad de definir un formato a

futuro con parámetros preestablecidos que ayuden al área comercial a cotizar de forma rápida y eficiente cualquier tipo de servicio o pieza requerida.

## II.2. Objetivos de la investigación

### II.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de costos basado en actividades, para los productos y servicios de un taller metalmecánico perteneciente a un instituto de investigación y desarrollo, ubicado en los Altos de Sartenejas estado Miranda.

### II.2.2. Objetivos Específicos

-  Caracterizar las actividades involucradas en las diversas etapas de manufactura y apoyo en el taller metalmecánico.
-  Identificar los costos indirectos asociados a las actividades caracterizadas.
-  Establecer los inductores de costos dentro de las actividades caracterizadas.
-  Determinar los costos unitarios de los productos y servicios basados en las actividades descritas.
-  Formular las estrategias para la gestión en los procesos de manufactura del taller metalmecánico.

### II.2.3. Alcance

En el trabajo especial de grado se llevará a cabo el estudio de la situación actual del taller metalmecánico, se analizarán cada una de las etapas con el fin de documentar los procesos involucrados en el diseño y fabricación de prototipo o partes especiales; esto se realizará con el propósito de determinar todos los costos asociados a cada uno de los procesos.

Para cumplir con los objetivos trazados, se diseñará una Estructura de Costos Basados en Actividades, con la finalidad de incluir los gastos y costos operativos y administrativos, que no están siendo contemplados a la hora de emitir cotizaciones.

Adicionalmente se realizarán propuestas de mejoras que beneficien al taller de la fundación instituto de ingeniería para investigación y desarrollo tecnológico (FIIIDT), ubicado en los Altos de Sartenejas estado Miranda.

El trabajo especial de grado no incluirá la ejecución e implantación de las propuestas que serán desarrolladas, ya que será criterio de la empresa si se llevan a cabo.

#### **II.2.4. Limitaciones**

-  Disponibilidad de la información histórica de los tiempo de consumo de las herramientas empleadas en el taller metalmecánico (CIMEC-DI).
-  Suministro de información confidencial del taller metalmecánico.
-  Disponibilidad del personal que labora en el metalmecánico (CIMEC-DI).
-  El estudio estará limitado a los recursos materiales, financieros y humanos que ésta disponga, así como de las políticas, normas y estrategias establecidas por la dirección del instituto de ingeniería.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentarán los conceptos básicos para brindar un mayor entendimiento al lector, se encontrarán definiciones tales como: procesos de manufactura, costos, sistema ABC, estructuras de costos, tipos de materiales, herramientas para la fabricación de piezas y la descripción de las diversas técnicas ó diagramas empleados, con el fin de explicar sistemáticamente el presente trabajo especial de grado.

#### III.1. Procesos de manufactura

Según GROOVER (1997) la manufactura es un campo de estudio con dos vertientes: tecnológica y económica. Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, de un determinado material para elaborar partes o productos determinados.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones, principalmente agregan valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar.

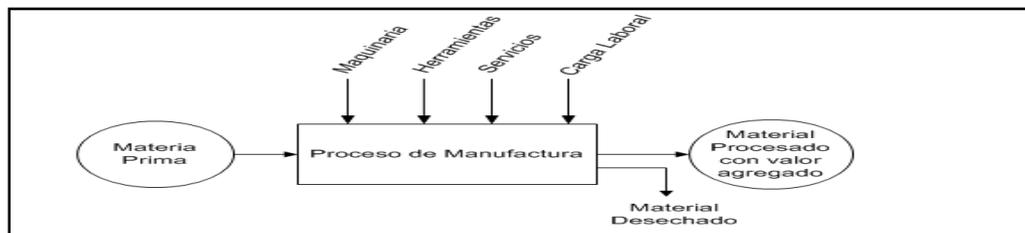


Figura N° 3.- Esquema de Procesos de Manufactura.  
Fuente: GROOVER, 1997.

#### III.2. Costos

Es un recurso sacrificado o perdido para alcanzar un objetivo específico, por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes y servicios. Los elementos de costos de fabricación se dividen en dos partidas fundamentales, las partidas típicas de gastos de las fábricas y las partidas típicas de costos administrativos.



Los gastos de fábricas son; el trabajo indirecto, servicios, suministro de la fábrica, mantenimiento y reparación, depreciación de la planta y el equipo, seguros, mientras que los costos administrativos son divididos en salarios, material de oficinas, depreciación de bienes de oficinas, impuesto sobre la renta, gastos legales, propagandas, deudas y servicios.

### III.2.1. Costos de manufactura

“El costo total de manufactura de un producto consiste del costo de los materiales, herramental y mano de obra, los costos fijos y los costos de capital. Están involucrados varios factores en cada uno de las categorías de costos. Los costos de manufactura se pueden minimizar analizando el diseño del producto para determinar si el tamaño o forma de la pieza son óptimas y si los materiales seleccionados son los menos costosos con las propiedades y características deseadas”. (KALPAKJIAN: 2002, P.29).

“Los costos de herramientas dependen de la complejidad de la forma de la pieza, de los materiales involucrados, del proceso de manufactura y del número de pieza que se debe fabricar. Las formas complejas, los materiales difíciles de maquinar y los requerimientos severos de precisión dimensional, todo ello aumenta el costo del herramental.” (KALPAKJIAN: 2002, P.29)

Según KALPAKJIAN (2002) dice que los costos de mano de obra directa por lo general son solo una pequeña porción del costo total, y comúnmente oscilan de diez a quince por ciento. Los costos fijos y los costos de capital dependen del fabricante y de las instalaciones de planta específicos.

### III.2.2. Costos basados en actividades (ABC)

“El ABC denominado Costos basados en actividades (Activity Based Costing, ABC), es un modelo que centra sus esfuerzos en determinar y evaluar los causantes de costos y como se relacionan a través de su consumo con el costo de los



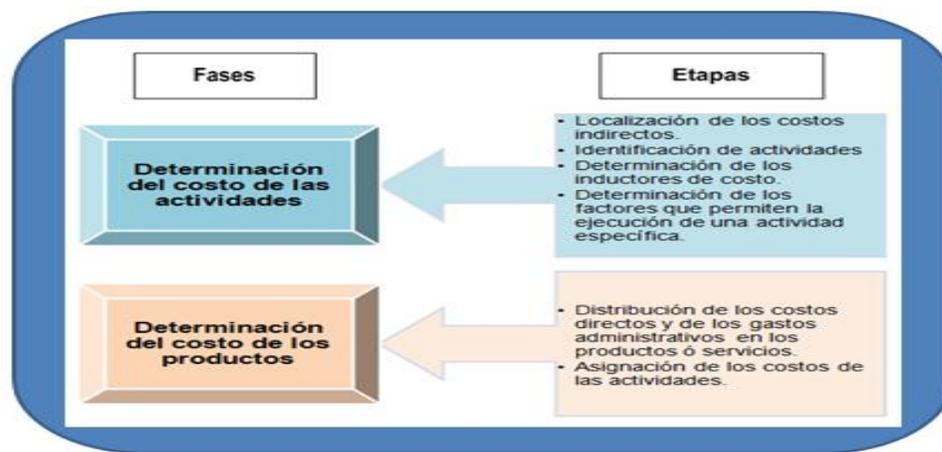
productos y así obtener el mayor beneficio posible de ellos, minimizando todos los factores que no añadan ningún valor. Definiendo como producto cualquier bien o servicio que la empresa ofrece a la venta”. (TAFUR y OSORIO: 2007, P95).

Según HICKS (1998) y con base al planteamiento del problema los objetivos a alcanzar con el sistema son: identificar, describir y determinar los costos de los recursos utilizados al desarrollar un producto o servicio, para mejorar o eliminar el desperdicio en actividades operativas, así como también proporcionar herramientas para el control, reducción de costos y fomentar la toma de decisiones estratégicas. Para mejor comprensión se mencionarán cuatro (4) conceptos claves para explicar de forma sencilla como está basado un sistema ABC.

- ✚ **Actividades:** Grupos de procesos o procedimientos relacionados entre sí que, en conjunto, satisfacen una determinada necesidad de trabajo. (Hicks D. 1998).
- ✚ **Objetivos de Costos o recursos:** Son elementos o ítems con los cuales se desean realizar una actividad. Pueden ser utilizados como objetivo final que incluye productos/servicios, ó objetivos provisionales tales como proyectos. (Hicks D. 1998).
- ✚ **Inductores de Costos:** Es la causa original de un costo, siendo un factor utilizado para imputar un costo a una actividad o a los productos. Por ejemplo, el costo del grupo de la mano de obra, estos inductores son reflejados mediante, unidades monetaria de mano de obra, horas de mano de obras, unidades monetarias de mano de obra directa, horas de mano de obra directa, número de empleados. (Hicks D. 1998).
- ✚ **Centros de Costos:** Constituyen el nivel más bajo de detalle por el cual los costos son acumulados y distribuidos. Pueden comprender una única actividad o un grupo de actividades, es decir, es la segmentación de las actividades, las cuales tienen todos los costos aplicados asociados para su ejecución. (Hicks D. 1998).

El sistema ABC, es un conjunto de información, que requiere identificar cada una de las actividades (entradas, procesos y salida del sistema), con el fin de determinar los costos asociados. Es importante señalar que para realizar dicho sistema se debe tomar en cuenta dos (2) fases principales, las cuales se describen de la siguiente forma:

1. La primera fase se encargará de determinar los costos de las actividades de cada uno de los procesos.
2. La segunda fase determinará el costo de los productos.



**Figura N° 4.- Fases y Etapas del modelo ABC**  
**Fuente: Elaboración propia, 2014.**

### III.2.3. Estructura de costos

Es un conjunto de elementos que permiten reunir información de los costos incurridos y los ingresos obtenidos de forma verificable mediante una representación realista, de manera de colaborar con la gerencia en la organización y coordinación de las funciones de manufactura, distribución y administración.

### III.3. Materiales para fabricación de piezas

Según KALPAKJIAN (2002) En la actualidad existe una gran variedad de materiales, cada uno con sus propiedades características, aplicaciones, ventajas y limitaciones, los cuales van orientados a transformarse y de esa forma obtener el producto requerido.



Los materiales que se utilizan en el taller metalmecánico, para la elaboración de piezas son: metales ferrosos (aceros al carbono y aliados, acero inoxidable y acero para herramientas), metales no ferrosos (aluminio, magnesio, cobre, níquel, titanio, súper aleaciones, metales refractarios, berilio, aleaciones de bajo punto de fusión y metales preciosos), materiales de plásticos reforzados.

### **III.4. Herramientas utilizadas en cada una de las maquinarias**

#### **III.4.1. Fresa**

La fresa es una herramienta empleada para el avellanado de agujeros, está constituida por un sólido de revolución cuya superficie presenta un cierto número de aristas de corte iguales entre sí, equidistante y dispuestas simétricamente respecto al eje de giro. (ROSSI: 1981, P. 672).

#### **III.4.2. Broca**

Conocida también como mecha, es una pieza metálica de corte que crea orificios en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica. Su función es formar un orificio o cavidad cilíndrica. (KALPAKJIAN: 2002, P.627).

#### **III.4.3. Insertos (Plaquitas)**

Son herramientas de corte, específicamente compuestas de material Carburo (de tungsteno, de titanio, de niobio, entre otros) o metal duro, utilizados para dar un excelente acabado superficial y eliminan la mayor parte de operaciones de rectificado se pueden encontrar en gran variedad de formas, como cuadrado, rombo, triángulo y redondo.

#### **III.4.4. Machuelos (Machos)**

Son herramientas de cortes que sirven para formar roscas internas. Están fabricados de acero para herramientas de alta calidad, templados y rectificadas, los

machuelos por lo general se fabrican en juegos de tres (3): ahusado, semicónico y biselado.

### III.5. Diagramas y técnicas

#### III.5.1. Diagrama Causa-Efecto

El Diagrama Causa-Efecto fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad, también es llamado "Diagrama Espina de Pescado", está compuesto por un recuadro, una línea principal, y cuatro (4) o más líneas que apuntan a la línea principal. Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas, y así sucesivamente, según sea necesario. Es una técnica gráfica utilizada para apreciar con claridad las relaciones entre un problema determinado y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra. ([www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php](http://www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php))

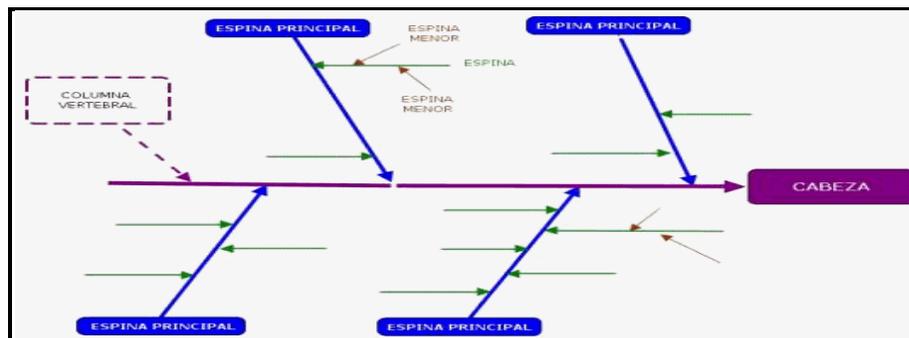


Figura N° 5.- Diagrama Causa- Efecto.  
Fuente: [http// www.eduteka.org](http://www.eduteka.org)

#### III.5.2. Diagrama de procesos

“Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, “este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado”. Es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en



cinco clasificaciones. En la tabla 1, se definen cada una de las clasificaciones, las cuales son las encontradas frecuentemente en los diagramas de procesos. (NIEBEL: 1980, P.21).

**Tabla 1.- Descripción de símbolos de diagramas de flujo**

Actividad	Símbolo
<b>Operación.-</b> Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	
<b>Transporte.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
<b>Inspección.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
<b>Almacenaje.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
<b>Demora.-</b> Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	

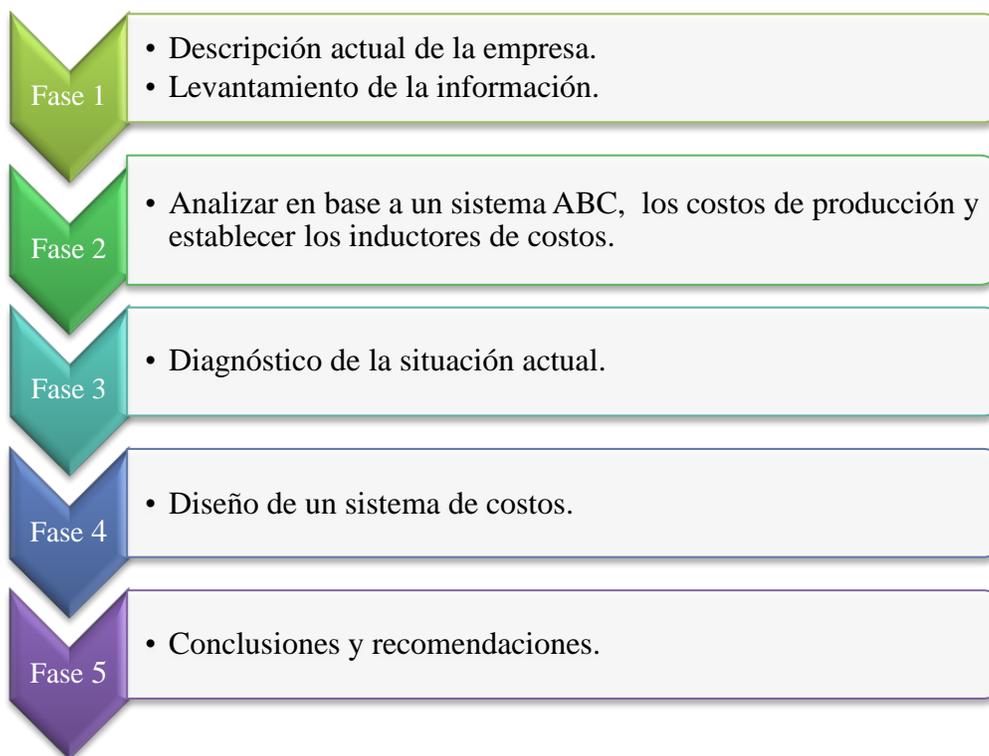
Fuente: Elaboración propia, 2014.

## CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

En éste capítulo se enmarca el esquema metodológico para la ejecución del presente trabajo especial de grado. Específicamente se detalla el tipo de investigación, el enfoque, el diseño y lo relacionado con la recolección y análisis de datos. Así como también se puede encontrar la estructura desagregada del mismo.

En el diagrama de la figura 6 se presentará una guía sistemática que permitirá el cumplimiento de los objetivos propuestos, muchos de estos pasos deben ser abordados en diversos niveles de profundidad, para llevar a cabo una investigación clara y precisa.

El esquema metodológico implementado en este estudio se muestra a continuación:



**Figura N° 6.- Metodológica empleada**  
**Fuente: Elaboración propia, 2014.**



## **IV.1. Descripción de la metodología**

A partir del esquema sistemático observado en la Figura 6 se desarrollará una metodología de trabajo, dividida en varias fases, como se explica a continuación.

### **IV.1.1. Descripción actual de la empresa**

En esta fase se realizará una documentación de los procesos y procedimientos involucrados en el taller. Esto consiste en la recolección de información relevante que permita identificar las actividades en cualquier tipo de servicio o pieza requerida, este proceso se realizará llevando a cabo visitas guiadas en el instituto y tomando notas de las tareas involucradas en cada proceso. La información histórica estará basada en los registro del instituto de ingeniería.

### **IV.1.2. Análisis con base a un sistema ABC, los costos de producción y establecer los inductores de costos.**

Se determinará el origen de cada uno de los costos asociados a los procesos de manufactura, para posteriormente convertirlos en herramienta de trabajo para el diseño de la estructura de costo, adicionalmente se evaluarán los costos de producción de cada una de las piezas o servicios solicitados bajo la modalidad de un sistema basado en actividades (ABC), obteniendo como resultado los inductores de costos.

### **IV.1.3. Diagnóstico de la situación actual**

En esta fase se describirán cada uno de los procesos inmersos en la elaboración de piezas o servicios prestados, aunado a eso se analizarán las causas que afecten el presupuesto en relación a los costos de cada pieza, para ello se emplearán diversas técnicas como es el caso del diagrama causa efecto, diagrama OTIDA.



#### **IV.1.4. Diseño de un sistema de costos**

Consiste en estructurar un sistema de costos para el cual se empleará la metodología ABC, con dicho sistema se pretende obtener los costos de producción por cada una de las actividades realizadas, generando un presupuesto que incluirá cada uno de los costos unitarios de los productos y servicios para su emisión al cliente.

#### **IV.1.5. Conclusiones y Recomendaciones**

En esta fase se elaboran las conclusiones en función de los resultados del proyecto y se realizarán una serie de recomendaciones al instituto de ingeniería.

### **IV.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **IV.2.1. Investigación de campo**

Se entiende por investigación de campo al análisis sistemático de problemas con la finalidad de interpretarlos, entender su naturaleza, factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia. Según Grajales (1993), una investigación de campo “es aquella que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio”. A partir de allí se denomina así a la investigación desarrollada debido a que todos los datos recolectados para su análisis, fueron tomados desde el lugar donde se está presentando la problemática.

#### **IV.2.2. Proyecto factible**

La Universidad Católica Andrés Bello en su Instructivo “Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Industrial” (UCAB, 2003) en su sección de Modalidades del TEG explica que: “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo



social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de campo, o en una investigación de tipo documental, y puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”.

En este sentido se define como tal el proyecto desarrollado, debido a que en el mismo se proponen varios planes de acción, que tiene como finalidad diseñar la estructura de costo para los productos y servicios del taller metalmecánico, lo cual es mencionado en el capítulo II.

### **IV.3. Enfoque de la investigación**

El presente Trabajo Especial de Grado se considera una investigación de enfoque mixto, ya que hace uso de datos obtenidos de observaciones directas y entrevistas no estructuradas, así como también se utilizan datos proporcionados por el personal del instituto de ingeniería, datos recolectados y datos calculados. Por lo tanto se hace uso de enfoques cualitativos y cuantitativos.

### **IV.4. Recolección de datos**

Según Canales, Alvarado y Pineda (1994) los métodos de recolección de datos “son los medios a través de los cuales el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación”.

Las Técnicas seleccionadas de recolección de datos son diversas, y muchas de ellas no formales. En términos generales, se utilizó la observación directa, entrevistas no estructuradas, la solicitud de información en distintas presentaciones, como por ejemplo, hojas de cálculo e información contenida en el sistema administrativo.

#### **IV.4.1. Técnica Documental**

Es una técnica que se emplea para la recolección de información que tiene principios sistemáticos y normas de carácter práctico, por lo cual requieren del



análisis profundo de material documentado, mediante la lectura general de los textos que sean de interés para la investigación.

#### **IV.4.2. Observación directa**

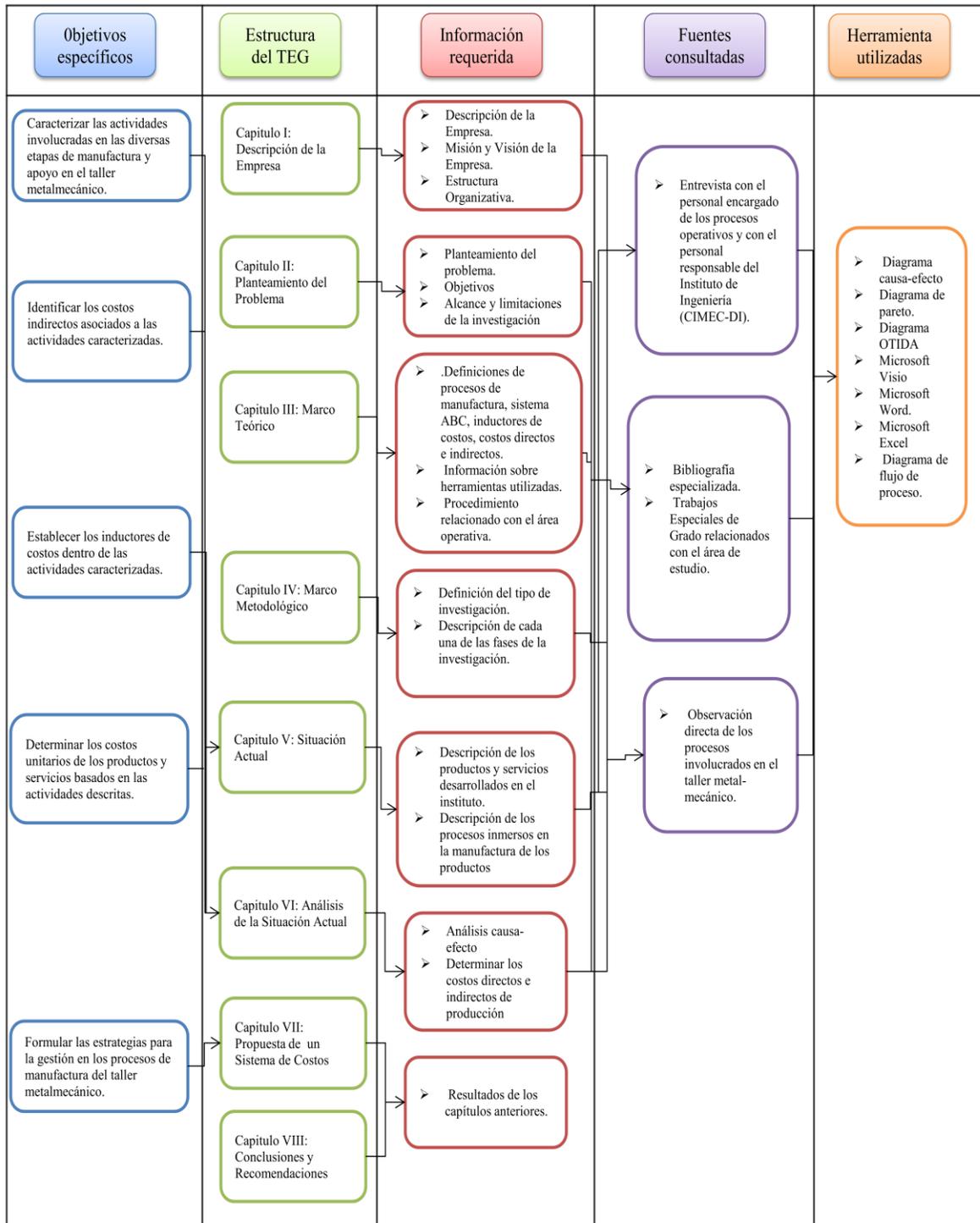
Es una técnica que incorpora la observación, bien sea humana de forma directa indirecta, sistemática, estructurada, o de manera mecánica mediante la utilización de cámaras fotográficas, de vídeo, grabadoras entre otras.

#### **IV.4.3. Entrevistas no estructuradas**

Es otro método que se dedica a interrogar a las personas de forma oral o por escrito, mediante el uso de encuestas, entrevistas o cuestionarios, siendo estas herramientas de gran utilidad, convirtiéndose en una comunicación recíproca entre el observador y el entrevistado.

### **IV.5. Estructura desagregada del trabajo especial de grado**

En la tabla que se muestra a continuación se encuentra la estructura desagregada del trabajo especial de grado en la cual se muestra el vínculo existente entre los objetivos específicos y el capítulo en el cual estos se van a desarrollar, además de las fuentes consultadas y las herramientas utilizadas.



**Figura N° 7.- Estructura Desagregada del trabajo especial de grado**  
**Fuente: Elaboración propia, 2014**



## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describirán cada uno de los procesos inmersos en la fabricación de prototipos, piezas y las capacidades de las diversas maquinarias que pueden prestar algún servicio dentro del taller metalmecánico del instituto de ingeniería.

#### V.1. Descripción de la situación actual

En el centro de ingeniería mecánica y diseño industrial (CIMEC-DI) perteneciente al instituto se realiza el diseño y la fabricación de prototipos de piezas, adicionalmente se presta algún tipo de servicio, el cual consiste en emplear una o varias de las diversas aplicaciones que poseen las maquinarias y/o equipos a alguna pieza que suministre el cliente.

##### V.1.1. Productos

- ✚ Prototipos de piezas: También llamadas series cortas se pueden utilizar en diversos sectores y múltiples aplicaciones tan variadas como aeronáutica, automoción, diseño, medicina, industria, arquitectura, etc. Estas pueden tener infinitas formas y pueden ser de diversos materiales.
- ✚ Servicios: Conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de un cliente, estos servicios pueden variar de acuerdo con el requerimiento del cliente y depende de las capacidades de las maquinas que comprende el tren de manufactura del taller.

#### V.2. Descripción de procesos

La elaboración de prototipos de piezas o servicios requiere de un conjunto de procesos como se observan en la figura 8, en la que se puede apreciar cada etapa, iniciando con la llegada del material al CIMEC-DI para ser transformado y convertirse en un producto terminado.

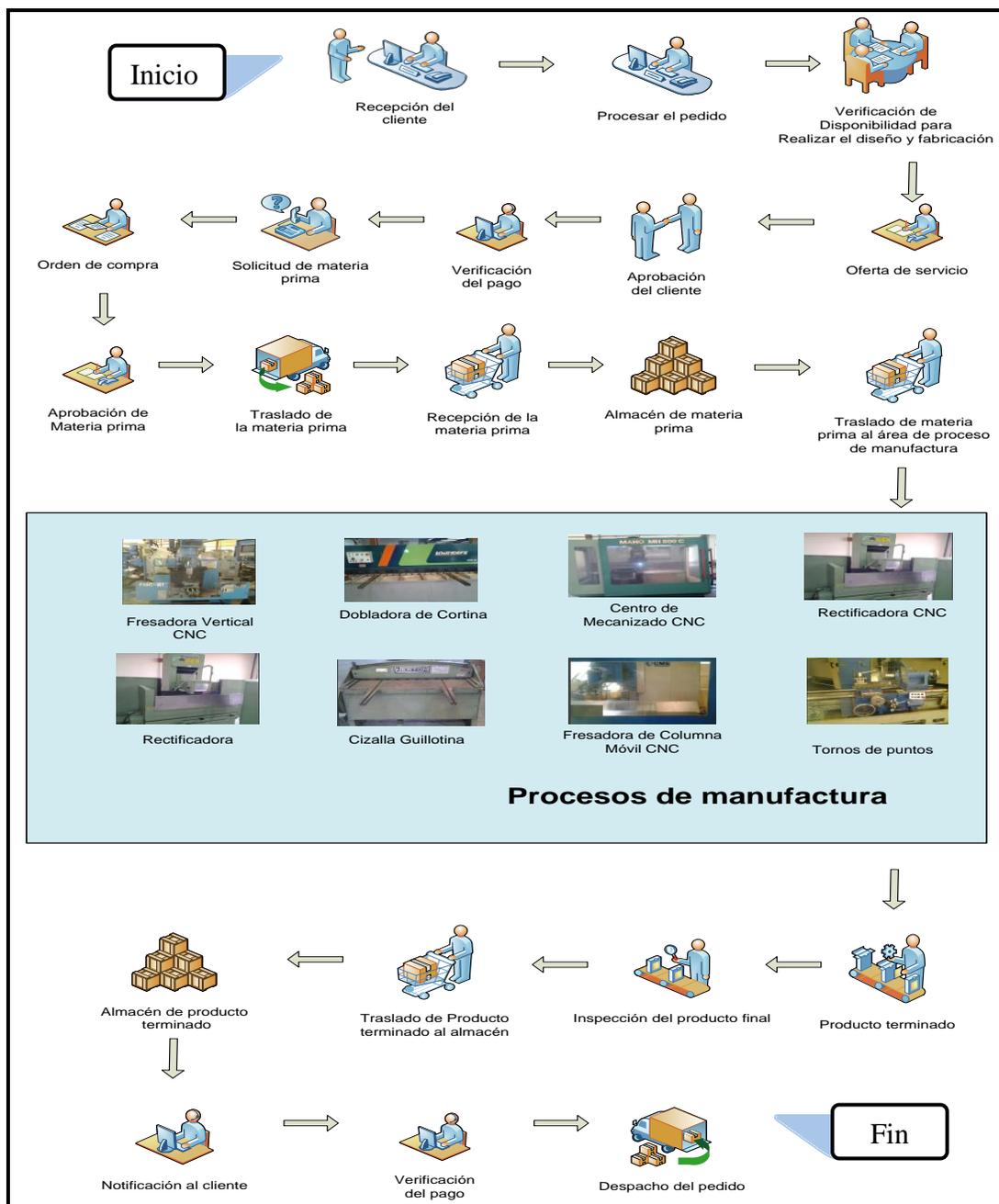


Figura N° 8.- Diagrama de Procesos para la elaboración de los productos y servicios en el taller metalmecánico (CIMEC-DI).  
 Fuente: Elaboración propia, 2014.



## **V.2.1. Solicitud de pedidos**

### **V.2.1.1. Recepción del cliente**

El proceso se inicia con la solicitud de pedido por parte del cliente al CIMEC-DI, el cual puede ser un diseño de un prototipo o simplemente un servicio, ya sea de mecanizado o carpintería metálica. Esta solicitud la emite el cliente de manera, directa (personal) o indirecta (por vía telefónica o correo electrónico).

Todas las solicitudes son recibidas por la secretaria del CIMEC-DI, quien le otorga o facilita una cita al cliente con el jefe del CIMEC-DI para la discusión del proyecto.

### **V.2.1.2. Procesar el pedido junto con el jefe del CIMEC-DI**

Se establece una reunión entre el cliente y el jefe del CIMEC-DI, con la finalidad de discutir el requerimiento del cliente para formalizar el pedido. La solicitud de pedido puede canalizarse de dos (2) formas: De ser un servicio, el jefe del CIMEC-DI se pone en contacto con el líder de producción para la verificación de disponibilidad de maquinarias y de personal para la ejecución. De ser un prototipo, el cliente debe suministrar el diseño de la pieza de no tenerlo, el jefe del centro se comunica con el equipo de diseño y este será quien se ponga en contacto con el cliente para obtener datos para el diseño del prototipo que se desea.

### **V.2.1.3. Verificación de disponibilidad para realizar el diseño y fabricación de prototipos o servicios**

La Verificación de disponibilidad para realizar el diseño y fabricación de prototipos o servicios, se basa en establecer una mesa de trabajo en la que participen los líderes de: producción, equipo de diseño y jefe del CIMEC-DI, con el propósito de:



- + Verificar el diseño del prototipo que se va a fabricar (Si se encuentra alguna anomalía con el diseño a fabricar, se colocan en contacto con el equipo de diseño o el cliente).
- + Verificar la capacidad y disponibilidad que tiene los equipos del taller para realizar dicho proyecto
- + Verificación de materia prima en inventario (si el cliente no la suministra).
- + Tiempo de ejecución o entrega y costo de ejecución del proyecto.

#### V.2.1.4. Oferta de Servicios

La oferta de servicios se realiza por medio de un formato que se muestra en Anexo N° 1 del tomo II, el cual especifica; nombre, dirección del cliente, número de oferta, fecha de vencimiento de la oferta, condiciones de pago, descripción del servicio que le está prestando el instituto de ingeniería, la cantidad en cuanto a el producto o servicio que se va ejecutar, precio unitario como el precio total del servicio, condiciones generales, así como también las firmas de los responsables del proyecto en el CIMEC-DI.

Dentro de los responsables del proyecto están, el jefe del centro, líder de producción del taller metalmecánico y el líder del departamento de tecnología, sólo en casos especiales cuando la oferta del proyecto sobrepasa a 300 unidades tributarias, se requiere la firma del presidente de la fundación del instituto de ingeniería de investigación y desarrollo. Esta oferta de servicio es elaborada por la secretaria del centro, la cual se encarga de hacerle llegar (por correo electrónico o vía fax) al cliente el formato para su aprobación.

#### V.2.1.5. Aprobación del Cliente

El siguiente paso o subproceso se inicia cuando el cliente tiene la libertad de aceptar o no la oferta de servicio que el instituto de ingeniería le hizo llegar, de ser aprobado el cliente debe firmar el formato de oferta de



servicio y cancelar el 50% de su proyecto. El pago del proyecto va emitido a una cuenta del Instituto de Ingeniería, donde podrá ser realizado en cheque, depósito bancario o en la oficina de Facturación y Cobranza de ingeniería.

#### **V.2.1.6. Verificación del pago del cliente**

Una de las funciones que se encarga el departamento administrativo, es la facturación del proyecto, la cual es emitida al corroborar que el cliente realizó la cancelación del 50% de su proyecto. Este departamento se encarga de hacerle llegar la factura al cliente y transmitir la información por medio de correo electrónico, a la secretaria del CIMEC-DI, para que proceda la ejecución del mismo. Posteriormente la secretaria notifica la información al jefe del taller y al líder de producción, para dar inicio a la fabricación del proyecto.

El formato de facturación que se muestra en el tomo II en el Anexo N° 2 especifica, datos del cliente, especificaciones generales del trabajo, detalles de la factura como cantidad, descripción y precio.

#### **V.2.2. Ejecución para la fabricación del prototipo o servicio**

Una vez que se ha finalizado la solicitud del pedido, se inician los procesos para la ejecución del mismo, que depende del requerimiento del cliente, como ya se ha citado puede ser un diseño para la fabricación de un prototipo o simplemente un servicio.

Para fabricar un prototipo el taller ejecuta y cotiza los pedidos con base al requerimiento de materia prima, mientras que cuando se ejecuta un servicio, se toman en cuenta otros factores debido a que el cliente entrega las piezas a las cuales necesitan de alguna aplicación de las diversas maquinarias y/o equipos existentes, por lo que no se requiere de materia prima.



Para la fabricación de piezas o prototipos se requiere de un conjunto de pasos para la adquisición de materia prima (estos no aplican para la ejecución de servicios), los cuales se mencionan a continuación:

#### **V.2.2.1. Solicitud de Materia Prima**

El primer eslabón de la cadena productiva es la adquisición de la materia prima, la cual varía dependiendo del proyecto que se vaya a ejecutar. Históricamente se pueden mencionar los tipos de materia prima como lo son: láminas, tochos, tubos, lingotes, cilindros macizos, entre otros de diversas dimensiones y tipo de material entre los que se pueden nombrar acero inoxidable, aluminio, acero al carbono, bronce y latón, cabe destacar que toda esta materia prima dependerá del proyecto en que se vaya a ejecutar.

Para adquirir la materia prima, se debe realizar un conjunto de pasos iniciando con la solicitud del requerimiento por parte del líder de producción, el cual determina el tipo, cantidad, dimensiones del material requerido para elaborar el proyecto, dicha solicitud se entrega al almacén en donde se verifica si cuentan con disponibilidad en inventario.

El almacenista al no disponer del material en su inventario emite una requisición interna con el material necesario para elaborar el proyecto. Actualmente la orden de requisición de materia prima la realiza la secretaria del centro. Esta orden de requisición la debe revisar y firmar el jefe del centro (CIMEC-DI) para posteriormente enviarlo al departamento de compras.

#### **V.2.2.2. Orden de compra de la materia prima**

El departamento de compras, inicia con el proceso de procura solicitando cotizaciones (debe existir mínimo tres (3) cotizaciones para proceder a la orden de compras bajo la ley de contrataciones públicas).



El siguiente paso es enviar la carta de requisición junto con sus respectivas cotizaciones al departamento de administración y la dirección de tecnología, estos departamentos se encargan de revisar el archivo (verifican sean proveedores distintos, montos y que se cumpla con el procedimiento establecido) para su aprobación y firma. Una vez que la orden de requisición fue verificada por los departamentos ya mencionados, regresa al departamento de compras y es aquí donde finalmente pasa de una carta de requisición a una orden de compra.

#### **V.2.2.3. Aprobación de solicitud de materia prima**

Una vez elaborada la orden de compra por el personal de administración, es revisada y firmada por el gerente para posteriormente ser aprobada por el director quien se encarga de emitirla al proveedor para la elaboración de la factura y la coordinación de tesorería realice el cheque con el monto establecido.

#### **V.2.2.4. Recepción de materia prima**

Ya emitido el cheque y esperado el tiempo de entrega del material por parte del proveedor se procede al traslado hacia las instalaciones del instituto de ingeniería, dicho traslado puede efectuarse de dos (2) formas:

1. Cuando el proveedor incluye un monto de flete en su cotización y factura, obliga al mismo trasladar el material hasta el instituto por sus propios medios.
2. Cuando el proveedor no incluye el flete en su cotización y factura, el instituto se encarga de armar la logística del traslado, contratando a un transporte externo para su traslado (dicho monto se incluye en el costo de la materia prima).

La materia prima al ser trasladada al instituto de ingeniería es resguardada en el almacén de materiales, siendo una área de 13 m<sup>2</sup>.



### V.2.3. Fabricación del prototipo o servicios (Procesos de manufactura)

Para ejecutar los servicios o la fabricación de piezas o prototipos, se inicia con el traslado de la materia prima del almacén al área de producción. Dicho traslado dependerá del peso de la materia prima, para ello se emplea una zorra o transpaleta.

Dependiendo de cómo se planifica el servicio o el diseño se colocará la materia prima en un almacén transitorio ubicado a un lado de la maquinaria y/o equipos con el que se trabajará, destacando que el taller metalmecánico cuenta con una diversidad de maquinarias y/o equipos que se encuentran disponibles para realizar todo tipo de procesos de manufactura, los cuales se describirán a continuación:

#### V.2.3.1. Mecanizado por arranque de viruta:

Es un proceso por el cual a una pieza en bruto se le elimina el material sobrante de forma gradual mediante tallado hasta llegar a una forma previamente definida, dentro del taller se encuentran los siguientes tipos:

✚ **Taladros:** Según Gockel, Falk (1986) son herramientas de cortes, donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se le hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Actualmente existe diferente tipos de máquinas de taladros tales como: Taladros manuales, taladros de sobre-mesa, taladros de columna, taladros con soporte, taladros horizontales, taladro calibrador, entre otros.

Los taladros que existen en el taller metalmecánico se muestra a continuación:

Tabla 2.- Descripción de máquinas Taladradoras de banco del taller metal-mecánico.

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Taladro de Banco	STRANDS S - 68	Carrera = 120
1	Taladro de Banco	RDM 150 A	Carrera = 60

Fuente: Elaboración propia, 2014.



✚ **Fresado:** El proceso de fresado es un proceso de mecanizado el cual se lleva a cabo mediante un movimiento coordinado entre una herramienta rotativa denominada fresa, la cual posee varias puntas o filos de corte y un avance recto de la pieza que se está mecanizando, en una maquina llamada fresadora. El fresado se utiliza para fabricar superficies curvas y planas, contornos, ángulos, muescas, ruedas dentadas y muescas.

El fresado se puede clasificar en: fresado en las caras o fresado frontal, fresado horizontal, fresado de refrentado, fresado frontal. (GROOVER: 1997, P. 611). Las máquinas y/o equipos con las que cuenta el taller metalmecánico para ejecutar el proceso de fresado se enmarcan en la tabla cuatro (4) que se muestra a continuación:

**Tabla 3.- Descripción de máquinas fresadoras del taller metal-mecánico.**

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Fresadora de columna móvil CNC	CME , BF – 05	X= 3200, Y = 1000, Z= 900, 3 ejes.
1	Centro de Mecanizado CNC	MAHO, MH 800C	X =800, Y= 500, Z = 600, ROT Y VASC.
1	Fresadora vertical	LAGUN, FTV-2S	X= 830, Y = 406, Z= 406, 3 ejes
2	Fresadora vertical CNC	FELCO (Fagor), FMC - B1	X= 1110, Y = 250, Z= 450, 3 ejes.

Fuente: Elaboración propia, 2014

✚ **Torneado:** Es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de punta sencilla remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación. La máquina utilizada en el torneado se llama torno y la herramienta empleada se conoce como herramienta de corte o cuchilla. (PAZOS: 2006, P. 229). En este proceso se producen piezas con forma de cuerpos redondos; tales como cilindros, conos y troncos de cono,

dependiendo de las diferentes operaciones de torneado en su dirección de avance y la forma de la herramientas utilizada.

Las principales operaciones de torneado son: Cilindrado, Refrentado, Torneado cónico, Ranurado, Tronzado, Moleteado, Perforado, Taladrado, Roscado.

Según Kalpakjian, Serope (2002) Actualmente, se utilizan en la industria del mecanizado varios tipos de tornos, cuya aplicación depende de la cantidad de piezas a mecanizar por serie, de la complejidad y de la envergadura de las piezas. Los tipos de torno que existen en el mercado son: Torno para herramientas, torno de velocidad, torno revólver, torno de mandril, máquina de barra automática y torno CNC, entre esta gran diversidad de tornos el taller metalmecánico cuenta con las siguientes maquinarias:

Tabla 4.- Descripción de la diversidad de tornos del taller metal-mecánico.

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Centro de torneado CNC	MORIE SEIKI, SL - 25 M	Diam. 250 x 350 entre puntos 3 ejes, Husillo= 60
1	Torno de puntos	GEMINIS, GE - 5 - 650 5	Diam. 410 x 3000 entre puntos. Diam. Max 600, Husillo= 95
1	Torno de puntos CNC	FELCO (Fagor), TURNCRAFT 510	Diam. 300x 1500 entre puntos 2 ejes, Husillo= 75
1	Torno de puntos	COLCHESTER, MASTER 2500	Diam. 300 x 1000 entre puntos, Husillo= 50

Fuente: Elaboración propia, 2014

### V.2.3.2. Mecanizado por abrasión

Este mecanizado suele constituir la última etapa, se realiza aplicando un abrasivo sobre la parte de la pieza a mecanizar, en el taller cuentan con los siguientes tipos:

- ✚ **Rectificado:** Este proceso tiene como objetivo el afilado de las herramientas, así como la obtención de piezas con una gran exactitud

de medidas y elevado acabado superficial. La herramienta empleada se llama muela y la maquina rectificadora. (ROSSI: 1981, P. 745). Las operaciones de rectificado se efectúan en una diversidad de configuraciones de piedra y pieza. Entre otras rectificadoras se pueden nombrar, la rectificadoras universales, rectificadora moderna que están controladas por computadoras y aunque no son rectificadoras propiamente dichas los esmeriles. (KALPAKJIAN: 2002, P.721). Las máquinas con las que cuenta el CIMEC-DI para ejecutar el proceso de acabado fino se enmarcan en la tabla seis (6) que se muestra a continuación:

Tabla 5.- Descripción de máquinas Rectificadoras del taller metal-mecánico.

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Rectificadora Cilíndrica CNC	GER, C 1000 CNC	1000 entre puntos x 355 Diam., Diam. Int = 50
1	Electroerosionadora por penetración	COMPACT 2, ONA	X = 350, Y = 200, Z = 200
1	Rectificadora de Superficies CNC	GER, S 50 /25 CNC	500 x 250

Fuente: Elaboración propia, 2014

### V.2.3.3. Carpintería metálica

El taller metalmecánico realiza la transformación de productos con diversos tipos de materiales, por la diversidad de sus maquinarias puede decirse que cuenta con un área para realizar carpintería metálica, a continuación se describirán los procesos enmarcados dentro de esta área.

- ✚ **Soldadura por arco eléctrico:** Es un proceso de soldadura por fusión en el cual la unificación de los metales se obtiene mediante el calor de arco eléctrico entre un electrodo y el trabajo. (PAZOS: 2006, P. 266).
- ✚ **Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas:** Conocido como GTAW (gas tungsten arc welding) puede ser manual o automatizado. Es un proceso que usa un electrodo de tungsteno no

consumible y un gas inerte para proteger el arco eléctrico. El hierro colado, el hierro fundido, el plomo y el tungsteno son difíciles de soldar mediante este proceso. Generalmente la soldadura GTAW es más lenta y más costosa que los procesos de soldadura con arco de electrodo consumible, excepto cuando se incluyen secciones delgadas y cuando se requieren soldadura de muy alta calidad. (PAZOS: 2006, P. 269).

**Tabla 6.- Descripción de máquinas Soldadoras del taller metal-mecánico.**

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Máquina de Soldar MIG	MILLER, Deltaweld 452	450 A. Tip C Fire 0,045 (1.2mm)
1	Máquina para soldar TIG- SMAW	MILLER, SINCROWAVE	300 A
1	Máquina para soldar TIG- MIG	POWCON, PART	300 A
1	Máquina para soldar SMAW	MILLER, M – 180	180 A
1	Electropunto de pedestal	SUNARC, SP 512	AISI 1020, E= 2 X 3.0

Fuente: Elaboración propia, 2014

✚ **Dobladora de cortina CNC:** Las dobladoras son una herramienta ideal para hacer pliegues a las láminas de acero. El CNC o control numérico regula todos los movimientos de los topes posteriores así como la fuerza y recorrido de la cortina. Este recibe información sobre la posición de los componentes mediante reglas de posición, para luego calcular el movimiento que cada eje (cortina, topo posterior, etc.) debe hacer para realizar un trabajo requerido.

**Tabla 7.- Descripción de máquinas Dobladora de cortina del taller metal-mecánico.**

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Cizalla guillotina	NEWTON, T.M 5	L = 1200, E = 3,0
1	Dobladora de cortina CNC	LOIRSAFE	L = 3.050, E: 3,0
1	Dobladora Manual	MORGAN	L= 1200, E = 3,0
1	Equipo de Oxicorte	Oxicorte	E = 2"

Fuente: Elaboración propia, 2014.

✚ **Sierra cinta:** Según Groover, Mikell (1997) Las principales sierras cintas son: vaivén, sierra cinta horizontal y la vertical, que se utilizan para cortar una pieza en particular o una serie de piezas para producción. Las máquinas sierras que se muestra en tabla nueve (9) son algunas de las que se encuentran en las instalaciones del taller metalmecánico.

**Tabla 8.- Descripción de máquinas Sierras cinta del taller metal-mecánico.**

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Sierra cinta horizontal	PILOUS, PP02	Diámetro de corte. 600
1	Sierra cinta horizontal	SABI, EB 250	350 X 180
1	Sierra de disco	MEP - PERGOLA,	100

Fuente: Elaboración propia, 2014-

✚ **Prensas:** Es un proceso en el cual se aplica presión a la pieza en una sólo dirección por un ariete, pistón o embolo, para apretar o comprimir hasta llegar a un punto deseado. A continuación se muestra una tabla la cual especifica las prensas que posee el taller metalmecánico.

**Tabla 9.- Descripción de Prensas del taller metal-mecánico.**

Cant.	Descripción de Equipos	Modelo y Marca	Capacidad (mm)
1	Prensa de Puente	GEXIM	Carrera = 300
1	Prensa cuello de cisne	LUZUAM DOO-PE-1	Carrera = 200, 20 Tm

Fuente: Elaboración propia, 2014

#### V.2.4. Inspección del producto final

Cada uno de los operadores se encarga de revisar las piezas al finalizar cada proceso de manufactura, con el fin de garantizar el cumplimiento de las características requeridas por el cliente para que posteriormente sean almacenadas.



### **V.2.5. Almacenamiento**

Al finalizar cada uno de los procesos de manufacturas y de inspección, las piezas o el material transformado se traslada a un almacén de producto terminado, es importante destacar que el producto final no perdura en el almacén ya que son requeridos por el cliente para solventar algún inconveniente o para mejorar algún proceso. El operador que se encargue de trasladar la pieza al almacén, posteriormente debe notificar al líder de producción que el pedido del cliente esté completo y ha finalizado satisfactoriamente, este a su vez le emite la información a la secretaria del taller metalmecánico (CIMEC-DI) para que la suministre al personal administrativo y se inicie el proceso de cobranza.

### **V.2.6. Despacho del Producto Terminado**

Para realizar la entrega del pedido al cliente, el instituto tiene como política de venta que se debe cancelar el 50% restante del costo emitido en la cotización al momento de culminar la producción, es decir, que el cliente debe tener cancelado la totalidad (100%) del proyecto.

El personal administrativo del taller metalmecánico (CIMEC-DI) se encarga de notificarle al cliente que su pedido está disponible para ser retirado una vez que se cancele la factura pendiente.

Posterior a la notificación, el cliente debe retirar el producto a la brevedad posible, al momento del despacho el área de administración se encarga de realizar una orden de entrega que avala que el producto cumple con las características requeridas por el cliente y se encuentra listo por su entrega.

De esta forma se caracterizan las actividades involucradas en las diversas etapas de manufactura, cumpliendo con el primer objetivo específico del presente trabajo especial de grado.



## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se encontrará de manera detallada los aspectos resaltantes que fueron observados durante la realización del presente estudio, a fines de especificar las causas de los problemas existentes en el taller metalmecánico (CIMEC-DI).

A partir de la información suministrada por el personal del taller, se pudo detallar el proceso productivo para la elaboración de piezas o prototipos, así como también se pudo constatar que el taller metalmecánico posee una amplia variedad de maquinarias con la capacidad de laborar gran diversidad de productos. Cada proyecto es único e irrepetible, razón por lo cual no se puede hablar de una producción uniforme y constante ya que dependerá del requerimiento de cada cliente.

A continuación se mostrará la metodología definida por el Japonés ISHIKAWA, para identificar la causa raíces del problema.

#### **VI.1. Identificación de las causas raíces que afectan la determinación del precio de los productos o servicios prestados por el taller metalmecánico.**

La base de la problemática se obtuvo a través de diálogos y entrevistas no estructuradas con el personal administrativo y gerencial del taller, quienes aportaron algunas ideas de lo que podrían ser las causas del problema.

A través de esta investigación se determinó que el taller metalmecánico tiene fallas en la determinación de los precios de los productos o servicios, siendo este el problema principal a estudiar, es por ello que es conveniente elaborar un diagrama de ISHIKAWA (Causa-Efecto) donde se señalen las posibles causas que originan anomalías en el taller metalmecánico, tal como se muestra en la figura 9.

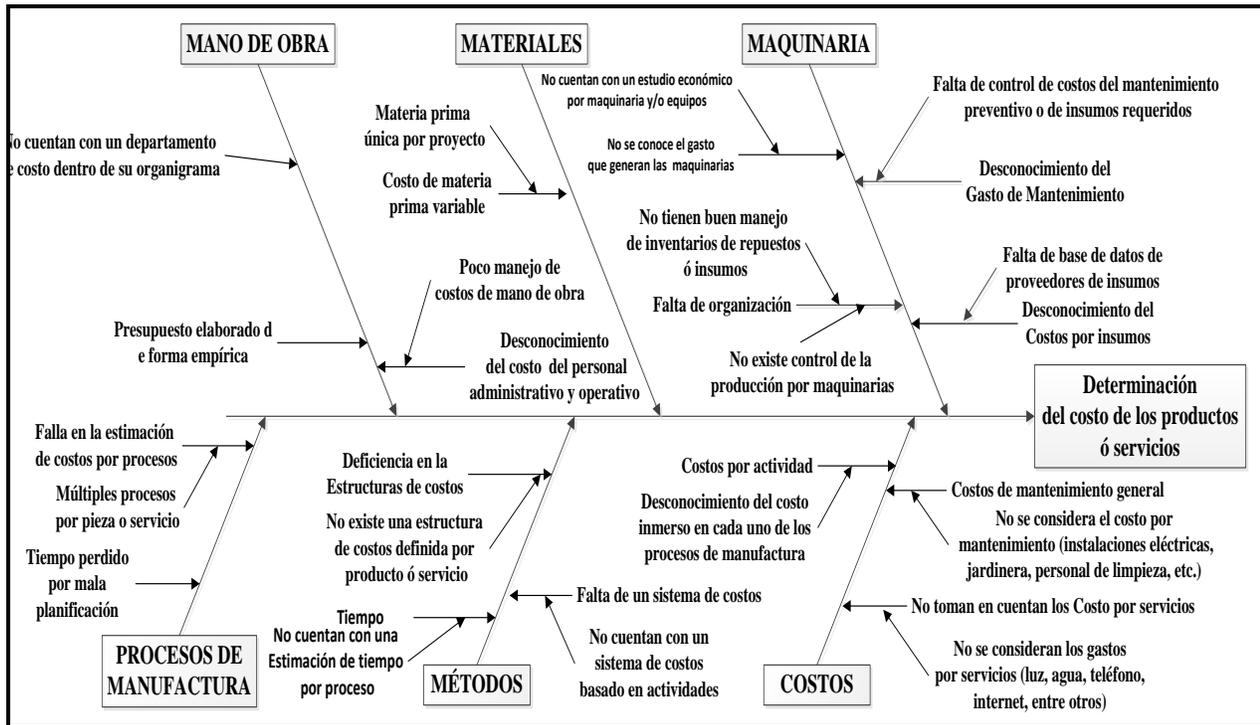


Figura N° 9.-Diagrama Causa-Efecto del taller metalmeccánico (CIMEC-DI)  
Fuente: Elaboración propia, 2014

A continuación se describen en detalle cada una de las causas principales que originan el problema general:

### VI.1.1. Mano de Obra

Una de las deficiencias para la determinación de una estructura de costos es la mano de obra, esto se debe a que no cuentan con un departamento o gerencia de contabilidad y costos, que tenga un personal capacitado para la elaboración de presupuestos, encargada de realizar una estructura de costos por producto que permita la rentabilidad del taller. Dentro de las entrevistas no estructuradas, se determinó que el líder de producción elabora el presupuesto y establece el precio de los productos ó servicios de acuerdo a su experiencia, sin tomar en cuenta el costo



de los servicios, mano de obra directa e indirecta, herramientas y otros asociados a la fabricación, lo cual no refleja un costo real del producto o servicio.

### **VI.1.2. Materiales**

El taller no puede estimar el costo de los productos sin tener una cotización formal de la materia prima, debido a que esta varía por cada requerimiento del cliente. Es importante destacar que actualmente, existen una gran cantidad de materiales cuyo precio entre ellos es muy variable. La diversidad de los materiales depende de las características físicas como lo son la dureza, tenacidad, ductilidad, elasticidad y resistencia, esto trae como consecuencia que no se pueda manejar un inventario en el almacén hasta no conocer el proyecto con el requerimiento exacto del cliente.

### **VI.1.3. Maquinaria**

Las maquinarias juegan un rol fundamental en la producción, ya que de ellas depende transformación de la materia prima a producto terminado (piezas) o la ejecución de servicios. Actualmente el taller no toma en consideración los costos asociados a las maquinarias, como lo son los costos de los insumos y herramientas, mantenimientos, entre otros, por esta razón desconocen cuanto puede costar una hora hombre-máquina de cualquiera de sus procesos de manufactura.

***Costo de los insumos y herramientas:*** El taller no cuenta con un histórico de compras de insumos, como lo son consumibles (lubricantes, refrigerantes, entre otros) o herramientas (insertos, machos, brocas, entre otros), es por ello, que no tienen una base de datos de proveedores con precios actualizados. Por lo antes mencionado el taller no estima este tipo de costo a la hora de ejecución de un proyecto y utilizan los insumos que poseen en su inventario sin importar su costo, acotando que el costo de las herramientas puede variar significativamente entre una y otra, bien sea por su material, dimensiones ó vida útil.



**Costo por mantenimiento:** El mantenimiento preventivo de las maquinarias y/o equipos es un factor económico que influye dentro de la estructura de costo, para garantizar un nivel productivo óptimo. Este mantenimiento actualmente no se está realizando de forma rigurosa, es por ello que dicho costo se excluye de cualquier presupuesto además que desconocen los tiempos de parada por la falta de control en los mantenimientos.

#### **VI.1.4. Procesos de manufactura**

Dentro del taller metalmecánico se pueden ejecutar varios procesos de manufactura, al momento de realizar alguna pieza o prototipo, es de vital importancia tener una alta eficiencia generada por una buena planificación, que permita ejecutar los procesos de forma rápida y con la menor cantidad de recursos posibles. Al no planificar de forma correcta se dificulta la predicción del plazo de entrega del producto terminado, trayendo como consecuencia la insatisfacción del cliente.

#### **VI.1.5. Métodos**

El taller metalmecánico actualmente realiza sus presupuestos en base a la experiencia de sus trabajadores, ya que no cuenta con un sistema de costos basado en actividades que le permita obtener la cantidad de recursos necesarios por cada una de ellas con su costo asociados. Adicional a esto no cuenta con ningún tipo de estructura que garantice rentabilidad, dificultando el cálculo de la mano de obra, instalaciones y maquinarias que se deben imputar a las piezas solicitadas.

#### **VI.1.6. Costos**

Por lo mencionado anteriormente, dentro de la elaboración de presupuestos existen muchos costos que no son imputados al momento de facturar el producto. Dentro de nuestra investigación se observó que se omiten los gastos emanados por



los servicios básicos necesarios para laborar como lo son: electricidad, teléfono, internet, transporte, agua, aunado a esto se desconocen el costos por el mantenimiento general del taller y por ende el costo por actividad.

## VI.2.Limitantes encontradas a nivel de operaciones

El taller metalmecánico (CIMEC-DI) a pesar de contar con personal altamente calificado, presenta un conjunto de debilidades que obstaculiza su proceso. A continuación se describe una serie de limitantes, encontradas que nos permite identificar al taller metalmecánico como un centro que se enfoca en realizar proyectos aislados imposibilitando que su producción sea única y constante:

- ✚ **Piezas:** Las piezas que se manufacturan en el taller Metalmecánico (CIMEC-DI), llevan una serie de dimensiones particulares que las hacen únicas, debido a que cada proyecto que se aprueba en el taller, tiene especificaciones detalladas por el cliente. Al elaborar múltiples piezas se hace difícil estandarizar el procedimiento (procesos y tiempos de manufacturas), generando la necesidad de elaborar un presupuesto específico para cada proyecto.
- ✚ **Registro de información:** Los datos que suministró el taller metalmecánico, no fue registrada de forma apropiada, debido a que no contaba con todos los tiempos implicados en el proceso de manufactura. Adicionalmente se evidenció que el personal no tomó en consideración los tiempos muertos de producción al momento de registro de la información, entre los que se destacan cambios de herramientas, lubricación y limpieza, puesta a punto.
- ✚ **Producción:** Actualmente el taller Metalmecánico (CIMEC-DI), dispuso de una remodelación y adquisición de nuevas maquinarias, lo que ha suspendido temporalmente la fabricación de piezas en el taller. Por lo antes mencionado la directiva no aceptan proyectos, ni prestan ningún servicio, es por ello que no cuentan con datos reciente de los procesos de manufactura e imposibilita la toma directa de tiempo por procesos para este estudio.



### VI.3. Resultados del análisis de la situación actual

Después de evaluar las causas raíces que originan deficiencias, en la determinación de los costos de los productos o servicios que realiza el taller metalmecánico, se puede señalar que éste carece de una estructura para la elaboración de cotizaciones, que contemplen, todos los costos generados por los recursos necesarios, para la ejecución de las actividades señaladas en el capítulo anterior.

Posterior al análisis de entrevistas no estructuradas, realizadas al personal, se infiere, que los costos de los productos o servicios, son establecidos y ajustados de forma empírica por personal no calificado, acarreando pérdidas para el taller metalmecánico.

Tabla 10.- Relación de las deficiencias originadas por la estructura de costos

	Deficiencias relacionadas con la estructura de costos	Otras deficiencias	Porcentaje de causas relacionada con la estructura de costo
<b>Mano de obra</b>	1	1	50%
<b>Materiales</b>	1	0	100%
<b>Maquinarias</b>	3	1	75%
<b>Costos</b>	3	0	100%
<b>Métodos</b>	2	1	67%
<b>Procesos de manufactura</b>	1	1	50%
<b>Total</b>	11	4	73%

Fuente: Elaboración propia, 2014

En la Figura N° 10, se puede observar que las causas raíces que tienen mayor índice de incidencias (73%), son las relacionadas con la estructura de costos, esto indica que existen deficiencias en la determinación del costo de los productos o servicios, motivadas por diversos factores dentro de: mano de obra, métodos, maquinarias, materiales, costos y procesos de manufactura, que afectan notoriamente a la estructura de costos actual.

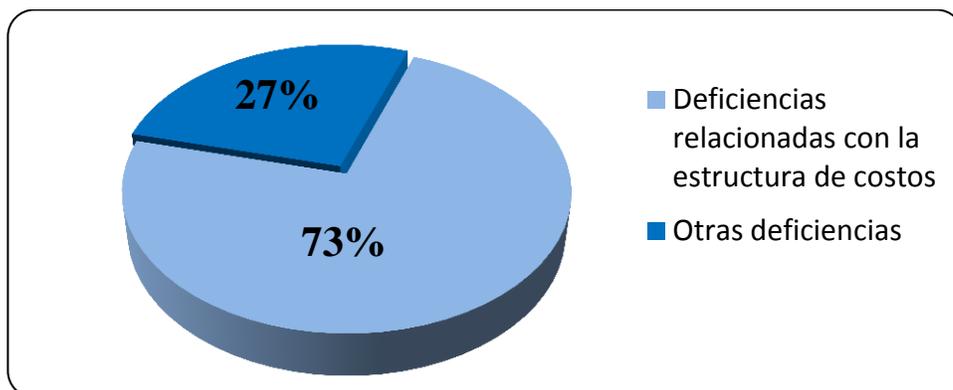


Figura N° 10.- Relación entre las deficiencias relacionadas con la estructura de costos y otras indicadas por el personal del taller.

Fuente: Elaboración propia, 2014

Por todo lo antes expuesto, se puede decir, que se debe realizar un sistema de costos basado en actividades, que arroje una estructura capaz de calcular los costos unitarios de los productos o servicios prestados. Es importante que dentro de la estructura de costos se especifique el costo por maquinarias, debido a que, cada una de ellas varía dependiendo de su mantenimiento y sus consumibles.

## CAPÍTULO VII

### PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS

En este capítulo se encuentra de manera detallada todos los elementos existentes dentro de la estructura efectiva del flujo de costos, adicionalmente se describe la construcción de la herramienta, basada en Costos por actividades (ABC), que constituye un factor clave para la eficiencia de cualquier sistema de cálculo de costos.

Dentro de la herramienta se efectuarán una serie de pasos que ayudarán a la construcción del sistema de costos, dentro de los que se encuentran:

- ✚ Identificar las actividades y organizar cada una por centros de costos.
- ✚ Identificar los componentes de costos principales.
- ✚ Determinar la relación entre actividades y costos.
- ✚ Establecer los inductores de costos para asignar los costos a las actividades.

#### VII.1. Identificación de actividades y organización por centros de costos.

Basándonos en el sistema ABC, se identificaron un conjunto de actividades para la elaboración de piezas, estas fueron descritas en el capítulo V, adicionalmente se establecieron tres centros de costos denominados de la siguiente forma:

- ✚ **Administración:** En este centro de costos recaen todos los costos asociados a cada una de las actividades realizadas antes y después de la elaboración de piezas. Es decir, antes de realizar cualquier proceso de manufactura y posterior a la culminación de los procesos de manufactura (producto terminado).
- ✚ **Conceptual (Diseño Industrial):** Es el centro donde recaen los costos asociados para la elaboración conceptual de las piezas o prototipos, acotando que el monto dependerá del requerimiento de cada proyecto.
- ✚ **Producción/operativo:** Este centro de costos es definido para agrupar todos los gastos inmersos dentro del proceso productivo, es decir, que abarca todos los costos asociados a los procesos de manufactura que puede efectuarse dentro del taller.



Una vez identificadas las actividades, son clasificadas en cada uno de los centros de costos descritos anteriormente, para ello se tomó en consideración las características similares propias de cada una, para su agrupación, a continuación se muestra la tabla 11 en donde se puede apreciar cada una de las actividades para la elaboración de piezas y la asignación de su centro de costos:

**Tabla 11.- Organización de actividades por centros de costos**

Actividades		Centro de Costos
Recepción del cliente		Administración
Procesar el pedido		Administración
Verificación de disponibilidad para realizar el diseño y fabricación de piezas o servicios		Conceptual (Diseño Industrial)
Oferta de servicio		Administración
Aprobación del cliente		Administración
Verificación del pago		Administración
Solicitud de materia prima		Administración
Orden de compra de la materia prima		Administración
Aprobación de la solicitud		Administración
Traslado de la materia prima al instituto		N/A
Recepción de la materia prima		Producción/operativo
Almacén de la materia prima		Producción/operativo
Traslado al área de proceso		Producción/operativo
Mecanizado por arranque de viruta	Fresadoras	Producción/operativo
	Tornos	Producción/operativo
	Taladros	Producción/operativo
Mecanizado por abrasión	Rectificadoras	Producción/operativo
	Electroerosionadora por penetración	Producción/operativo
Carpintería metálica	Prensas	Producción/operativo
	Sierras	Producción/operativo
	Cizalla guillotina	Producción/operativo
	Corte y doblado	Producción/operativo
	Soldadura	Producción/operativo
Inspección de producto final		Producción/operativo
Traslado del producto terminado al almacén		Producción/operativo
Almacenamiento		Producción/operativo
Notificación al cliente		Administración
Verificación del pago		Administración
Despacho del producto terminado		Administración

Fuente: Elaboración propia, 2014



## VII.2. Identificación de los componentes de costos principales

En esta sección se identificarán aquellos componentes que le adicionan costos a la actividad y a su vez a los centros de costos, cumpliendo de esta forma con el segundo objetivo específico de nuestro trabajo especial de grado. Los componentes de costos pueden ser vistos como las partidas en un presupuesto, el principal objetivo es poder estimar la magnitud de cada costo y la distribución de cada uno a los centros de costos.

La siguiente tabla muestra una lista de los componentes de costos para el instituto, cuyas actividades y centros de costos han sido identificados anteriormente:

**Tabla 12.- Identificación de los componentes principales de costos en el taller**

TabComponentes principales de costos en el taller metalmecánico	Descripción
Mano de obra	Conceptual (Directa)
	Producción (Directa)
	Producción (Indirecta)
	Administrativo (Indirecta)
	Mantenimiento (Indirecta)
Mantenimiento de Maquinarias	Personal de servicio (Indirecta)
Depreciación	Equipos de Producción (Tornos, Fresadoras, Taladradoras, Rectificadoras, Soldadoras, Cortadoras y Dobladoras, Prensas y Sierra Cinta)
	Equipos de Diseño industrial
Materiales de producción	Consumibles de Máquinas
Servicios	Electricidad
	Internet
	Teléfono
Misceláneos	Agua
	Artículos de oficina
	Mantenimiento General
	Insumos para enfermería

Fuente: Elaboración propia, 2014

Estos componentes se identificaron en función a las actividades que se realizan en el taller metalmecánico (CIMEC-DI) descritas en el capítulo V, en cada etapa se determinaron todos los costos asociados, estableciendo seis (6) componentes principales, dentro de los

que se describen: mano de obra, mantenimiento de maquinarias, servicios, materiales de producción, depreciación y misceláneos.

### **VII.3. Determinación de la relación entre actividades y costos**

Después de identificar y organizar las actividades por centros de costos, se procedió a determinar los componentes principales de costos, con el fin de relacionar las actividades con cada uno de los costos generados para la ejecución plena de la misma.

Cada una de las actividades que deben ejecutarse para la elaboración de un producto o para realizar algún servicio, fue estudiada de forma independiente. Es decir se identificó si para realizar la actividad aplicaba o no aplicaba un costo asociado dentro de los seis (6) componentes establecidos anteriormente, todo ello con la finalidad de englobar un costo total por actividad.

En la siguiente tabla se muestra si existe relación entre la actividad y cada uno de los componentes de costos previamente identificados, generando una base que permite establecer los inductores de costos y posteriormente definir una estructura sólida que garantice la rentabilidad del taller metalmecánico (CIMEC-DI).

**Tabla 13.- Relación actividades y costos indirectos**

N°	Actividades	Mano de Obra	Consumibles de maquinarias	Electricidad	Agua	Internet	Teléfono	Mantenimiento de maquinarias	Misceláneos	Depreciación
1	Recepción del cliente	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
2	Procesar el pedido	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
3	Verificación de disponibilidad para fabricación de prototipos o servicios	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
4	Oferta de servicio	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
5	Verificación del pago	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
6	Solicitud de materia prima	1 personal (indirecta producción) 1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
7	Orden de compra de la materia prima y Aprobación de la solicitud	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica

N°	Actividades	Mano de Obra	Consumibles de maquinarias	Electricidad	Agua	Internet	Teléfono	Mantenimiento de maquinarias	Misceláneos	Depreciación
8	Traslado de la materia prima al instituto	1 personal ( indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica
9	Recepción y Almacén de la materia prima	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
10	Traslado al área de proceso	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica
11	Inspección de producto final	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
12	Traslado del producto terminado al almacén	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica
13	Almacenamiento	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
14	Notificación al cliente	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
15	Verificación del pago	1 personal (indirecta administrativo)	No Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
16	Despacho del producto terminado	1 personal (indirecta producción)	No Aplica	Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica

**Fuente: Elaboración propia, 2014**



#### **VII.4. Establecer los inductores de costos para asignar los costos a las actividades**

El sistema de costos basado en actividades (ABC) se basa en un principio, indicando que las actividades inmersas dentro de todo el sistema son generadoras de costos, es importante resaltar que todo producto o servicio son generados por una o varias actividades que tienen un costo asociado.

Uno de los objetivos principales dentro del sistema de costos ABC, es la asignación de costos directos e indirectos por actividades, evaluadas a través de los inductores de costo, es por ello que se identificarán cada uno de ellos con base a los recursos requeridos, que adicionan costos a las mencionadas actividades.

Para elaborar el sistema que arroje los costos unitarios por producto o servicio, se describirán los inductores de costos de los recursos (mano de obra, mantenimiento de maquinarias, depreciación, materiales de producción, servicios y misceláneos) y se presentarán los elementos dentro de las actividades operativas, que contribuirán a la mejora continua y disminución de costos. Todo ello permite el cumplir con el tercer objetivo específico del presente trabajo especial de grado.

##### **VII.4.1. Inductores de costos por mano de obra**

El primer inductor de costo establecido, es el recurso designado para mano de obra haciendo referencia a las horas hombre empleadas para realizar alguna actividad. Es importante destacar que el inductor mano de obra, tiene el mayor impacto a nivel económico dentro del sistema de costos, lo cual es una asignación o un costo directo. Este inductor se determinó con base a las horas requeridas para la realización de actividades específicas dentro del sistema, con el fin de poder obtener un inductor que refleje un costo real de la hora hombre.

Este inductor se clasificó en dos (2) etapas principales, la primera etapa es la mano de obra directa, esta se subdivide en el personal de diseño conceptual y producción (que intervienen directamente en la realización de productos o servicios).



Mientras que la segunda etapa se describe como la mano de obra indirecta, comprendida por el personal de servicio (que realiza todas las actividades de mantenimiento general dentro del taller), el personal de producción (supervisor de producción, almacenista y seguridad industrial, que no intervienen de forma directa en la realización de algún producto o servicio), el personal mecánico (encargado de realizar el mantenimiento a las maquinarias) y el personal administrativo (encargado de la procura, facturación y trato directo con el cliente). Es importante resaltar que se clasificó de esta forma tomando en consideración la similitud de las funciones de cada trabajador.

A continuación se detallarán cada uno de los aportes que realiza el taller, los cuales son costos que son asociados a mano de obra directa e indirecta:

- ✚ **Sueldo normal:** Se entiende por la remuneración devengada por el trabajador en forma regular y permanente por la prestación de su servicio. Comprende sueldo base establecido por el instituto según su cargo, una prima de profesionalidad que aporta un adicional del 12% del salario base, una prima por años de antigüedad en la administración pública. La cual establece que se debe pagar 5 Bs por cada año que se labore en la administración pública, una prima complementaria que representa al 50% del salario base, todo esto se rige por el artículo 104 de la Ley Orgánica del Trabajo (LOTTT).

**Tabla 14.- Promedio del sueldo normal de la mano de obra del taller metalmeccánico**

Tipo de Mano de Obra	Clasificación	Sueldo Normal (Bs)
Mano de obra directa	Conceptual (Diseño Industrial)	7201,764
	Producción	6682,137
Mano de obra indirecta	Producción	5675,164
	Administración	5583,334
	Mantenimiento	7295,165
	Personal de servicio	3270,300

Fuente: Elaboración propia, 2014



Adicionalmente el trabajador posee otros beneficios a través de bonos anuales, los cuales se distribuyen de la siguiente forma:

- ✚ **Bono vacacional:** Según el artículo 192 de la Ley Orgánica del Trabajo (LOTTT), el instituto paga una bonificación especial equivalente a cuarenta (40) días del salario normal más un (1) día adicional del salario normal por cada año en la administración pública.
- ✚ **Bono de fin de año (utilidades):** Se cancela entre los primeros quince (15) días del mes de diciembre, una cantidad equivalente a noventa (90) días del salario integral. Este último se calcula incluyendo al salario normal, bono contractual, bono ODI y bono vacacional, todo esto relacionado con el artículo 132 de LOTTT.
- ✚ **Bono ODI:** Comprende un aporte de seis (6) meses del salario normal.
- ✚ **Bono contractual:** Se destina para la dotación de implementos de seguridad, arrojando un monto anual para: el personal involucrado en el área de producción de 12.251,97 bs, el personal del área administrativa 3.300,38 Bs, personal de servicio 6.256,00 bs, mientras que para el área de diseño cuentan con un monto contractual anual de 7.148,74 bs. Este es un acuerdo o acto jurídico entre vivos, mediante el cual las partes manifiestan su consentimiento para crear, regular, modificar, transferir o extinguir relaciones jurídicas (esta información fue suministrada por el personal administrativo del taller).
- ✚ **Prestaciones sociales:** Son los pagos que, al finalizar la relación laboral, se le dan al trabajador en reconocimiento a sus años de servicio y le ampara en la cesantía, es decir, mientras esta sin trabajo. Son calculadas en base al salario integral para prestaciones (último salario devengado por el trabajador), este comprende al salario normal, contractual, ODI, vacacional y bono de fin de año. Todo esto con el fin de cumplir con la Ley Orgánica del Trabajo, es establecido en el artículo 141 de la LOTTT.
- ✚ **Seguro Social Obligatorio (SSO):** Es un aporte que se calcula en base al número de lunes en el periodo de nómina correspondiente, el patrono aporta



una cuota que depende de la clasificación de riesgo que tiene la empresa ante el ministerio de trabajo. El instituto de ingeniería realiza un aporte del 9% del salario normal indicando que el riesgo es mínimo.

- ✚ **Ley política habitacional y hábitat (LPHH):** Este aporte corresponde al 1% del salario integral devengado en el periodo y no tiene tope, el instituto aporta el 2% del salario integral a sus trabajadores, todo esto bajo la Ley Orgánica del Trabajador.
- ✚ **Caja de ahorro:** Es un beneficio que se le otorga al trabajador, en donde el trabajador y el patrono realizan un aporte del 12% del salario normal, lo cual es establecido por mutuo acuerdo entre las partes.
- ✚ **Pensión de jubilación (PJUB):** Es una prestación cuyo objetivo es facilitar un modo de vida racional a las personas, que luego de haber laborado determinado tiempo y haber alcanzado cierta edad, no participan en el mercado laboral. Actualmente el instituto de ingeniería aporta el 3% del sueldo normal a dicho fondo.
- ✚ **Bono de alimentación:** El instituto de ingeniería cancela el bono de alimentación en base a treinta y uno (31) días por mes, además de un bono de alimentación (subvención) de veinte (20) días laborables por 50% de la unidad tributaria, todo esto bajo la ley de alimentación de los trabajadores (LAT).

#### VII.4.2. Inductor de costos por mantenimiento de maquinarias

Para el caso del mantenimiento se realizaron entrevistas directas con el personal encargado de la parte mecánica. En ellas se determinó que no existen históricos de mantenimiento preventivo de cada una de las maquinarias ni los costos asociados a cada uno de ellos, es por ello que se realizó una investigación por cada maquinaria involucrada de forma directa o indirecta para la fabricación de piezas o servicios.

A través de los manuales de las maquinarias suministrados por el personal del taller, se realizó una lista de todos los lubricantes y repuestos que se deben



reemplazar en un año completo de producción, se estimó de manera individual cada maquinaria y se agruparon de acuerdo a la similitud de cada una. Posteriormente se solicitaron cotizaciones a diferentes proveedores con la finalidad de conocer el costo actual de cada uno de ellos. Adicionalmente se consultó con la empresa INTRAVE, dedicada a la programación y mantenimiento de los PLC de las maquinarias CNC, para determinar los costos que generan este tipo de máquinas, dentro de los que están la actualización o mantenimiento del software, cable transmisor de datos, dieléctricos y el costo por el servicio.

Para determinar este inductor sólo se contempló el mantenimiento preventivo de cada una de las maquinarias, motivado a la gran importancia que tiene el mismo para garantizar la operatividad durante todo el año. Actualmente todas las máquinas del taller metalmecánico se encuentran 100% operativas y el taller no cuenta con un histórico de: fallas, repuestos adquiridos y servicios contratados a externos, es por ello que no se toma en consideración el mantenimiento correctivo y preventivo dentro del estudio.

Es importante resaltar que estas máquinas no son utilizadas con frecuencia ya que depende del proyecto o el requerimiento del cliente, razón por la cual no mantienen una producción constante que cause un desgaste continuo de cualquiera de sus componentes.

Dentro de este inductor de costo se incluyó el costo asociado a las herramientas mecánicas requeridas para ejecutar dicho mantenimiento, destacando que el costo total varía por cada una de las maquinarias y/o equipos, debido a que su requerimiento es independiente.

#### **VII.4.3. Inductor de costos por depreciación de maquinarias**

En este inductor de costos, se tomaron en cuenta las maquinarias de producción y equipos del área de diseño, para representar el costo que generan al taller, se solicitaron las facturas de compra de cada una y se calculó la vida útil, con

la finalidad de obtener el costo anual del activo a través de la fórmula de depreciación lineal.

#### **VII.4.4. Inductores de costos por materiales de producción**

Para establecer el costo por actividad, es necesario establecer inductores por agrupación de recursos necesarios para la elaboración de piezas. Dentro de estos recursos se pueden mencionar materiales o herramientas de las máquinas, y todo lo relacionado con la producción como lo son insumos y consumibles de las maquinarias.

En cuanto a insumos y consumibles de producción se establecieron entrevistas no estructuradas con el personal con mayor experiencia en el área de producción, para identificar los insumos y consumibles (herramientas), que intervienen en el proceso productivo, estableciendo un inventario mínimo para garantizar la operatividad del taller, evitando retrasos o paradas por falta de insumos. Se detallaron las herramientas con mayor índice de rotación para poder solicitar cotizaciones de las mismas, debido a que el personal del área de compras no cuenta con una base para estimar los costos.

De esta forma se obtuvo el inductor de costos específico por máquina, todo esto con el fin de obtener un costo asociado a cada una de ellas y determinar el costo global por equipo.

#### **VII.4.5. Inductores de costos por servicios**

Dentro del sistema de costos, es vital que se reflejen los costos que acarrear los servicios básicos, indispensables para prestar algún servicio ó en la elaboración de piezas. Los servicios empleados en el taller son: Electricidad, Agua, Internet y Teléfono, estos brindan a los trabajadores las condiciones mínimas necesarias para laborar o realizar las actividades.



Se determinaron inductores de costos por cada servicio, calculados en base al histórico de los últimos seis (6) meses, todo ello con la finalidad de conocer el promedio del costo mensual por cada uno de los servicios con base a una muestra significativa.

Cada uno de los inductores de costos por servicio fue desagregado con base al área de utilización (Producción, Administración y Conceptual), con el fin de conocer el impacto económico segmentado. El costo de los servicios internet y electricidad fue distribuido de acuerdo a su utilización e importancia, dentro de cada centro de costo.

Para el caso de la electricidad, se calcularon los costos generados por área, basado en el consumo por iluminación y equipos que requieren (computadoras y/o maquinarias) para realizar las actividades descritas, y de esta forma obtener el costo de acuerdo al consumo.

**Tabla 15.- Generadores por consumo eléctrico por área**

Área	Generadores de consumo eléctrico
Producción	Iluminación + Computadoras + Maquinarias
Administración	Iluminación + Computadoras
Conceptual	Iluminación + Computadoras

**Fuente: Elaboración propia, 2014.**

En la tabla 22; se puede visualizar los generadores de consumo eléctricos por cada una de las áreas estudiadas, es por ello que se realizó una investigación por consumo eléctrico del tipo de iluminación, equipos de computación y maquinarias, utilizadas en el taller metalmecánico.

Para el caso de la iluminación, cada una de las áreas posee un nivel de iluminancia (lux) distinto, por lo que varían los tipos de bombillos instalados y por ende difiere el consumo eléctrico (KWH) por tipo. De igual forma se determinó el consumo eléctrico por equipo de computación, los cuales mantienen un consumo constante (KWH) por la similitud de los mismos. En la tabla 16 se muestra el

cálculo del consumo eléctrico (iluminación y equipos de computación) para cada una de las áreas.

**Tabla 16.- Cálculo del consumo eléctrico de las áreas por hora**

Área	N° bombillos	Consumo por bombillo (KWH)	Iluminación (KWH)	N° PC	Consumo por PC (KWH)	PC (KWH)	Consumo por área (KWH)
Producción	31	0,45	13,95	0	0,2	0	13,95
Administración	20	0,2	4	7	0,2	1,4	5,4
Conceptual	2	0,25	0,5	4	0,2	0,8	1,3

Fuente: Elaboración propia, 2014

Otro recurso que genera consumo eléctrico en el área de producción son las diversas maquinarias, las cuales difieren en cuanto al consumo por poseer motores con potencias variables, estos consumos fueron obtenidos a través de los manuales de cada una de las maquinarias (KWH). El cálculo de los consumos eléctricos por maquinaria, se puede visualizar en el tomo II, Anexo número 11, por la extensa cantidad de equipos que posee el taller.

Una vez obtenida el consumo eléctrico total de cada área, se determinó a través de una fórmula matemática expresada en la Ecuación 1, un factor que relaciona el consumo promedio mensual, reflejado en la factura con el costo promedio calculado por dicho servicio.

$$Factor = \frac{\text{Costo promedio del servicio electricidad (Bs Mes)}}{\text{Consumo promedio de electricidad (KWH/mes)}} \quad \text{Ec. (1)}$$

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Tabla 17.- Cálculos de costo del servicio eléctrico por área**

Área	Consumo por área (KWH)	Factor	Costo (Bs/hr)
Producción (sin maquinarias)	13,95	0,21	2,980
Administración	5,4	0,21	1,153
Conceptual	1,3	0,21	0,278

Fuente: Elaboración propia, 2014



Una vez obtenido el factor de costos se calcula el gasto generado por cada área, tal como se muestra en la tabla 17, adicionalmente se debe incluir al costo de producción el costo por consumo de las maquinarias, para ello se aplica la Ecuación 2 y la Ecuación 3. Todo ello con el fin de determinar el impacto económico de cada máquina por hora.

$$\text{Costo por máquina } \frac{Bs}{hr} = \text{Potencia real } KWH \times \text{Factor} \left( \frac{Bs}{KWH} \right) \quad \text{Ec. (2)}$$

Fuente: Elaboración propia, 2014

$$\text{Costo total producción } \frac{Bs}{hr} = C. \text{ iluminación} + C. PC + C. \text{ máquina} \quad \text{Ec. (3)}$$

Fuente: Elaboración propia, 2014

El servicio de Internet genera un costo, representando una tarifa fija para el taller, este costo depende del plan solicitado al proveedor del servicio. Para nuestro estudio es imprescindible dividir dicho monto por área o departamento en donde se emplee, es por ello que se establecieron niveles de prioridad, los cuales arrojaron igualdad de importancia para las áreas de administración y diseño conceptual, razón por la cual, se aplicó una tasa del 50% del costo total para ambos casos, siendo este un costo de 1,56 (Bs/hr). Es importante destacar que dicha tasa fue establecida por el personal del taller metalmecánico.

Otros servicios que adicionan valor a la estructura, son el teléfono y el agua, estos no se dividieron por áreas, por ser considerados casos particulares. El servicio telefónico, es un recurso aplicado en su totalidad por el área administrativa, es por ello que el 100 % de su costo va destinado a dicha área.

Para el caso del servicio del agua, a pesar de ser requerido por todas las áreas, se reflejó en la estructura como parte administrativa, debido a que no fue posible realizar una distribución con base a la cantidad de baños y personas dentro del taller, ya que no reflejaban el ponderado real del costo. Para determinar el costo



de consumo por área, se requiere de un mayor estudio el cual no fue contemplado dentro de nuestro análisis.

#### **VII.4.6. Inductor de costos por misceláneos**

Este inductor de costo incluye a otros componentes que no se encuentran definidos en una categoría específica, pero que a su vez son necesarios para ejecutar las actividades. Dentro de estos recursos se encuentran los contemplados por artículos de oficina, mantenimiento general (materiales y equipos de jardinería, materiales eléctricos, materiales de plomería y materiales de limpieza) así como también insumos para enfermería.

Los insumos de mantenimiento general, son aquellos que conservan en óptimas condiciones cada una de las áreas dentro del taller. Permiten garantizar las condiciones ambientales para lograr el buen desempeño de los trabajadores y cumplir con lo establecido en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT).

Estos inductores, fueron calculados con base a lo requerido por cada una de las áreas que conforman el taller metalmecánico. Para ello, se solicitó el histórico de compras de todos los recursos por semestre, para obtener un cálculo promedio de la magnitud de las cantidades requeridas anualmente, sirviendo de guía para estimar un costo.

Para obtener el valor de cada uno de los elementos, se solicitaron diversas cotizaciones a diversos proveedores, con la finalidad de obtener un costo actualizado que se asemeje con la realidad. Todos estos insumos junto con su precio actual, se pueden observar en el tomo II de Anexos.

Por último se distribuyó el monto por centro de costo, de acuerdo a la asignación que corresponde a cada uno, dependiendo de su utilización o importancia establecida por el personal del taller. Este nivel de importancia, fue determinado con base a un porcentaje establecido por el personal competente de cada área a través de entrevistas directas, el cual se muestra en la siguiente tabla.



**Tabla 18.- Porcentajes o nivel de importancia por área de cada misceláneo**

Área	Artículos de oficina (%)	Insumos de seguridad (%)	Materiales eléctricos (%)	Materiales de plomería (%)	Materiales y equipos de jardinería (%)	Materiales de limpieza (%)
Producción	15	33,33	80,97	33,33	33,33	33,33
Administración	60	33,33	11,86	33,33	33,33	33,33
Conceptual	25	33,33	7,17	33,33	33,33	33,33

Fuente: Elaboración propia, 2014

Los escenarios que se componen por materiales de insumos de seguridad, materiales de plomería, materiales y equipos de jardinería y materiales de limpieza, fueron distribuidos equitativamente por los trabajadores del taller, motivado a que son recursos empleados por igual en todos los centros de costos, es decir con el mismo nivel de importancia.

Para el caso de materiales eléctricos se realizó una segmentación por los insumos empleados por área y se calculó el porcentaje con base al total anual requerido, mientras que para el caso de artículos de oficina se consultó con el personal del taller para establecer una cifra promedio del porcentaje de utilización de este recurso para poder realizar la distribución de forma efectiva.

#### **VII.5. Diseño de un sistema de costos basada en actividades**

Después de recolectar toda la información necesaria para identificar las actividades y de haber determinado los inductores de costos, se procedió a diseñar la propuesta a través de un sistema, estableciendo entradas y salidas que determinarán la estructura de costos basada en actividades (ABC). Para avalar el sistema se realizará una prueba piloto para observar y conocer los costos por cada una de las actividades. A continuación se mostrarán los datos que requiere el sistema y que valores espera calcular:

Tabla 19.- Entradas y salidas del sistema para obtener los costos asociados a las actividades

Concepto	Entradas del sistema	Salidas del sistema
<i>Mano de Obra</i>	<p><i>Costo del salario base del personal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción</li> <li>• Conceptual (Diseño Industrial)</li> <li>• Administración</li> <li>• Personal de servicio</li> <li>• Mantenimiento</li> </ul>	<p><i>Costo promedio por hora del personal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción</li> <li>• Conceptual (Diseño Industrial)</li> <li>• Administración</li> <li>• Personal de servicio</li> <li>• Mantenimiento</li> </ul>
<i>Servicios</i>	<p><i>Costos de los históricos de seis (6) meses de los servicios:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricidad</li> <li>• Agua</li> <li>• Teléfono</li> <li>• Internet</li> </ul>	<p><i>Costo total (Bs/hr) de servicios por áreas dentro del taller metalmecánico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de Administración</li> <li>• Área de Producción</li> <li>• Área de Diseño</li> </ul>
<i>Depreciación</i>	<p><i>Costos por depreciación de cada una de las Maquinarias:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio de Adquisición</li> <li>• Año</li> <li>• Vida útil</li> </ul>	<p><i>Costos por depreciación de cada una de las Maquinarias:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo del activo para cada una de las maquinarias.</li> </ul>
<i>Mantenimiento</i>	<p><i>Costos de requerimiento anual en el taller metalmecánico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del producto</li> <li>• Cantidad</li> <li>• Precio unitario</li> </ul>	<p><i>Costos promedio de misceláneos empleados en el taller metalmecánico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo (Bs/hr) por mantenimiento.</li> </ul>
<i>Misceláneos</i>	<p><i>Costos de los recursos anual en el taller metalmecánico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos de oficina</li> <li>• Materiales eléctricos</li> <li>• Materiales de limpieza</li> <li>• Insumos de enfermería</li> <li>• Equipos de jardinerías</li> </ul>	<p><i>Costos total de cada uno de los recursos de mantenimiento general:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo por (Bs/hr) de cada uno de los recursos por área.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2014.



Figura N° 11.- Esquema del sistema  
Fuente: Elaboración propia, 2014

Se determinaron los costos para cada uno de los inductores, tomando en cuenta cada uno de los recursos y limitaciones para la estructura de costos, todo este estudio a través de



la metodología (ABC), arrojó los siguientes resultados por departamento: administración que representa un costo por actividad de 627,15 (Bs/hr), conceptual (Diseño industrial) genera un costo de 906,26 (Bs/hr) y por último el departamento de producción un monto de 820,19 (Bs/hr), cabe destacar que el monto generado por producción engloba el promedio de la cantidad requerida por todas las maquinarias que se encuentran en el taller metalmecánico, junto con su manos de obra. Se realizó de esta forma debido a que no cuentan con una producción lineal en donde se empleen todas las maquinarias.

Uno de los requerimientos del taller es conocer la asignación de costo generado por cada una de sus maquinarias, para ello se identificaron los factores que agregaban valor significativo, denotando los siguientes: Consumo eléctrico, Consumibles, Mantenimiento de las maquinarias, Personal de mantenimiento y aire comprimido. Para estimar el costo del aire comprimido, se consideró al compresor como una máquina o activo, el cual tiene un costo de depreciación, mantenimiento y consumo eléctrico, razón por la cual se determinó el costo de utilización por hora, cabe destacar que este costo sólo se adicionará a las maquinarias que requieran aire comprimido.

El costo por almacenamiento fue asignado como una actividad adicional, para la ejecución de esta actividad se necesitan recursos como mano de obra y misceláneos, los cuales fueron considerados bajo el patrón establecido para el área de producción.

Todos los costos fueron determinados con base a veinte (20) días laborales al mes (calculados excluyendo diez (10) días de vacaciones colectivas y los días feriados) y ocho (8) horas laborales al día, a excepción de los costos generados por utilización de maquinarias (materiales de producción y mantenimiento preventivo) que fueron calculados con base a 6,5 horas diarias excluyendo la una (1) hora de descanso y 30 minutos destinados a limpieza o lubricación de maquinarias, evitando que el costo se diluyera considerablemente.

### **VII.5.1. Prueba piloto**

Se realizó una prueba piloto con base a un proyecto ejecutado en el taller metalmecánico (CIMEC-DI), el nombre del proyecto es mecanizado de piezas de



estructuras de prensas para la extracción de chocolate, este proyecto fue seleccionado por el personal del taller por considerarlo complejo y representativo. El alcance del proyecto se basó en 8 plantas chocolateras, para las cuales se elaboraron los kit de piezas.

El cliente para este proyecto suministró la materia prima al taller, es por ello que no se incluyó el costo de la misma siendo cero (0) Bs, ni las actividades administrativas que ameritan para su localización y adquisición. Para visualizar y obtener el costo de este proyecto se muestran los procesos y las características de las máquinas que fueron requeridas para la ejecución satisfactoria del mismo:

- ✚ **CORTE DE MATERIA PRIMA:** Equipo OXICORTE, el cual es operado manualmente, adicionalmente se requirió de una sierra horizontal marca SABI para realizar acabados y cortes pequeños.
- ✚ **MECANIZADO DE PLACAS:** Los equipos requeridos para esta labor fueron la Fresadora CNC modelo CME, y Fresadora convencional modelo LAGUN, con las que se realizaron el mecanizado principal de las piezas.
- ✚ **SOLDADURA DE PLACAS:** Se utilizó la máquina MIG MILLER CP-300 para su ejecución, siendo este el último eslabón o etapa, para su ensamblaje.

A continuación se muestra una tabla que refleja los requisitos o los datos de entrada que fueron suministrados al sistema propuesto, para determinar el costo total del proyecto.

Tabla 20.- Datos de entrada del sistema para arrojar el precio del proyecto

<i>Entrada del sistema</i>	<i>Salida del sistema</i>
<p><b>Requisitos para la elaboración de cotización de proyectos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo requerido para ejecutar cada actividad.</li> <li>• Materia Prima</li> <li>• Margen de utilidad</li> </ul>	<p><b>Costo total para la emisión de la cotización del proyecto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo operativo del instituto</li> <li>• Costo total del proyecto o precio</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2014



Es importante señalar que los tiempos por actividades fueron otorgados por el líder de producción del taller, debido a que no se lleva un control o registro de todos los tiempos empleados por actividad, para estimar un tiempo estándar con base a un análisis estadístico.

A través del sistema se pudo calcular el costo total del proyecto, arrojando un monto de 219.199,89 Bs, el cual contempla el 20% de margen de utilidad, costo de la herramienta (fresa de gran desbaste Ø 5/8 mm) y un monto de 181.166,58 Bs, por todos los gastos operativos.

Es importante destacar que nuestra herramienta, nos permite calcular el costo total del proyecto por cada centro de costos o áreas dentro del taller metalmecánico, estos varían dependiendo del tiempo empleado en la ejecución de las actividades. Este costo global contempla cada uno de los inductores (recursos generadores de costos) descrito anteriormente para la elaboración de las piezas requerida por el cliente.

**Tabla 21.- Resultado de la prueba piloto por cada centro de costos**

Área	Costos (Bs)
Administración	940,73
Conceptual (Diseño Industrial)	3625,05
Producción	176600,80

Fuente: Elaboración propia, 2014.

**Tabla 22.- Resultado total de la prueba piloto**

Costo operativo del instituto (Bs)	Materia Prima (Bs)	Herramienta (Bs)	Margen de utilidad (%)	Precio (Bs)
181.166,58	0	1.800,00	20	219.199,89

Fuente: Elaboración propia, 2014.

El monto total no se pudo comparar con el facturado, debido a que esta información es considerada confidencial por los directivos del instituto de ingeniería. Es importante resaltar que para este proyecto, el taller metalmecánico no consideró los gastos por: mantenimiento (maquinarias y general de la planta), servicios, insumos de producción,



misceláneos y los generados por el área administrativa, para elaborar dicha cotización. El costo de este proyecto fue calculado de forma empírica por un personal del taller, aunado a ello no se contemplaron los tiempos muertos de producción, estimando el tiempo del proyecto, con base a lo que consideró el líder de producción por su experiencia.

Después de realizar la prueba piloto se puede observar que la estructura de costos se adapta a cualquier tipo de requerimiento, los cuales pueden ir desde un simple servicio hasta una pieza, que requiera procesos de manufactura complejos. Adicionalmente se demuestra que dicha estructura cumple con lo establecido en la Ley de Costos y Precios Justos, arrojando que los costos administrativos son inferiores al 12,5% del costo total del proyecto, aunado a ello el porcentaje de ganancia o margen de utilidad, fue establecido como una entrada del sistema, que debe establecer el instituto resaltando que no puede ser superior al 30 %. No se incluyó la retención del I.V.A. debido a que lo establece el instituto al momento de realizar la factura de acuerdo a lo indicado por el SENIAT.

Se puede observar, que con dicho sistema se calcula de forma rápida y con precisión los costos unitarios de cada una de las actividades, debido a que todo se encuentra enlazado en varias hojas de cálculo, bajo el dominio de Microsoft Excel, permitiendo realizar modificaciones, actualizaciones y ajustes de precios que permitan arrojar un resultado que se adapte con la realidad.

Esta estructura determina los costos unitarios de los productos y servicios basados en las actividades descritas, dando cumplimiento al penúltimo objetivo planteado.

## **VII.6. Estrategias propuestas para mejorar el proceso**

A continuación se presentarán una serie de estrategias teóricas, que permitirán mejorar el proceso y hacer uso correcto de la herramienta o sistema de costos propuesto, dichas estrategias se dividieron por fases lo cual facilitará su aplicación y control.

Dentro de todo proceso productivo, es necesario analizar los tiempos requeridos para ejecutar una operación, con el propósito de incrementar la productividad por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios. El análisis de operaciones resulta altamente efectivo, ya que permite planificar de forma óptima y corregir posibles desviaciones. Por todo lo

antes expuesto, es conveniente que se analice cada una de las operaciones del taller Metalmecánico (CIMEC-DI). Adicional a esto, se le recomienda al taller que apliquen las estrategias que se nombran a continuación:

### **VII.6.1. Análisis de tiempos en operaciones de mecanizado**

#### **VII.6.1.1. Tiempo por proceso de manufactura**

En el sistema propuesto, es necesario ingresar los tiempos requeridos por actividad o por procesos de manufactura, con la finalidad de obtener el costo total del proyecto, para ello es necesario obtener los tiempos requeridos por máquina para la ejecución del mecanizado. Una técnica muy útil es la estimación de tiempos, afinando el cálculo del presupuesto arrojado, siendo ajustado a los tiempos teóricos o por históricos de antiguos trabajos.

A continuación se mostrará una estrategia, que a través de una serie de pasos explicará cómo se deben estimar los tiempos de producción por proceso de manufactura, con la ayuda de fórmulas estandarizadas para ajustar el tiempo de cada proyecto:

**Paso 1:** Identificar los procesos de manufactura necesarios para la elaboración de piezas, bajo las especificaciones del cliente, partiendo de una materia prima en bruto inicial. Para ello se requiere de un personal capacitado, que realice la selección de los equipos y/o maquinarias que amerite la producción, de acuerdo a las capacidades de las maquinarias que dispone el taller.

**Paso 2:** Establecer una secuencia de trabajo, una vez definidos todos los procesos de manufactura a realizar, se debe establecer una secuencia cronológica de los mismos. Dicha secuencia debe realizarse bajo la premisa de aumentar la eficiencia, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible. Este paso es de vital importancia, es por ello que requiere de una persona con experiencia en el área metalmecánica, que realice una programación que permita el mecanizado o la carpintería metálica de las

piezas, siguiendo un orden lógico que se adapte a las capacidades de las maquinarias. Para efectuar esta programación se propone que empleen la herramienta del diagrama GANTT, que permite programar y visualizar la secuencia de los procesos, un ejemplo de ello se muestra en la figura N° 12.

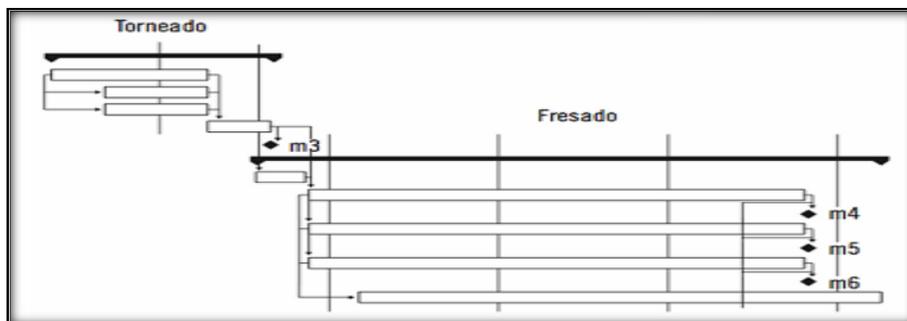


Figura N° 12.- Cronograma bajo el diagrama GANTT  
 Fuente: Elaboración propia, 2014

**Paso3:** El último paso es calcular el tiempo de producción de cada una de las maquinarias, para ello es indispensable determinar los tiempos de ejecución de los procesos planificados. Para facilitar el cálculo, se suministra un archivo bajo el dominio de Microsoft Excel, el cual contiene una tabla por cada uno de los procesos estándar de producción, dichas tablas están formadas por formulas para arrojar el tiempo que demora cada proceso eliminando material de la pieza en bruto, en el tomo II (Anexo número 16) se muestra un ejemplo del cálculo de cada proceso como referencia.

Para obtener el tiempo antes mencionado, es indispensable que se le suministren o ingresen datos iniciales a la tabla formulada, acotando que estos datos varían dependiendo del trabajo a ejecutar. Principalmente los datos que se deben ingresar son: la longitud del material que se debe eliminar, la longitud de la pieza en bruto y la velocidad a la cual se programará el equipo.

El mecanizado presenta dos (2) tipos de movimiento, primario y avance, los cuales son efectuados por la herramienta ó por la herramienta y la pieza conjuntamente. A continuación se presentan las fórmulas, con las que se pueden



determinar los tiempos para los procesos: torneado (cilindrado, refrentado, torneado cónico, ranurado, tronzado y moleteado), fresado, taladrado y rectificado.

$$V_T = \pi D n \frac{mm}{min} \quad \text{Ec. (4)}$$

Fuente: PAZOS, N. 2006.

La Ecuación 4, representa la velocidad de corte o eliminación de material (mm/min), variando de acuerdo a la frecuencia de rotación del movimiento primario. Dicha frecuencia, es controlada por el operador de la máquina y es identificada bajo el parámetro (n) expresada en (rev/min). Otro factor que es variante es la longitud o diámetro de la pieza original (D) expresado en (mm), ya que modifica la velocidad de corte.

Una vez obtenida la velocidad de corte ( $V_T$ ), se procede a calcular el tiempo de mecanizado, siendo este el requerido para conocer el costo que generará dichas maquinarias, dicho cálculo, se muestra la Ecuación 5.

$$T_M = \frac{\text{longitud a mecanizar}}{\text{velocidad de corte}} \frac{mm}{\frac{mm}{min}} \quad \text{Ec. (5)}$$

Fuente: PAZOS, N. 2006.

Se observa, que la Ecuación 5, determina el tiempo de mecanizado ( $T_M$ ), el cual refleja el tiempo requerido en minutos (min) para remover material de la pieza original. Este depende de la velocidad de la eliminación de material que se obtiene de la Ecuación 4 y principalmente de la longitud expresada en (mm) que se desea eliminar.



### VII.6.1.2. Tiempo total de producción

Al momento de determinar el tiempo total de producción, no puede tenerse en cuenta únicamente el tiempo requerido por proceso de manufactura, obtenido en el apartado anterior, tal como se realiza actualmente en el taller, sino que hay que adicionarle otros tiempos, como los son: tiempos de preparación, puesta a punto de las máquinas y piezas, así como los tiempos requeridos para control y parada por mantenimiento. A todos estos tiempos se les denomina tiempos improductivos o tiempos muertos.

Por tanto, el tiempo total de producción se obtiene bajo la Ecuación 6, siendo la suma entre el tiempo de producción (durante el cual se produce la eliminación del material de la pieza), y los tiempos muertos que, aunque no se emplean para adicionarle valor a la pieza, son necesarios para la ejecución del proceso.

$T_{total} = T_{producción} + T_{muertos}$	Ec. (6)
--	---------

Fuente: CASTILLO, 2012.

Los tiempos muertos o improductivos, pueden calcularse a través de la ecuación (7), sumando los diferentes tiempos que, sin ser directamente productivos, deben ser tenidos en cuenta para una correcta estimación de tiempos. Estos son:

- + **Tiempo de preparación:** Será el tiempo que tarda el operario en preparar las piezas y las herramientas que va a utilizar, en el proceso de manufactura dentro del taller metalmecánico. Se recomienda un estudio de tiempo de mano izquierda - mano derecha, que permita registrar y estandarizar el tiempo necesario para que el operador ejecute dicha actividad, lo cual dependerá del tipo de maquinaria.
- + **Tiempo de aproximación:** Corresponde al tiempo de aproximación o retroceso que ocurre entre la herramienta y la pieza. Para nuestro estudio el tiempo de aproximación es despreciable.



- ✚ **Tiempo de puesta a punto:** Cada maquinaria requiere de una revisión y calibración por parte del operador, esta debe realizarse de forma periódica, en donde se ajusten y verifiquen todas las funciones, para evitar productos con defectos. Todo esto genera un tiempo importante que acarrea costo en el proyecto, el cual debe estimarse a través del promedio registrado.
- ✚ **Tiempos de control:** El taller debe realizar un registro minucioso de cada uno de sus proyectos en donde se refleje cuanto demora el registro y control de la producción desde que es trasladada al área de producción hasta que es transportada al área de producto terminado.
- ✚ **Tiempo de parada:** Es el tiempo que el operario necesita para atender a sus necesidades personales y recuperarse del trabajo producido.

$$T_{\text{muertos}} = T_{\text{preparación}} + T_{\text{aproximación}} + T_{\text{puesta a punto}} + T_{\text{control}} + T_{\text{parada}} \quad \text{Ec. (7)}$$

Fuente: CASTILLO, 2012.

La sumatoria de todos estos elementos, dan como resultado el tiempo total de producción de la pieza, el cual es requerido para conocer el costo real, generado por la maquinaria y por la mano de obra necesaria para ejecutar esta labor, de esta forma se puede dar fiel cumplimiento al último objetivo específico de nuestro trabajo especial de grado, en donde se presentan las estrategias, para registrar, cuantificar y visualizar cada una de las etapas en el proceso de manufactura.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez analizada y procesada la información de interés para el estudio, y de haber documentado y caracterizado las actividades, fue posible realizar un diagnóstico de la situación actual del taller metalmecánico (CIMEC-DI), identificando las deficiencias presentes en la emisión de cotizaciones para la elaboración de los productos o prestar algún servicio.

Se puede inferir después de haber desarrollado la situación actual, que el taller metalmecánico no cuenta con una estructura de costos que se ajuste a la realidad, es decir, que consideren todos los costos directos e indirectos en el precio unitario del producto. Es por ello que se desarrolló una herramienta con las premisas del Sistema de Costos Basado en actividades (ABC), siendo esta una propuesta que minimizará pérdidas financieras.

Se logró desarrollar un sistema que permite ingresar toda la información que fue levantada de forma sistemática, con la finalidad de obtener los costos por cada una de las actividades permitiendo de esta forma, contar con los elementos necesarios para analizar y evaluar las actividades y mejorar los procesos.

Una vez finalizado el trabajo investigativo se enmarcan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### VIII.1. Conclusiones

- ✚ Se caracterizaron cada uno de los procesos o actividades requeridas para la ejecución de servicios o elaboración de piezas y prototipos. Describiendo cada uno de los recursos necesarios, dando como producto final diagramas o cursogramas analíticos de todos los procesos o actividades dentro del taller metalmecánico (CIMEC-DI).
- ✚ Se identificaron todos los costos directos e indirectos por cada uno de las actividades que ejecuta el taller metalmecánico (CIMEC-DI), para la elaboración de piezas o prototipos.

- ✚ Se establecieron los inductores de costos, con la finalidad de obtener la relación que existe entre las actividades y los costos generados por los recursos asociados a las mismas. De esta manera se definieron los inductores: mano de obras, materiales de producción, depreciación, servicios, mantenimiento de maquinarias y misceláneos, determinando el costo por hora que generan cada uno de ellos.
- ✚ Se determinaron los costos por horas de cada una de las actividades identificadas, en función al tiempo que requiere para su ejecución, permitiendo calcular cualquier tipo de combinaciones de procesos de manufactura y actividades administrativas.
- ✚ Se determinó que el costo de maquinarias CNC tiene un costo de utilización más elevado que las convencionales, por contar con microprocesadores (PLC) que requieren programación y mantenimiento por un personal externo.
- ✚ A través de los inductores de costos se calculó el gasto generado por actividad, el cual va destinado a un centro de costos, permitiendo calcular tres (3) centros de costos, cuyo valores son: Administración un monto de 627,15 (Bs /hr) por cada actividad, Producción o operativo un promedio en el costo de todos los procesos de manufactura de 820,19 (Bs /hr) y por último Conceptual (Diseño industrial) el cual tiene un costo de 906,26 (Bs /hr).
- ✚ Se realizó el diseño de la estructura de costos basados en actividades, con la finalidad de determinar los costos unitarios de los productos y servicios. Dicha herramienta se verificó a través de una prueba piloto, con el fin de verificar que esté adaptada con la realidad.
- ✚ Se propusieron algunas estrategias que permiten mejorar el proceso productivo, dentro de las que se destacan, la estimación de tiempo de producción y la obtención de tiempos muertos.

Una vez realizado el diseño de la estructura de costo basado en actividades, se afirma que presenta las siguientes ventajas o beneficios para el taller metalmecánico:

- ✚ Calcula de forma rápida los costos por cada proceso de manufactura.

- ✚ Permite conocer los gastos administrativo, así como también permite estimar los posibles gastos generados por el departamento de diseño y producción.
- ✚ Contabiliza los recursos requeridos para la ejecución de actividades, ayudando a controlar la operatividad del taller.

## VIII.2.Recomendaciones

Con el fin de ampliar los beneficios y mejoras estimadas a través de la propuesta desarrollada, se presentan las siguientes recomendaciones a los directivos del taller metalmecánico:

- ✚ Implementar la propuesta y estrategias establecidas en el presente Trabajo Especial de Grado, ya que se demostró que las mismas resultan factibles y convenientes desde el punto de vista técnico-operativo, pues se obtiene una estructura de costo que eleva el margen de utilidad de las operaciones, generando rentabilidad.
- ✚ Realizar un estudio de tiempo detallado por cada proceso o actividad que realice el taller metalmecánico, con la finalidad de ajustar a la realidad los tiempos empleados para la ejecución de las actividades administrativa. Permitiendo que la estructura arroje un costo más ajustado y con menos holgura en variaciones de costos.
- ✚ Tomar en consideración los tiempos muertos de producción, como lo son: el tiempo de preparación, puesta a punto, control, parada y aproximación, con el objetivo de brindar tiempos más exactos de la duración de los proyectos. Se recomienda aplicar la estimación de tiempo bajo la propuesta establecida en el capítulo VII, la cual permitirá calcular el tiempo de cada uno de los procesos de manufacturas de forma individual y ajustar el presupuesto.
- ✚ Al momento de emitir cotizaciones por proyectos, es necesario evaluar el costo por cada una de las piezas y no por proyecto global, lo cual permitirá



que no se omitan costos de materia prima, gastos de fabricación y estimar un tiempo real de la duración del proyecto, todo esto para evitar pérdidas financieras.

- ✚ Establecer alianzas con proveedores de materia prima, insumos y herramientas, con el fin de garantizar el suministro y actualizar los precios mensualmente para poder brindar una cotización de forma rápida y lo más real posible.
- ✚ Obtener una datos que refleje los históricos de producción del taller por maquinarias, con el fin de controlar y registrar materia prima, tiempo de ejecución, tiempo de parada, herramientas utilizadas, insumos requeridos. de cada uno de los proyectos.
- ✚ Establecer procedimientos que permitan la ejecución del mantenimiento preventivo, para todas las maquinarias del taller metalmecánico y la adquisición de los repuestos e insumos necesarios. Todo ello con el fin de evitar daños que conlleven a un mantenimiento correctivo (generando costos mayores) o a una pérdida total y reemplazo del bien.
- ✚ Registrar las fallas y repuestos reemplazados en cada una de las maquinarias y/o equipo, tal como se muestra en el Anexo número 17, lo cual permitirá estimar los costos generados por mantenimiento correctivo anual y en un futuro permitirá realizar mantenimiento predictivo con base a un análisis estadístico.

## BIBLIOGRAFÍA

### Referencias Bibliográficas:

- ✚ Aguirre, J. (2004). *Sistemas de coste: La asignación del costo total a productos y servicios (1 era edición)*. Editorial Bogotá: Jorge Tadeo Lozano.
- ✚ Angulo, Juan y De Gouveia, J. (2003) *Levantamiento y documentación de los procesos de negocio de un grupo de empresas de producción y venta de alimentos integrados*. Tesis de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- ✚ Billene, R. (1999). *Análisis de Costos: Un enfoque conceptual para el análisis y control de costos*. Argentina: Editorial Ediciones Jurídicas Cuyo.
- ✚ Canales, F. Alvarado, E y Pineda, E. (1994) *Metodología de la investigación (2da edición)*. Editorial Organización Panamericana de la Salud.
- ✚ Castillo, R. (2012). *Cálculo de costes en procesos de mecanizado por arranque de viruta*. Editorial IC perteneciente a Innovación y Cualificación S.L.
- ✚ Gockel, F. y Schlossorsch, L. (1986). *Metalotecnica Fundamental*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- ✚ Groover, M. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna. (1era edición)*. México: Editorial Prentice Hall.
- ✚ Hicks, D. (2004). *El Sistema de costos basado en las actividades (ABC)*. Publicada por Marcombo, S.A., Barcelona, España.
- ✚ Kalpakjian, S y Schmid, S. (2002) *Manufactura, Ingeniería y Tecnología. (4ta edición)*. México: Editorial Pearson.
- ✚ Niebel B. y Freivalds A. (2009) *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo (1era edición)*. Editores, S.A. de CV.
- ✚ Pazos, N. (2006) *Tecnología de los Metales y Procesos de Manufactura. (1era edición)*. Publicaciones Universidad Católica Andrés Bello.



- ✚ Rodríguez, J. Castro, L y Real, Juan Carlos. (2006). *Procesos Industriales para materiales no metálicos. (2da edición)*. Madrid: Editorial Vision Net.
- ✚ Santalla, Z. (2012). *Guía para la Elaboración Formal de Reportes de Investigación (2da edición actualizada)*. Universidad Católica Andrés Bello.
- ✚ Tafur, J y Osorio J. (2007). *Costeo Basado en Actividades ABC. (1era edición)*. Editorial Bogotá: Ecoe ediciones.
- ✚ Varela, M. y Sánchez P. (2004) *Desarrollo de una estructura de costos basados en actividades para una empresa procesadora de vegetales*. Tesis de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.

### Referencias Electrónicas:

- ✚ (<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/abcmarvin.htm>), Fecha de consulta: 10 de octubre de 2013.
- ✚ (<http://www.quiminet.com/articulos/las-dobladoras-de-lamina-15080.htm>), Fecha de consulta: 10 de octubre de 2013.
- ✚ [www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com), Herramientas de corte. Fecha de consulta: 11 de octubre de 2013.