

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA  
METÁLICAS ZULUAGA**

**YIBER ESTEBAN GONZALEZ GIL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2007**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA  
METÁLICAS ZULUAGA**

**YIBER ESTEBAN GONZALEZ GIL**

**Práctica Empresarial Metálicas Zuluaga**

**Director de proyecto:  
JAVIER ARIAS OSORIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2007**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis esta dedicada:

A Dios por haberme acompañado en cada una de las fases de mi vida.

A mis padres, Delio e Isabel, por su apoyo, confianza y cuidado.

A mis hermanas, Viviana y Natalia por brindarme compañía y cariño en los momentos en que lo necesité.

Al Ing. Javier Arias Osorio, por su colaboración en todo el desarrollo de esta tesis.

A Cristian y a Tania por su gran apoyo y respaldo.

Y a todos mis amigos que fueron de gran ayuda en las épocas fáciles y difíciles que tuve en la trayectoria de la carrera.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. GENERALIDADES	19
1.1 Objetivo General	19
2.ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	20
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	20
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	21
2.3 ANALISIS DEL AREA DE PRODUCCION (DOFA)	25
2.4 PROVEEDORES	37
2.5 CANALES DE DISTRIBUCIÓN	38
2.6 COMPETITIVIDAD	39
2.6.1 Análisis sectorial colombiano	39
2.6.2 Análisis de la cadena productiva – Metalmecánica	41
2.6.3. Posición de la empresa frente a compañías similares del sector.	43
3. MARCO TEORICO	47
3.1 LAS TÉCNICAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO Y SU INTERRELACIÓN	47
3.1.1 Procedimiento básico para el estudio del trabajo	48
3.1.2 Gráficas De Producción	49
3.1.3 Símbolos y descripciones	50
3.1.4 La Medición del Trabajo	51
3.1.5 Distribución de las instalaciones	53
3.1.6 Flujo del producto	53
3.1.7 Distribución de proceso	53
3.1.8 Distribución por posición fija	54
3.1.9 Distribución de planta método convencional	54
3.2 ANÁLISIS DE COSTOS	55
3.2.1 Elementos fundamentales del costo de producción	55

3.2.3 Materiales Directos	56
3.2.4 Materiales indirectos	56
3.2.5 Mano de Obra Directa	56
3.2.6 Costos Indirectos de Fabricación	57
3.2.7 Mano de obra indirecta	57
3.2.8 Sistemas de costeo	58
3.3 GESTION DE INVENTARIOS	61
3.3.1 Control De Inventarios	61
3.3.2 Clasificación de los Costos de Inventarios	63
3.3.4 Modelo De Inventarios Con Varios Productos	64
4. ANÁLISIS DE PRODUCTOS	66
4.1 DESARROLLO Y DISEÑO DEL PRODUCTO	67
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS	66
4.3 SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS OBJETO DE ESTUDIO	69
4.4 CODIFICACIÓN DE PRODUCTOS	75
5. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS	78
5.1 PRODUCCIÓN ACTUAL	78
5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA	79
5.2.1 Corte	80
5.2.2 Doblado	80
5.2.3 Troquelado	81
5.2.4 Pulido	81
5.2.5 Soldadura	81
5.2.6 Limpieza y lijado	82
5.2.7 Pintura	82
5.2.8 Armado	82
5.3 DIAGRAMA DE PROCESOS	83
5.4 IDENTIFICACIÓN DE DESPILFARROS	88
5.4.1 Despilfarro tipo recurso humano.	89
5.4.2 Reducción o eliminación de despilfarros tipo recurso humano	90

5.4.3	Despilfarro tipo método.	92
5.4.4	Reducción o eliminación de despilfarros tipo recurso método.	94
5.4.5	Despilfarro tipo máquinas.	97
5.4.6	Reducción o eliminación de despilfarros tipo máquina	98
5.4.7	Despilfarro tipo material	100
5.4.8	Reducción o eliminación de despilfarros tipo material	102
5.4.9	Despilfarro tipo seguridad	103
5.4.10	Reducción o eliminación de despilfarros tipo seguridad	103
5.4.11	Despilfarro tipo calidad	104
5.4.12	Reducción o eliminación de despilfarros tipo seguridad.	104
5.5	ESTUDIO DE TIEMPOS	104
5.5.1	Toma de tiempos	106
5.5.2	Valoración	106
5.5.3	Tiempo Normal (TN).	107
5.5.4	Suplementos.	107
5.5.5	Tiempo Tipo (TT).	107
6.	PLANIFICACION DE CAPACIDADES	109
6.1	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA	110
6.2	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE DE PRODUCCIÓN PARA EL NIVEL DE PLANEACIÓN CONVENIENTE	113
6.3	CAPACIDAD DISPONIBLE PARA CADA UNO DE LOS DEPARTAMENTOS	117
6.4	MANEJO DE LA HERRAMIENTA	120
7.	DISTRIBUCION DE LA PLANTA	130
7.1	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL	130
7.2	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	131
7.3	DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL ÁREA	135
7.3.1	Área de producción	135
7.3.2	Áreas de almacenamiento	136
7.4	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA RECOMENDADA	137
8.	ANALISIS DE COSTOS	146

8.1 COSTO DE MATERIALES DIRECTOS	146
8.1.1 Costo estándar de material directo para cada producto de estudio	148
8.2 COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	154
8.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	169
9.3.1. Materiales indirectos	170
8.3.2 Mano de obra indirecta	171
8.3.3 Otros costos indirectos de fabricación	172
8.4 COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN	173
8.5 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, VENTAS Y FINANCIEROS	174
8.6 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO	175
8.7. PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)	178
9. CONTROL DE INVENTARIOS	182
9.1 FUNCIÓN DEL CONTROL DE INVENTARIOS	182
9.2 SISTEMA DE INVENTARIOS	182
9.1.1 Inventario de Materia Prima	183
9.1.2 Inventario de producto en proceso	188
9.1.3 Inventario de Producto Terminado	192
10. PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	201
10.1 PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	201
10.2 ORGANIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN	204
10.3 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	204
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	215
BIBLIOGRAFIA	219
ANEXOS	220

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis DOFA	26
Cuadro 2. Plan de mejoramiento del área de producción	28
Cuadro 3. Maquinaria Utilizada	33
Cuadro 4. Recurso Humano	35
Cuadro 5. Proveedores	38
Cuadro 6. Competencia interna.	44
Cuadro 7. Productos Fabricados	68
Cuadro 8. Ponderación de los tipos de producción	69
Cuadro 9. Porcentaje de ventas acumuladas	73
Cuadro 10. Clasificación ABC	75
Cuadro 11. Codificación de Productos	76
Cuadro 12. Identificación de las Partes del Producto	84
Cuadro 13. Flexibilidad por cargos	89
Cuadro 14. Nivel de educación del personal	90
Cuadro 15. Utilización de la Maquinaria	97
Cuadro 16. Jornada de trabajo normal y extra de la empresa	110
Cuadro 17. Tabla de programación de turnos normales de lunes a sábado	111
Cuadro 18. Fuerza de trabajo y tiempo en mantenimiento mensual	111
Cuadro 19. Demanda en Unidades, Enero a Junio De 2007	126
Cuadro 20. Pronostico de Julio	126
Cuadro 21. Codificación de las relaciones	133
Cuadro 22. Áreas de Producción.	135
Cuadro 23. Presupuesto.	139
Cuadro 24. Pinturas.	148
Cuadro 25. Tubería Metálica.	149
Cuadro 26. Artículos de madera.	150
Cuadro 27. Tornillos y Tuercas.	150

Cuadro 28. Otros Insumos.	151
Cuadro 29. Desperdicio Ropero	152
Cuadro 30. Desperdicio Silla Deportiva	153
Cuadro 31. Desperdicio Cama	153
Cuadro 32. Costo de material directo del Ropero Normal	155
Cuadro 33. Costo de material directo del Camarote Olímpico.	156
Cuadro 34. Costo de material directo de la silla deportiva.	157
Cuadro 35. Costo de material directo de la Cama Valentina.	159
Cuadro 36. Costo de material directo de la Mesa de noche valentina	160
Cuadro 37. Costo de material directo de la Mesa escuadra con alas	161
Cuadro 38. Costo de material directo de la silla reclinomática	162
Cuadro 39. Mano de Obra Directa	165
Cuadro 40. Costo Mano de obra directa del Ropero Normal	165
Cuadro 41. Costo Mano de obra directa del Camarote Olímpico	166
Cuadro 42. Costo Mano de obra directa de la Silla Deportiva	166
Cuadro 43. Costo Mano de obra directa de la Cama Valentina	167
Cuadro 44. Costo Mano de obra directa de la Mesa de Noche Valentina	167
Cuadro 45. Costo Mano de obra directa la Mesa Escuadra Alas	168
Cuadro 46. Costo Mano de obra directa de la Silla Reclinomática	168
Cuadro 47. Costos Generales – Materiales Indirectos	171
Cuadro 48. Mano de obra indirecta	172
Cuadro 49. Otros Costos Indirectos de Fabricación	172
Cuadro 50. Gastos de Administración, Ventas y Financieros	174
Cuadro 51. Diferencia de Costos	176
Cuadro 52. Costo Total del Producto	177
Cuadro 53. Punto de Equilibrio	181
Cuadro 54. Materiales en existencia a 1 de agosto de 2006	184
Cuadro 55. Costo de Mantenimiento	193
Cuadro 56. Costo de los Inventarios	194
Cuadro 57. Variables que influyen en el modelo de Inventarios	197



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organigrama	23
Figura 2. Proceso de fabricación General	29
Figura 3. Maquinaria Utilizada	34
Figura 4. Canal de distribución	39
Figura 5. Estudio del trabajo	48
Figura 6. Símbolos de Diagramas	50
Figura 7. Control de Inventarios	62
Figura 8. Rutas de producción	70
Figura 9. Gráfico porcentaje por ventas (millones de pesos) vs producto año 2006	72
Figura 10. Gráfico porcentaje acumulado de ventas Vs Producto	74
Figura 11. Producto en Estudio	83
Figura 12. Producto en proceso	93
Figura 13. Mecanismo de secado	100
Figura 14. Identificación De Las Restricciones Del Sistema	121
Figura 15. Norma de trabajo de cada producto	122
Figura 16. Capacidad de la planta	123
Figura 17. Parámetros de Solver	123
Figura 18. Resultados de Solver	124
Figura 19. Plan óptimo de producción	124
Figura 20. Capacidad destinada a cada producto por turno	125
Figura 21. Plan optimo (mes en estudio)	128
Figura 22. Informe de carga de cada centro de trabajo	129
Figura 23. Producto Vs Cantidad	131
Figura 24. Diagrama Relacional de Actividades	134

Figura 25. Comportamiento de las ventas durante los últimos 3 años	145
Cuadro 52. Costo Total del Producto	177
Figura 26. Orden de Fabricación	190
Figura 27. Política de inventarios	198
Figura 28. Costos Mínimos y Volumen Óptimo de Inventarios	199
Figura 29. Identificación de las restricciones del sistema	203
Figura 30. Panel de selección de fichas de producción y análisis de capacidades	206
Figura 31. Ficha técnica – Condiciones Variables	207
Figura 32. Caracterización del Producto	208
Figura 33. Cálculo del tiempo de fabricación.	210
Figura 34. Cálculo de Materiales	211
Figura 35. Elementos del costo	212

## LISTA DE PLANOS

	<b>Pág.</b>
Plano 1. Planos de identificación de la planta de producción.	30
Plano 2. Distribución de planta calculada.	140

## **RESUMEN ESPAÑOL**

**TITULO:** MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE METÁLICAS ZULUAGA.\*

**AUTOR:** GONZÁLEZ GIL, Yiber Esteban.\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Métodos y tiempos, Producción, Inventarios, Capacidad, Mejoramiento, muebles.

**CONTENIDO:** Este documento muestra la metodología y los resultados obtenidos en el proceso de mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metálicas Zuluaga.

El desarrollo de la práctica se inicia con un conocimiento general de la empresa y su entorno, con el fin de realizar un diagnóstico de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades, identificando que factores son los más críticos para realizar un plan de mejoramiento. Seguidamente del diagnóstico se realiza un acompañamiento a cada área de trabajo y a los productos elaborados para identificar despilfarros en los métodos de trabajo y los tiempos de operación para tenerlos como base en; la planificación de la capacidad de acuerdo a la mezcla de productos que puedan ser demandados en un periodo determinado y en la realización de la propuesta de una estructura de costos.

Además se planteó una propuesta de distribución de planta que tuviera en cuenta los factores del trabajador, del flujo del producto y del medio ambiente. Finalmente se utilizaron herramientas informáticas que permitieran realizar ciertos análisis de sensibilidad, teniendo en cuenta diferentes escenarios que se pudieran presentar.

\*Proyecto de grado modalidad práctica empresarial para optar al título de ingeniero industrial

\*\*Facultad de Ingenierías Físico – mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y empresariales, Director: Ing. Javier Arias Osorio

## SUMARY

TITLE: METALICAS ZULUAGA COMPANY'S PRODUCTION SYSTEM IMPROVEMENT.\*

AUTHOR: GONZÁLEZ GIL, Yiber Esteban. \*\*

KEY WORDS: Methods and times, Production, Inventories, Capacity, Improvement, furniture.

CONTENT: This document shows the methodology and the results obtained in the Metálicas Zuluaga Company's production system improvement process.

The development of the practice begins with a general knowledge of the company and its surroundings, with the purpose of making a diagnosis of the weaknesses, strengths, threats and opportunities, identifying the most critical factors to make an improvement plan. Next to the diagnosis, a support to each work area and elaborated products is made to identify wastefulness in work methods and operation times to have them as bases on the capacity planning according to the product mixture that can be demanded in a certain period, and the costs structure proposal accomplishment.

In addition, a plant distribution proposal was formulated considering worker factors, product flow and environment. Finally, computer science tools were used to allow make certain sensivity analyses, considering different scenes that could be presented.

\*Investigation work

\*\*Physics and Mechanics Engineering Collage – Industrial and Managerial Studies School

## INTRODUCCIÓN

A partir de los cambios que se han estado presentando en el entorno con la posible firma del tratado de libre comercio con EEUU y otros países, así como otros acontecimientos, las pymes colombianas tienen hoy muchas oportunidades en el mercado internacional. Sin embargo, para tomar ventaja de estas oportunidades deben empezar a diseñar y fijar varias estrategias basadas en la detección de nuevas oportunidades, para esto debe mejorar la programación en su producción, aumentar el grado de especialización en sus productos y servicios, y obtener unos estándares de calidad más competitivos.

La preparación para el cambio es una obligación de todos, la PYME por ejemplo, corre riesgos si no acelera su transformación. En un país en el que la pequeña y mediana empresa representa más del 40% de la producción total y un 30% de las exportaciones no tradicionales cifras de proexport, es importante la atención especial que se les brinda para poder apoyarlas en la incursión en mercados cada vez más globales y complejos.

Metálicas Zuluaga tiene claras sus limitaciones y posibilidades en cuestión de conocimiento sobre distribución, almacenamiento, administración de inventarios y procesamiento de órdenes, y sabe que debe contar con los recursos y la infraestructura necesaria para organizar este proceso de una mejor manera y más competitiva, por lo cual ha decidido realizar un estudio en su sistema de producción para dirigir sus recursos de una forma más técnica y acertada, en pro de una oportunidad para mejorar el producto ofrecido y posicionarse en los mercados.

El estudio se enfoca principalmente en el área de producción, lo que implica el rediseño de un sistema de planeación y control de producción que permita realizar eficientemente todas las actividades además de un sistema que permita tener un control de los costos directos e indirectos de producción.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 OBJETIVO GENERAL<sup>1</sup>

Diseñar e implementar mejoras en el sistema de producción que permita realizar eficientemente todas las actividades que intervienen en el proceso productivo de Metálicas Zuluaga.

- Conocer e identificar los procedimientos que se desarrollan en el área de producción de Metálicas Zuluaga.
- Realizar un diagnóstico de la planta que involucre un análisis de los desperdicios que se presentan.
- Medir los oficios para obtener un tiempo estándar de producción y la especificación del oficio.
- Rediseñar y proponer una alternativa de distribución de la planta teniendo en cuenta los factores de producción, del ambiente y de los trabajadores.
- Diseñar un modelo de control de inventarios que permita mantener los niveles apropiados de producto terminado.
- Realizar un análisis de costos, que sea base para toma de decisiones financieras y gerenciales.
- Construir una herramienta que facilite el análisis de sensibilidad de la estructura de costos de un determinado producto.
- Construir una herramienta adecuada para la planeación de la producción que facilite el cálculo del material y el tiempo requerido para un volumen de producción determinado, que permita la programación de los pedidos según las

---

<sup>1</sup> Los objetivos que se muestran son los que fueron aprobados por el comité de proyectos de la escuela de estudios industriales y empresariales en el plan titulado “Mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metálicas Zuluaga”

fechas pactadas con los clientes.

## **2. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

### **2.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Metálicas Zuluaga<sup>2</sup> surgió de la idea de un hombre que vivía en Pereira que decidió dar inicio a un negocio del sector metalmecánico. Aunque contaba con pocas herramientas este hombre siempre tenía la firme intención de forjar un negocio rentable, por tal razón tomó la decisión de instalarse en Bucaramanga. En el momento de fundar la empresa las condiciones económicas no eran las mejores, pero siendo así, dio inicio y se empezaron a fabricar los productos que posteriormente serían “los producto estrella” “la silla acolchonada” y la “mesa de TV” Llamada “arco”. Así, de esta forma Metálicas Zuluaga inició su incursión en el mercado de Bucaramanga, con el tiempo la empresa llegó a tener 72 empleados, en un espacio reducido donde el local hacía las veces de bodega, planta de producción y sala de exhibición.

Pasados 8 años, la empresa empezó a declinar por malos manejos administrativos y fue vendida a CLAUDIA MILENA ZULUAGA DUQUE, quien conocía todo el movimiento de la fábrica y contaba con el perfil competente para asumir tal responsabilidad. Así fué que la empresa pasó a manos de esta emprendedora cuyo slogan siempre fué y es “Me siento capaz de hacerlo”. Inició con 2 empleados quienes cubrían todas las funciones y así poco a poco fue creciendo y mejorando integralmente.

---

<sup>2</sup> Plan exportador Metálicas Zuluaga - Proexport.

Hoy día Metálicas Zuluaga es una fábrica organizada, cuenta con 14 empleados, tiene una infraestructura cómoda, cuenta con sala de exhibición y ventas. Su mayor interés es la satisfacción del cliente.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

- Nombre o Razón Social:

Metálicas Zuluaga con Nit. 24.436.290-9, registrada ante la cámara de comercio de Bucaramanga como una empresa de tipo persona natural.

- Localización

Actualmente funcionan las oficinas, la planta de producción y el almacén de ventas en la Cll 45 # 1 – 65 del barrio Campo Hermoso en la ciudad de Bucaramanga, la empresa cuenta con una localización que le favorece en gran parte por su ubicación en el sector céntrico de la ciudad, cuenta con la cercanía a varios proveedores y favorece la atracción de clientes potenciales debido a que el tránsito frente a la sala de exhibición es bastante elevado.

- Pagina Web

Debido a las proyecciones de exportación que la empresa se ha planteado ha decidido recientemente realizar varias mejoras en su imagen corporativa de donde nace el desarrollo de la página Web llamada [www.metalicaszuluaga.com](http://www.metalicaszuluaga.com).

- Correo electrónico: [contacto@metalicaszuluaga.com](mailto:contacto@metalicaszuluaga.com)

- Representante Legal: Claudia Milena Zuluaga Duque
- Actividad Comercial: fabricación y comercialización de muebles metálicos
  
- Estructura Organizacional

La gerente y propietaria toma las decisiones y se las informa al asistente, también se hacen reuniones de grupo de trabajo conformado por el gerente, la asistente y el jefe de producción en donde se escuchan los problemas o situaciones que se han venido presentando y las sugerencias para lograr cumplir con las metas propuestas. En estos 2 años la gerente ha iniciado un proceso de delegar en sus empleados, creando así un mayor sentido de pertenencia y un ambiente de liderazgo en cada área, lo que se ve reflejado en el desarrollo de las actividades del proceso productivo y administrativo.

Existe respeto hacia todas las personas que interactúan en la empresa tanto para el cliente interno como para el externo, a partir de lo cual se consigue lograr que ellos se identifiquen y exista un alto compromiso con la empresa.

Se lleva a cabo un control de los resultados del proceso y de la conducta de los individuos por medio de supervisión directa.

Se destinan actividades y políticas orientadas a crear mayor valor para los clientes, tener recursos humanos especializados y buscar mejor calidad, renovación e innovación en el producto.

En la empresa se utilizan dos canales de comunicación principalmente, los cuales se manejan dependiendo de la importancia de la situación:

- Importancia Alta: la gerencia trasmite por medio escrito al personal.
- Importancia Media: se trasmite por comunicación verbal formal.
- Importancia Baja: se trasmite por comunicación verbal impersonal.

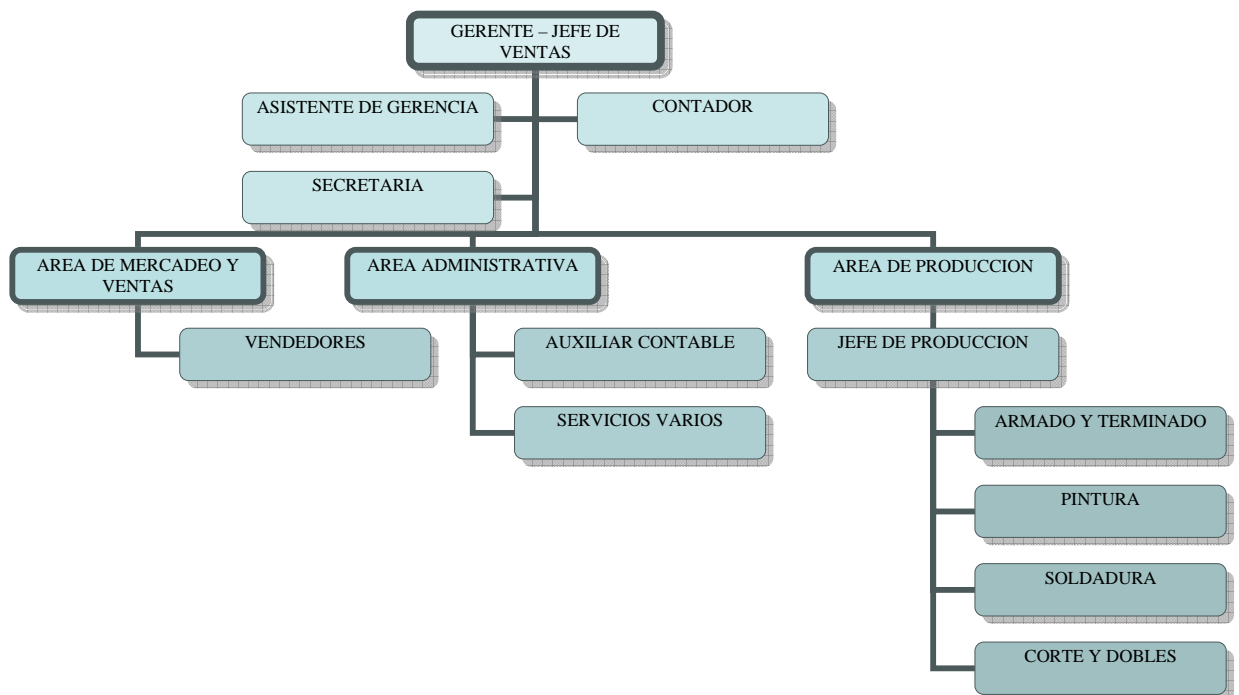
- Análisis organizacional de la empresa.

La empresa metálicas Zuluaga, es una empresa de persona natural, constituida con recursos privados y con ánimo de lucro, cuyo objetivo principal es la fabricación y comercialización de muebles metálicos para los sectores; estudiantil, hospitalario, comercial y de hogar.

La empresa cuenta con un personal capacitado en cada una de las áreas del proceso de producción, quienes están comprometidos con la calidad del producto.

La estructura organizacional está liderada por Claudia Milena Zuluaga Duque actual gerente de la empresa. El organigrama está constituido principalmente por el área administrativa y contable, producción y ventas.

**Figura 1. Organigrama.**



*Fuente: Datos suministrados por la Gerente*

Para inicios del 2006 la empresa no contaba con un organigrama establecido y por lo tanto en el desarrollo de la práctica se plasmó de acuerdo a la estructura de funciones que se llevan a cabo, resaltando que hay áreas de trabajo que no están establecidas con su respectivo personal.

- Misión de la Empresa<sup>3</sup>

“Somos una empresa industrial dedicada a la fabricación y comercialización de mobiliario, accesorios y componentes metálicos, dirigida a los sectores domésticos y comerciales, con productos de excelente diseño y calidad que garanticen seguridad y comodidad, para brindar satisfacción a nuestros clientes.

Contamos con el talento de un grupo humano comprometido con los objetivos de la organización, enfocados en la innovación, el respeto por el medio ambiente y el uso adecuado de los recursos.”

- Visión de la Empresa<sup>4</sup>

“En los próximos cinco años Metálicas Zuluaga será reconocida a nivel nacional e internacional por su calidad, cumplimiento y excelente imagen siendo para cada cliente su mejor opción.”

- Política de calidad<sup>5</sup>

“Nuestros productos están respaldados con la experiencia, la creatividad y la exclusividad en los diseños; contamos con una óptima tecnología y equipos que garantizan eficiencia y confiabilidad con cada uno de los procesos. Nos apoyamos

---

<sup>3</sup> Información extraída del plan exportador de Metálicas Zuluaga .

<sup>4</sup> Información extraída del plan exportador de Metálicas Zuluaga .

<sup>5</sup> Información extraída del plan exportador de Metálicas Zuluaga .

en la investigación permanente y el desarrollo de nuevos productos que nos permitan seguir siendo competitivos.”

- Valores<sup>6</sup>

“Innovación – Estilo – Diseño – Calidad – Creatividad – Seguridad”

- Mercados

Los mercados más importantes que maneja la empresa se encuentran en ciudades como Bogotá, Barbosa, Santa Marta, Barrancabermeja y Cúcuta, el producto es comprado por mayoristas ubicados en estas zonas y los pedidos son constantes y representativos para la empresa.

- Objetivos de la empresa
  - Posicionar los productos a nivel nacional.
  - Ingresar al mercado internacional y ampliar gradualmente la cobertura nacional.
  - Buscar la reducción de los costos de producción para ser más competitivos en el mercado.
  - Desarrollar los productos de acuerdo a las características y condiciones que desea el cliente.

### **2.3 ANALISIS DEL AREA DE PRODUCCION (DOFA)**

Para identificar los aspectos claves que la empresa ha adoptado dentro de su desarrollo organizacional, en primera instancia se plantea la realización de un análisis DOFA, a partir del cual se desprenden los factores claves para el éxito de la empresa. Un análisis DOFA que se fundamenta en:

---

<sup>6</sup> Información extraída del plan exportador de Metálicas Zuluaga .

- Un análisis Interno: Cuyas variables consideradas están relacionadas con el manejo del sistema productivo de la empresa.
- Un análisis externo: Qué considera las condiciones de la empresa frente al sector metalmecánico.

Lo cual reveló los siguientes resultados (Cuadro 1);

**Cuadro 1. Análisis DOFA**

<b>DEBILIDADES</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p>No se cuenta con un sistema de calidad, con documentación y normas técnicas que afectan los productos, ni total retroalimentación.</p> <p>El nivel de reproceso al igual que el de desperdicio se obtiene en forma estimada, no como resultado de una medición objetiva.</p> <p>No se maneja una programación efectiva, que permita fabricar productos sobre medida sin generar desorden y descontrol en la fabricación.</p> <p>No se maneja un programa de mantenimiento preventivo.</p> <p>Se tienen volúmenes altos de productos que no tienen buena rotación.</p> <p>No se manejan indicadores definidos de producción.</p>	<p>La empresa al subcontratar algunos servicios (Utilizar satélites) puede concentrarse en ampliar su capacidad productiva en operaciones que le permitan lograr con mayor facilidad economías de escala.</p> <p>Si se realiza un plan de mejoras en el proceso productivo acorde a las exigencias del mercado y a las proyecciones de la empresa se lograrán buenos resultados en cuanto a optimización de procesos y calidad.</p> <p>Realizar transferencia de tecnológica para actualizar los procesos de fabricación.</p> <p>Alianzas estratégicas en el sector metalmecánico para lograr cubrir grandes demandas de productos del exterior</p> <p>Al entrar a un nuevo mercado se pueden manejar mayores volúmenes de producción, lo que se traduce en mayor productividad y menores costos unitarios.</p> <p>Bajo costo de mano de obra con respecto a otros países.</p>

FORTALEZAS	AMENAZAS
<p>Los productos son elaborados con materia prima de excelente calidad (cuenta con proveedores reconocidos a nivel nacional por la calidad de sus productos)</p> <p>El control de proceso permite hacer seguimiento de las órdenes y de los productos, y tomar acciones correctivas de manera oportuna y eficiente.</p> <p>Los diseños se innovan constantemente. Presentan un gran surtido de modelos.</p> <p>El personal de la planta cuenta con la inducción y capacitación requerida para garantizar un buen producto.</p> <p>El proceso de producción permite hacer cambios y adaptarse a las nuevas necesidades de los clientes.</p> <p>Buen cumplimiento en la entrega de pedidos y satisfacción del cliente (tiempo, calidad, especificaciones).</p> <p>La empresa puede ajustarse a la demanda en caso de un incremento de la misma, dado que tiene buena flexibilidad en la producción.</p> <p>Los proveedores con que se cuenta manejan tiempos de entrega cortos (principales materiales).</p> <p>La planta puede fabricar lotes de productos más pequeños sin afectar el ritmo de producción, a diferencia de grandes fabricantes.</p> <p>Tiempos de entrega cortos.</p>	<p>Escasez de talleres satélites, por las exigencias que al respecto plantea la norma de calidad.</p> <p>La tendencia a la automatización del sector es muy baja.</p> <p>La industria nacional puede verse afectada ante competidores internacionales que presentan mayor poder adquisitivo.</p> <p>Alianza fuerte entre multinacionales del sector.</p> <p>Algunos insumos utilizados en los productos tienen pocos proveedores nacionales.</p> <p>Demanda extranjera de volúmenes muy altos que dificulte el cumplimiento de la entrega en forma individual.</p>

Con la identificación de cada una de los ítems que se encuentran dentro de la matriz DOFA, se seleccionaron factores como la capacidad de innovación, balanceo de la línea de fabricación, indicadores, calidad integral entre otros, de los cuales, a criterio de la gerente eran dos los que tenían mayor prioridad e importancia, pues permiten diseñar planes generales y específicos con el fin de lograr un mayor éxito en el área de producción, los cuales son:

<b>Prioridad</b>	<b>Factor clave del área de producción</b>
2	Mejoramiento del sistema de producción.
1	Sistema de gestión de calidad-Certificación

De los factores anteriores, se identificaron cuales eran las estrategias que se debían seguir las cuales se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Plan de mejoramiento del área de producción**

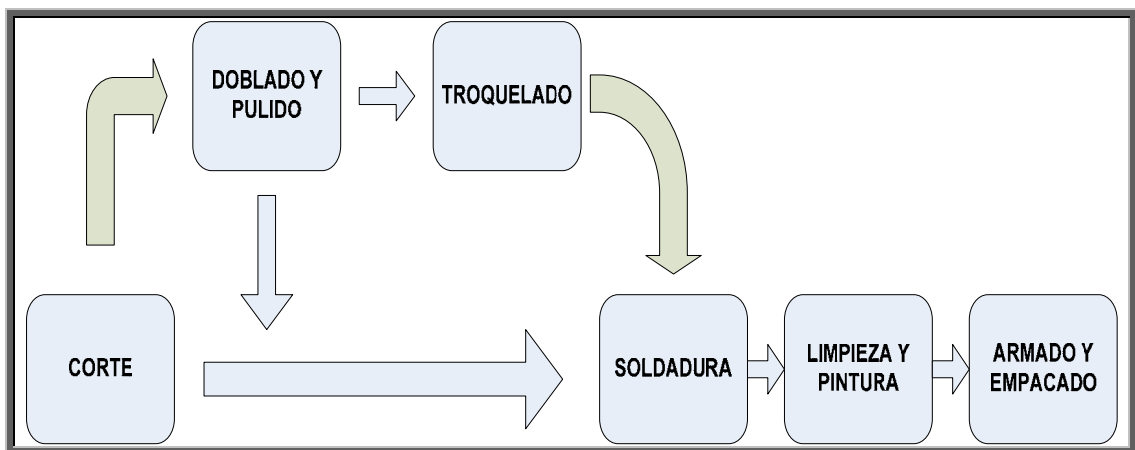
<b>DIRECTRIZ</b>	<b>ESTRATEGIAS A SEGUIR</b>
Mejoramiento del sistema de producción	<p>Desarrollar programas de mantenimiento preventivo.</p> <p>Tener un mayor enfoque en la reducción de los tiempos de producción y desplazamientos. (Ampliación de instalaciones y Distribución de planta).</p> <p>Establecer un control de inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado.</p> <p>Diseño de indicadores de producción.</p> <p>Realizar una mayor control de los procesos de producción.</p>
Sistema de gestión de calidad-Certificación	Implementación de la norma de calidad ISO

*Fuente: Análisis realizado por el autor*

- Proceso de fabricación General

A continuación se muestra un diagrama general del proceso en el cual se presentan cada una de las actividades necesarias para la fabricación de los productos, en donde se muestra el movimiento de estos dentro del proceso, lo cual facilita la comprensión y el análisis del proceso productivo en general, *la ampliación y descripción del proceso de fabricación por áreas se muestra en la sección 6.2.*

**Figura 2. Proceso de fabricación General**

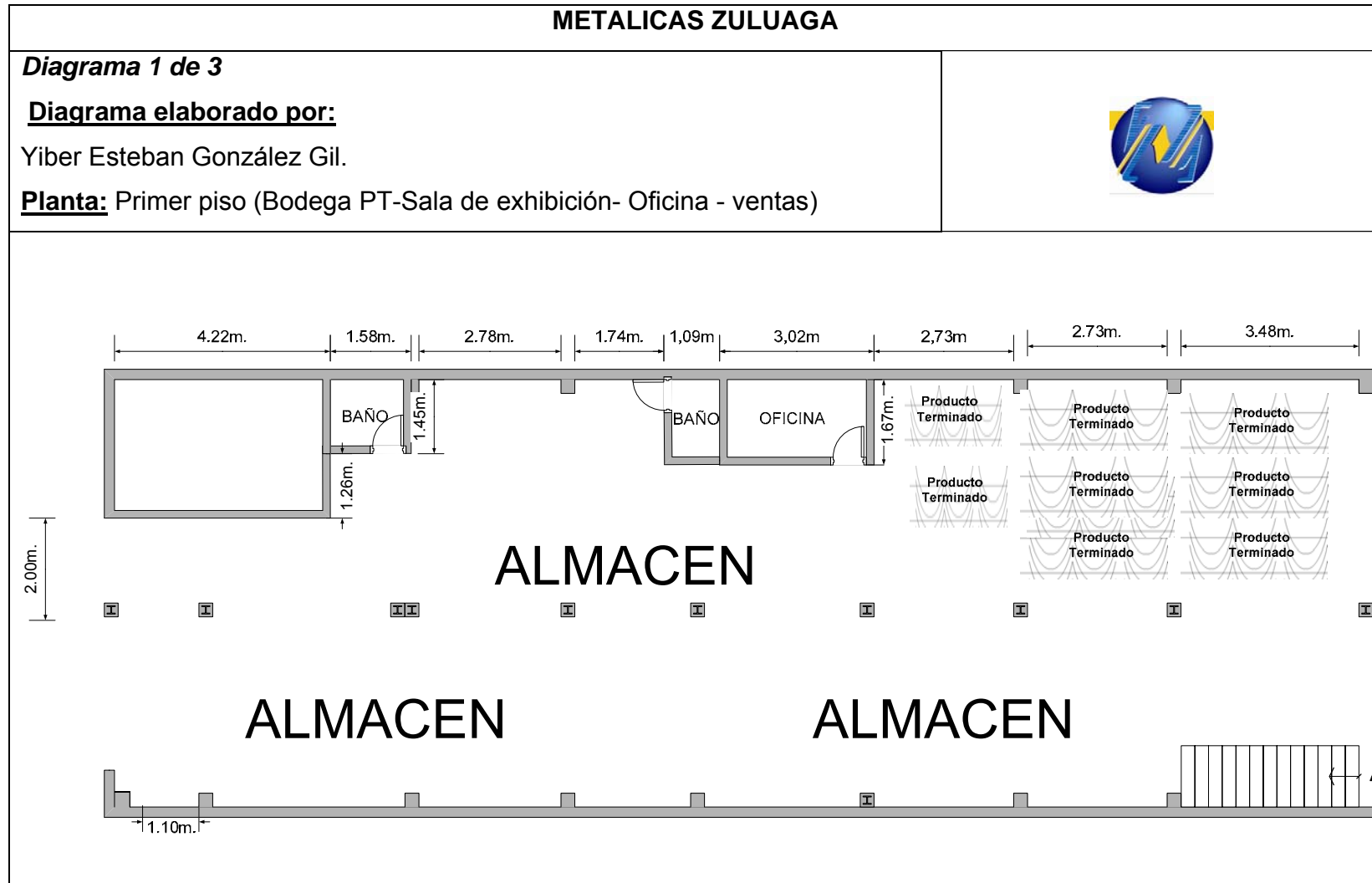


*Fuente: Datos suministrados por los operarios de la empresa*

Teniendo una idea general del proceso de fabricación se muestran a continuación los planos de la empresa para así poder visualizar de una mejor manera la secuencia de dicho proceso y el flujo del producto dentro del área de producción.

Véase planos.

Plano 1. Planos de identificación de la planta de producción.



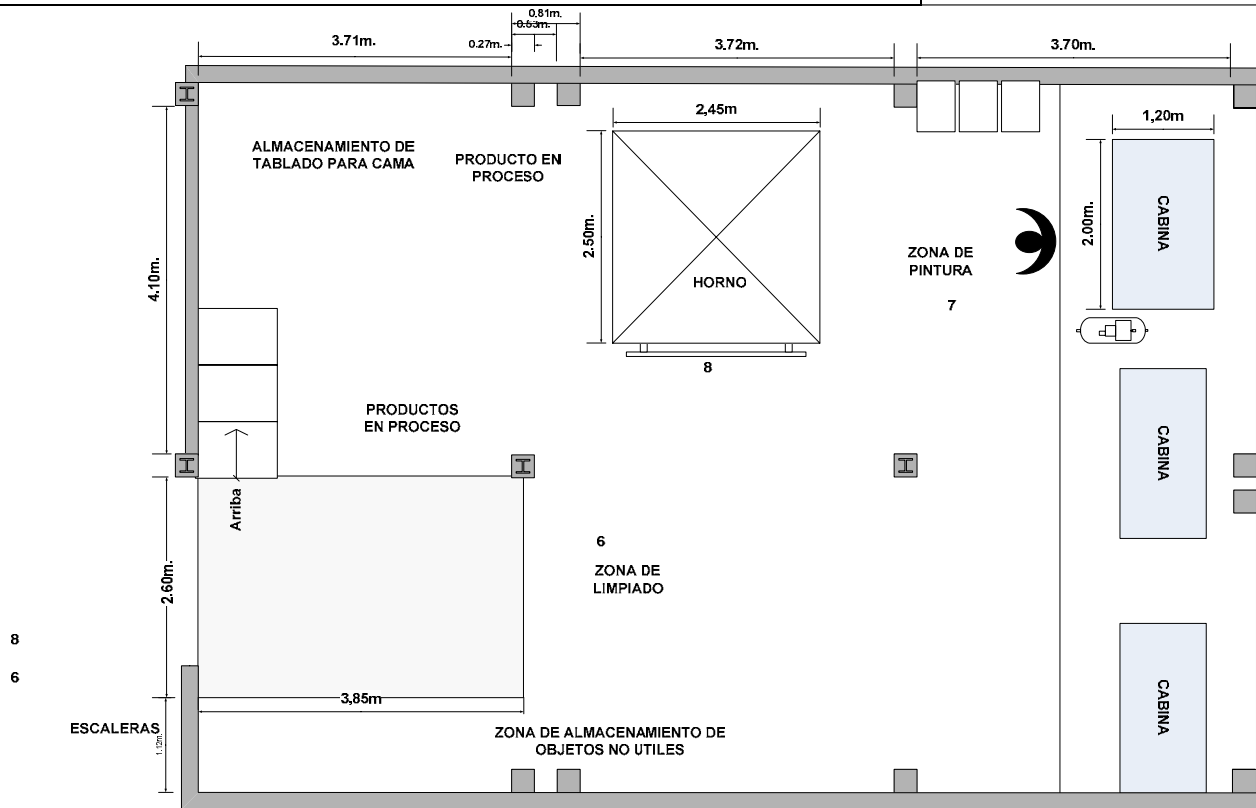
# METALICAS ZULUAGA

Diagrama 2 de 3

Diagrama elaborado por:

Yiber Esteban González Gil.

**Planta:** Primer piso (Bodega – Centro de trabajo limpieza y pintura )



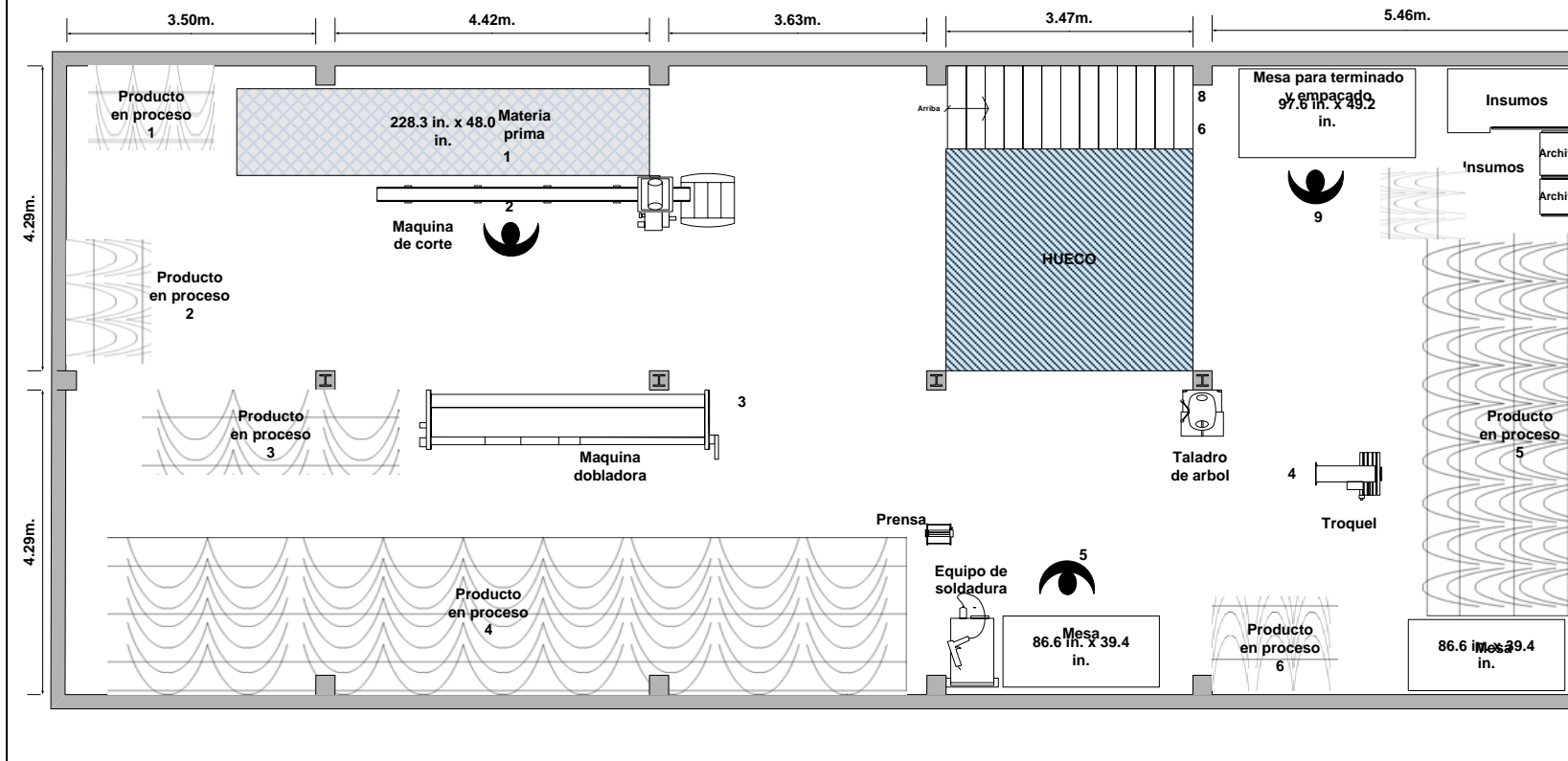
# METALICAS ZULUAGA

Diagrama 3 de 3

Diagrama elaborado por:

Yiber Esteban González Gil.

Planta: Segundo piso (Centros de trabajo corte, soldadura y armado)



- Maquinaria y Equipos Utilizados

La maquinaria utilizada en la empresa necesaria para la fabricación de los productos es:

**Cuadro 3. Maquinaria Utilizada**

<b>Máquina</b>	<b>Cant.</b>	<b>Función que cumple</b>	<b>Años de Uso</b>	<b>Sección</b>
Troqueladora	1	Da la forma necesaria a la punta de los tubos para facilitar el ensamble	10 años	Corte
Horno Industrial	1	Hace reaccionar la pintura para obtener una mayor fijación y brillo en el producto	10 años	Pintura
Equipo de Pintura Electroestática (Versa Spray II)	1	Equipo que sirve para aplicar la pintura a la estructura.	10 años	Pintura
Compresor	1	Almacenador de aire	10 años	Pintura
Cortadora	1	Realiza el corte de tubos, laminas y madera	10 años	Corte
Taladro Manual	2	Perfora la tubería	10 años	Corte
Máquina Neumática	1	Utilizada para poner las grapas al tapizar	10 años	Armado
Cisalla	1	Manejada para cortar las platinas	10 años	Corte
Esmeril	1	Realiza el pulido de tubos	10 años	Armado
Pulidora	1	Realiza el pulido de tubos	10 años	Armado
Taladro de árbol	1	Le hace perforaciones al tubo para poder colocarle la tortillería	10 años	Corte
Equipo de Soldadura (Hobart Iron 250, Arcwald mig 250)	3	Equipo utilizado para Realizar el ensamble de cada una de las partes que componen el producto	10 años	Soldadura
Dobladora	1	Realiza el dobles de la tubería para darle la forma deseada	10 años	Corte

*Fuente: Manuales de la Maquinaria y Gerente de la empresa*

### Figura 3. Maquinaria Utilizada

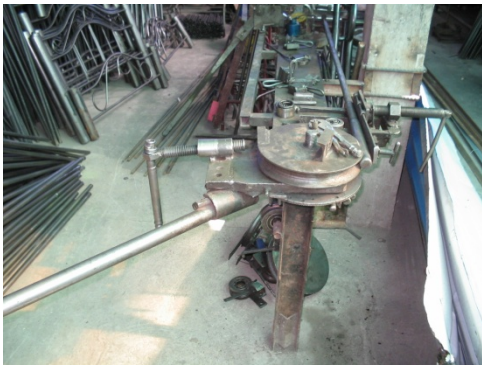
- Cortadora de tubo



-Equipo de soldadura



- Dobladora de tubo



- Troqueladora



Horno de secado



- Taladro de Árbol



*Fuente: Maquinaria y equipos de La empresa*

- Herramientas
  - Prensa de banco
  - Martillo
  - Mazo de caucho
  - Llave ajustable
  - Destornillador
  - Machete
  - Broca
  - Discos de Tungsteno
  - Metro
  - Macho de rosca
  - Lijas
  - Matriz
  - Destornillador
  
- Recurso humano

En la actualidad la empresa cuenta con 14 personas, distribuidas de la siguiente manera;

**Cuadro 4. Recurso Humano**

<b>AREA DE TRABAJO</b>	<b>CANTIDAD DE PERSONAL</b>
Gerencia	1
Corte	1
Soldadura	1
Pintura	2
Armado	2
Jefe de producción	1
Mensajero	1
Vendedora	2
Secretaria	1
Contabilidad	2

*Fuente: Nómina e información generada por la gerente*

La cantidad de empleados varía según la temporada en la que se encuentre la empresa, además también se cuenta con satélites, por ende con personal indirecto de aproximadamente 8 personas.

Es conveniente resaltar que la forma de pago a algunos de los trabajadores varía de acuerdo a sus funciones, es decir, como ejemplo el pago al área de soldadura es realizado a destajo debido a que se obtiene un mejor rendimiento y mayor compromiso por parte del operario al recibir su pago por la tarea realizada, la cual tiene un precio asignado que varía de acuerdo al producto que se haya elaborado.

Por otra parte, la empresa brinda la opción a cada área de poder tener ayudantes si se estima conveniente, en este caso el operario es el que contrata y es el que se entiende en el aspecto salarial con el ayudante.

A diferencia de algunas áreas de producción el personal administrativo cuenta con un sueldo fijo mensual.

- Materiales Utilizados

Los materiales utilizados para el proceso de fabricación de los muebles, es la siguiente:

- Tubo de base cuadrada calibre 18, 20, 22
- Lámina de espuma 2, 3, 5 cm de espesor
- Láminas de acero
- Tubo de base redonda calibre 18,20, 22
- Pintura líquida y en polvo
- Laca
- Thiner
- Vidrio, espejo

- Soldadura MIG
- Fórmicas
- Triplex enchapado 12mm
- Puntillas
- Tachuelas
- Tornillos
- Platina
- Rodachines
- Cadena
- Paños, telas
- Lienzo
- Hilo industrial
- Colbon
- Boxer
- Tapón de pasta, madera y metálico
- Chupa de goma
- Forma borde
- Plantilla de madera

## **2.4 PROVEEDORES**

Los proveedores mostrados en el cuadro 5. Se manejan principalmente por que ofrecen facilidades de crédito y buenas políticas de descuento.

Gran parte de los proveedores brindan cumplimiento y tiempos de entrega lo bastante reducidos como para permitir a la empresa contar con bajos niveles de inventario.

Solo se presentan en ocasiones inconvenientes con algunos proveedores locales en cuanto a la calidad de los materiales como las telas.

**Cuadro 5. Proveedores**

<b>Nombre del proveedor</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Ubicación Geográfica</b>
MATERIALES & METALES LTDA	Tubería	Bucaramanga
FAJOBE S.A.	Tubería	Bucaramanga
HILDEPA S.A.	Tubería	Bucaramanga
LA CORTINA DEL HIERRO LTDA	Tubería	Bucaramanga
FERRETERIA ALFA	Tubería, varilla, Angulo, platina	Bucaramanga
ARDISA S.A.	Tubería, Formica, Aglomerado	Bucaramanga
SPARCOL CHEMICAL & LIFE S.A	Sufox	Medellín
TORNILLOS Y PARTES PLAZA S.A.	Tornillos, tuercas, Arandelas	Bucaramanga
ESPUMAS DEL ORIENTE	Láminas de espumas	Bucaramanga
TERINSA PERMAPINT	Pintura	Bogotá
INDURRUEDAS LTDA	Tapones	Bucaramanga
SOLDESEG LTDA	Soldadura MIG	Bucaramanga
C.I BLUIN LTDA	Pintura	Medellín
CORTISANTANDER	Sweet (tela)	Bucaramanga
TORNICENTRO	Tornillos, tuercas, Arandelas	Bucaramanga
INDUSTRIA COLOMBIANA DE DOBLECES LTDA	Estructura para camarotes y camas	Bogotá
CRISOL	Vidrios	Bucaramanga

*Fuente: Datos de compras de Metálicas Zuluaga*

## **2.5 CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

La empresa Metálicas Zuluaga cuenta principalmente con un solo canal, el cual es el que le brinda el 99% de las ventas.

La empresa tiene una sala de exhibición en donde realiza las ventas a minoristas y mayoristas directos. Cuenta con un vendedor que ofrece los productos que se encuentran en la sala de exhibición, por este medio se realiza aproximadamente el 90% de las ventas que realiza la empresa directamente a los consumidores, siendo un pequeño porcentaje realizado a través de vía telefónica.

**Figura 4. Canal de distribución**



*Fuente: Imágenes tomadas por el autor*

La empresa tiene proyectado para el próximo año abrir un nuevo canal el cual constará de 10 vendedores que estarán distribuidos en el área metropolitana de Bucaramanga y municipios que estén localizados estratégicamente, estos vendedores visitarán a los clientes cada cierto periodo de tiempo o cuando sea solicitado por parte de los mismos, el vendedor tomará el pedido de los clientes y llevará las órdenes de pedido hasta la empresa, donde se realizará; el contacto con el cliente, el proceso de acreditación del mismo, la toma de la orden y finalmente el despacho.

## **2.6 COMPETITIVIDAD**

**2.6.1 Análisis sectorial colombiano.** <sup>7</sup>En 2005 las exportaciones de muebles colombianos crecieron 36% con respecto del 2004, al pasar de 69,7 millones de dólares a 83,7 millones. A la par con el dinamismo en las exportaciones, creció el número de empresas nacionales en los mercados externos.

---

<sup>7</sup> [www.misionpyme.com](http://www.misionpyme.com)

Mientras que en 2002, unas 844 compañías facturaron muebles al exterior, en 2005 este número creció a 1.125 con un aumento de 33% en tres años.

El gerente de manufacturas de Proexport, Álvaro Gómez, expresó que en el 2005 las exportaciones de muebles superaron todas las expectativas.

Indicó que el crecimiento fue sobresaliente frente a las exportaciones no tradicionales del país, evidenciando que este sector tuvo un aumento porcentual superior en 15 puntos frente al promedio de otros sectores del país.

Según las cifras de Proexport, los principales destinos de las ventas de muebles al exterior en 2005 fueron Estados Unidos, con una participación de 29% y unas ventas por 24,3 millones de dólares; Venezuela con 26% y 22,2 millones, Panamá con 8% y 6,7 millones, Ecuador con 6% y 4,9 millones, y Puerto Rico 5,5% y 4,6 millones de dólares.

Las exportaciones a estos cinco mercados representaron en el período el 75% de las ventas totales de muebles colombianos al mundo. Otros destinos de importancia para el sector, fueron México, Chile, Perú, España y Centroamérica.

Los principales productos de exportación del sector son muebles modulares y para dormitorio, partes de muebles, los fabricados en plástico, sillas y mobiliario para oficina, siendo el primero de éstos, con ventas por 24 millones de dólares, a noviembre de 2005.

Según Gómez Escalante, los muebles nacionales son apetecidos por ser innovadores en su diseño y estar manufacturados bajo altos estándares de calidad, "factores, ambos que les han permitido ir ganando terreno en los mercados foráneos" puntualizó.

**2.6.2 Análisis de la cadena productiva – Metalmecánica.** Ya que la empresa pertenece a un subgrupo de la cadena productiva metalmecánica, se realiza un análisis DOFA con respecto a esta cadena cuya fuente de información ha sido un estudio de la cadena productiva metalmecánica del departamento nacional de planeación.

**DOFA de la cadena metalmecánica<sup>9</sup>:**

Fortalezas

- Conocimiento tecnológico
- Equipos de fabricación modernos
- Good will en el ámbito internacional
- Buen nivel de calidad de las fábricas (ISO 9000)
- Posibilidad de fabricar lotes más pequeños que los productores internacionales y hacer entregas de menor valor.
- Los tiempos de entrega son más cortos que los de la competencia internacional.
- Relativa estabilidad de la fuerza laboral.

Debilidades

- Niveles de calidad no unificados
- Dificultad de acceso al crédito
- Carencia de proveedores nacionales confiables
- Fletes internos costosos
- Sensibilidad al precio
- Alta dependencia de materia prima importada
- Productos de bajo valor agregado
- Alta dependencia de los sectores construcción y agrario

---

<sup>9</sup> [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE\\_Desarrollo\\_Emp\\_Industria](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE_Desarrollo_Emp_Industria)

- Falta de inversión en investigación y desarrollo.

### Oportunidades

- Incluir la cadena en un esquema de integración horizontal
- Crear centros de producción y suministros de herramientas
- Desarrollar la totalidad de los procesos bajo la filosofía de la tecnología limpia
- Fortalecer el abastecimiento del mercado nacional y el acceso a nuevos nichos de mercado a nivel internacional
- Desarrollar programas de acercamiento y concertación con los proveedores internacionales de materia prima.
- Innovar los procesos actuales soportados en las nuevas tecnologías de punta
- Mayor acceso al mercado de los Estados Unidos debido a la reducción de aranceles
- Producto colombiano más atractivo frente a proveedores de países no-TLC.

### Amenazas

- Demanda de grandes volúmenes que ninguna de las fábricas en Colombia puede atender individualmente
- Concentración del sistema de comercialización en pocos grandes distribuidores a nivel nacional
- La subfacturación, el contrabando y el lavado de dólares
- Los altos precios de los equipos, amenazan la reconversión y modernización tecnológica
- Triangulación hacia Estados Unidos, aprovechando el TLC de Colombia, por parte de productores de otras áreas geográficas.
- Estados Unidos cuenta con materia prima local.

A partir de la DOFA anterior se puede observar que existen varios factores claves que ponen a la empresa en condición de analizar los escenarios en los que puede aprovechar las oportunidades y amortiguar las amenazas.

Muebles Metálicos Zuluaga es una empresa que tiene una alta tasa de crecimiento y una posición favorable en el ambiente en que se desenvuelve, por otra parte el entorno esta brindando oportunidades de crecimiento que se pueden aprovechar manejando estrategias y políticas que ayuden a aumentar la competitividad para poder salir de casa y poder mantenerse.

### **2.6.3. Posición de la empresa frente a compañías similares del sector.**

Para realizar la comparación de Metálicas Zuluaga frente a otras empresas similares se necesitó partir de;

Fuentes de información como la página web de muebles de Colombia y la cámara de comercio de donde fueron extraídos los nombres de las principales empresas que se encuentran en el mismo sector y son fabricantes de productos similares.

Consultas con algunos clientes propios que han comprado o compran a empresas competidoras sobre su percepción en atributos como calidad, precio y cumplimiento de la empresa respecto a la competencia.

Información suministrada por la gerente, conocimiento del comportamiento de los competidores, el cual parte de la experiencia de 10 años de trabajo en el sector metalmeccánico.

Con la información obtenida anteriormente se extrajeron las principales empresas competidoras y se confrontó la posición de la empresa frente a estas.

Las empresas colombianas localizadas en la ciudad de Bucaramanga dedicadas a la fabricación de muebles metálicos similares a los que produce Metálicas Zuluaga se encuentran en el cuadro 6.

**Cuadro 6. Competencia interna.**

<b>Competidor / atributo</b>	Comercio de la 17	Marcemuebles	Bima
<b>Calidad</b>	D	E	E
<b>Precio</b>	V	D	D
<b>Servicio al cliente</b>	D	D	E
<b>Cubrimiento</b>	V	D	V
<b>Diseño</b>	D	D	V
<b>Cumplimiento</b>	D	D	D

**V = ventaja D = Desventaja E = Equidad N = No relevante**

*Fuente: Datos del sector y Plan exportador realizado por el autor*

Con los resultados obtenidos se encuentra que Metálicas Zuluaga con respecto a sus competidores nacionales tiene la posibilidad de mejorar continuamente para competir en igualdad de condiciones.

**Competencia externa:**

En materia de importaciones, el primer lugar lo ocupa Estados Unidos que en el 2002 realizó compras del extranjero por 14,624 millones de dólares; Alemania lo hizo por 5,813 y el Reino Unido alcanzó 3,377 millones de dólares.

Por su parte, el principal exportador de muebles continúa siendo Italia, que en el 2002 exportó 8,078 millones de dólares.

Alemania mantiene el segundo puesto desde hace varios años, con exportaciones por arriba de 4 mil millones dólares, monto similar al registrado por Canadá, que es el tercer exportador del orbe y el segundo proveedor de los Estados Unidos.

Las exportaciones de China a Estados Unidos han registrado un aumento del 13% en el último año; Canadá, Italia y México registran porcentajes de decremento del -4%, -6% y -10%, respectivamente.

Esta situación se explica por dos fenómenos que vale la pena revisar; por un lado, la planta productiva de Estados Unidos dedicada a la fabricación de muebles se ha trasladado a China mediante dos esquemas principales: inversión extranjera directa y coinversión.<sup>10</sup>

### **Ventajas competitivas con respecto a: costos, precio, calidad y diferencia de producto.**

El producto fabricado por la empresa se diferencia de la competencia por<sup>11</sup>:

- Cumplimiento en la entrega
- Calidad en el producto y servicio
- Buen Servicio al cliente
- Honestidad en los negocios
- Confianza
- Seguridad
- Capacidad de Producción
- Buen Nombre
- Ubicación
- Buen canal de comunicación

---

<sup>10</sup> [www.bancomext.com](http://www.bancomext.com)

<sup>11</sup> Información extraída del plan exportador de Metálicas Zuluaga .

Resultados obtenidos:

- Ser la mejor opción en el mercado
- Mejores costos en materia prima, plazo y tiempo
- Organización
- Negocios mas grandes; en serie con entes privados y de el estado.
- Liquidez
- Experiencia
- Clientes estratégicos

Como resultado el cliente si percibe la diferenciación porque cuando llegan a la fábrica hablan de las experiencias que han tenido con la posible competencia. Expresan que les gusta de la compañía.

### **Incidencia del Entorno y Análisis Sectorial**

Como se pudo observar en el ítem de análisis sectorial se identificaron amenazas que tienen gran incidencia, las cuales pueden ser aprovechadas por productores externos con mayor capacidad tecnológica.

Los grandes volúmenes demandados sin poderse cubrir, Las ventajas que ofrece el TLC y el contrabando, entre otro son algunos de los factores que pueden afectar la empresa si no se crean elementos de gran diferenciación que permitan asegurar el mercado, al hacer esta identificación la empresa Metálicas Zuluaga tiene la obligación de realizar mejoras en cuanto a costos de producción, servicios prestados, estándares de calidad, etc., con el fin de ser mas competitivos.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 LAS TÉCNICAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO Y SU INTERRELACIÓN**

La expresión "estudio del trabajo" comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los métodos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos sencillos y eficaces y de reducir costos<sup>12</sup>.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

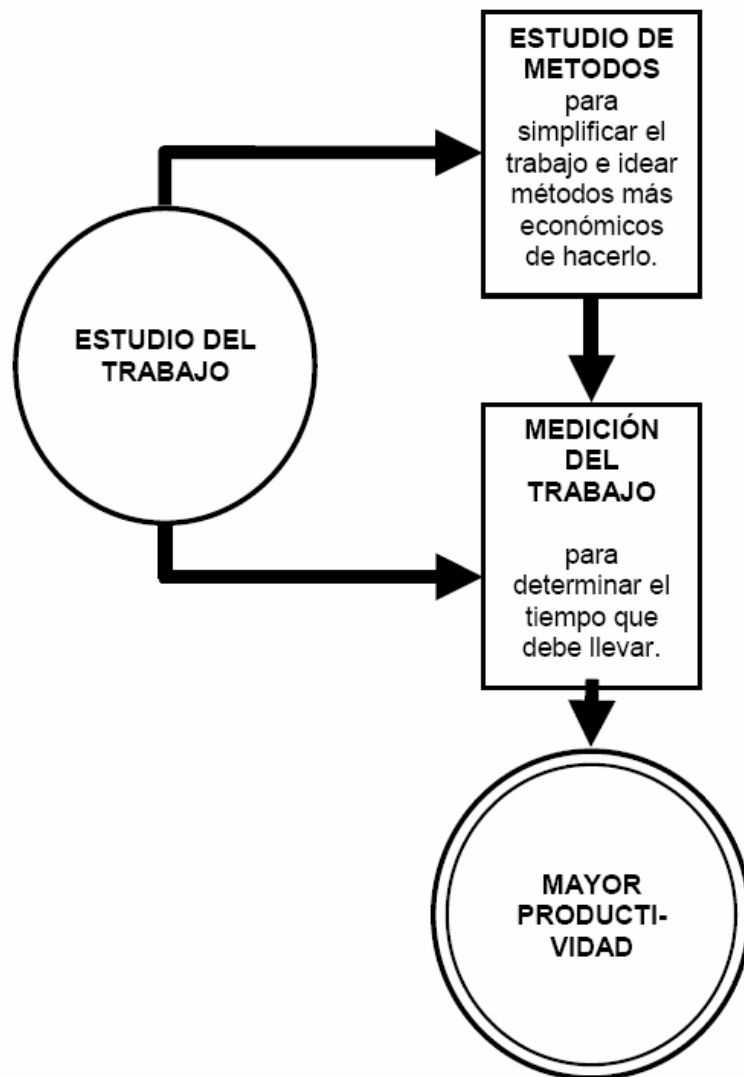
Por consiguiente, el estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente ligados entre sí. El primero se usa para reducir el contenido de trabajo de la tarea u operación, mientras que la segunda sirve sobre todo para investigar y reducir el consiguiente tiempo improductivo, y para fijar después las normas de tiempo de la operación cuando se efectúe en la forma perfeccionada ideada gracias al estudio de métodos.

El estudio de métodos y la medición del trabajo se componen a su vez de varias técnicas diversas. Si bien el estudio de métodos debe preceder a la medición del trabajo cuando se fijan normas de producción, con frecuencia es necesario utilizar antes una de las técnicas de medición del trabajo, como, por ejemplo, el muestreo del trabajo para determinar las causas y la magnitud de los tiempos improductivos. Puede igualmente utilizarse el estudio de tiempos para comparar la eficacia relativa de uno y otro método.

---

<sup>12</sup> O.I.T, Introducción al estudio del trabajo, Editorial Limusa, S.A.,1998

**Figura 5. Estudio del trabajo**



*Fuente: O.I.T, Introducción al estudio del trabajo*

**3.1.1 Procedimiento básico para el estudio del trabajo.** Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo, a saber:

- Seleccionar el trabajo o proceso que estudiar.
- Registrar o recolectar todos los datos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas mas apropiadas y disponiendo los datos en la forma mas cómoda para analizarlos

- Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados.
- Idear el método más económico tomando en cuenta todas las circunstancias.
- Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo.
- Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
- Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
- Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

Las etapas 1, 2 Y 3 son inevitables, ya se emplee la técnica del estudio de métodos o la medición del trabajo; la 4 forma parte del estudio de métodos corriente, mientras que la 5 exige la medición del trabajo.

**3.1.2 Gráficas De Producción.** Para ilustrar las actividades relacionadas con la producción, los ingenieros suelen utilizar gráficas o diagramas para representar el proceso visualmente. Este método aumenta la comprensión del curso de la acción que se requiere en la fabricación y ayuda a resolver muchos problemas relacionados con el diseño del esquema de producción. Las gráficas de montaje, las de procesos de operación y las de proceso son representaciones importantes que contribuyen de manera significativa a este objetivo<sup>13</sup>.

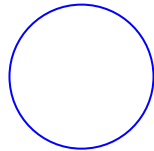
---

<sup>13</sup> DILEEP R SULE, Instalaciones de manufactura. ubicación, planeación y diseño-Thomson Editores, S.A

**3.1.3 Símbolos y descripciones.** Se muestran a continuación los símbolos que representan las cinco actividades funcionales de la manufactura, junto con las definiciones que se usan comúnmente en la industria.

**Figura 6. Símbolos de Diagramas**

OPERACIÓN:



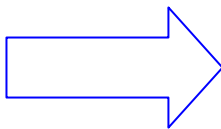
Indica Las principales fases de un trabajo o Procedimiento, por lo común cuando la pieza, material o producto que sufre un cambio.

INSPECCIÓN



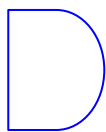
Verificación de la calidad, cantidad o ambas

TRANSPORTE



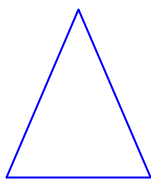
Se utiliza para indicar el movimiento del material, Equipo y/o trabajador.

DEMORA



Depósito Provisional o de espera. Indica la demora en el desarrollo del proceso, trabajo, procedimiento, etc. de la pieza del material o producto.

ALMACENAMIENTO



Indica el depósito del objeto, material, o producto bajo vigilancia o resguardo en un almacén, en donde se lleve control de las entradas y salidas.

*Fuente: Ortiz Néstor, Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*

**3.1.4 La Medición del Trabajo.** La medición del trabajo implica un estudio de los tiempos empleados en la realización de las tareas, esto apunta a lograr un uso pleno de la fuerza laboral para aumentar la productividad y optimizar el empleo de los demás recursos, tales como energía, maquinaria, materiales, etc.

Se trata de estimar el tiempo necesario para realizar una tarea individual (parte de un proceso) o fabricar una unidad. Se puede aplicar sobre un proceso actual o proyectado. Consta de una serie de etapas:

**1) Estudio previo del lugar y condiciones de trabajo:** Antes de comenzar a estudiar los tiempos es necesario analizar el puesto de trabajo o centro de producción al que ha de aplicarse, estudiar las condiciones físicas que exige, mejorar lo que sea mejorable y establecer las condiciones en las que ha de realizarse el estudio.

Se analiza: la maquinaria el mantenimiento, las herramientas, los materiales y las condiciones generales tales como iluminación, temperatura, comodidades, etc. Todo esto para detectar posibles dificultades que provoquen atrasos, por ejemplo materiales excesivamente duros, piezas fuera de medidas, frío, calor, mesas inadecuadas, asiento incómodo, etc.

**2) División en elementos u operaciones elementales:** Antes de fijar los tiempos es necesario dividir la operación de producción en elementos. Cada elemento es una parte distinta del trabajo con un principio y fin claros y una duración medible.

**3) La medición del tiempo de los elementos:** Se usa cronómetro y una planilla adecuada para un registro fácil de las observaciones. Se deberá adoptar un buen punto de observación. Según el caso las observaciones pueden ser directas y evidentes o bien en forma solapada para que los tiempos sean lo más reales posibles, puesto que la mayoría de las personas altera su

ritmo normal de trabajo cuando se saben observadas o bien porque fueron tomadas como modelos para un estudio de tiempos, algunos se aceleran y otros se retrasan.

**4) Selección de tiempos:** Se toma una abundante cantidad de tiempos para luego hacer un resumen estadístico, pero previamente se descartan todos los valores atípicos, por ejemplo los que estuvieron afectados por desperfectos en la maquinaria o el primer elemento de la serie, en el que por lo general se demora más por falta de práctica de la persona que realizó el trabajo. Recordemos que un buen estudio de tiempos se hace con operarios calificados que domina la operación.

**5) Valoración de la actividad:** Consiste en afectar al tiempo de ejecución de la tarea por un coeficiente de actividad. Este factor toma en cuenta si el operario trabajó a ritmo normal o acelerado con el fin de convertirlo en un tiempo considerado "normal", para eso el analista deberá determinar el ritmo que usó el operario en las pruebas.

**6) Tiempos suplementarios:** Al tiempo determinado en el punto anterior, afectado por el coeficiente de actividad se le deben adicionar los tiempos suplementarios que toman en cuenta:

- Tiempos de espera
- Coeficientes de descanso (dependen del esfuerzo, aireación, temperatura, etc.)
- Necesidades personales.
- Limpieza del lugar, maquinaria, etc.

**7) Fijación tiempos estándar:** Determinada la duración básica de la tarea para un operario normal y agregando a esta los adicionales respectivos se obtienen los tiempos estándar que se toman como base para las exigencias y planes de producción en las condiciones de trabajo actuales, incluso en

relación a ellos se establecen planes de incentivos por mayor productividad. Desde luego son objeto de revisión continua y son válidos mientras se mantengan esas condiciones de trabajo.<sup>14</sup>

**3.1.5 Distribución de las instalaciones.** Una decisión de reubicar ofrece la oportunidad de mejorar la totalidad de las instalaciones y servicios. Una decisión de no reubicar obedece con frecuencia al los planes de revisar la disposición actual de la planta. La nueva distribución se puede diseñar de manera que se reduzcan los costos frecuentes de producción que surgen poco a poco de la expansión por partes, o con el fin de introducir un proceso enteramente nuevo. Cualquiera que sea el caso, la nueva distribución trata de maximizar el flujo de la producción y la eficiencia de la mano de obra.

**3.1.6 Flujo del producto.** La distribución general del flujo de un producto sigue un patrón establecido por el tipo del producto que se prevé:

Distribución del producto: es una línea o cadena de instalaciones y servicios auxiliares a través de los cuales se perfecciona progresivamente un producto. Esta distribución es característica de la producción en masa continua. Un orden sucesivo lógico de las operaciones reduce el manejo de materiales y los inventarios, disminuye generalmente los costos de producción por unidad y es más fácil de controlar y supervisar. Estas ventajas se logran a costa de la flexibilidad. El "ritmo" de la línea lo determina la operación mas lenta.

**3.1.7 Distribución de proceso.** Máquinas y servicios agrupados de acuerdo con las funciones comunes requeridas por las distintas operaciones tales como soldadura, pintura, mecanografía o embarques. La disposición funcional es característica de la producción sobre pedido y por lotes. Da buena flexibilidad y reduce la inversión en máquinas, pero hace aumentar el manejo, las necesidades de espacio, el tiempo de producción y la necesidad de más supervisión y planeación.

---

<sup>14</sup> O.I.T, Introducción al estudio del trabajo, Editorial Limusa, S.A.,1998

**3.1.8 Distribución por posición fija.** Es aquella en la cual las personas y las máquinas van a donde se encuentra el producto, el cual esta fijo en una posición debido a su tamaño. Este tipo de distribución brinda con frecuencia una moral más alta del trabajador y de flexibilidad para programar y para hacer cambios de diseño.<sup>15</sup>

**3.1.9 Distribución de planta método convencional.** Para desarrollar una distribución preliminar de planta, el procedimiento general sigue los pasos que se indican a continuación:

- Primero se determina el área necesaria para cada centro de trabajo. Se debe hacer un cuidadoso análisis con objeto de establecer el contenido deseado o necesario para cada centro y sus requisitos asociados de área.
- El segundo paso es formar una gráfica de relaciones o establecer una tabla “de –a”. la tabla de relaciones describe en forma cuantitativa el grado de acercamiento que el analista estima entre distintos centro de trabajo. Esa proximidad podría estar dictada por el flujo entre los departamentos, la comodidad, la necesidad de usar el mismo personal, la utilización de instalaciones por dos o mas departamentos, o bien la necesidad de comunicación.
- El tercer paso es desarrollar una representación gráfica de la tabla de relaciones.
- El siguiente paso es poner los departamentos individuales dentro de la distribución de red.
- Para aplicar el paso 5 se deben convertir la red a un modelo a escala, se debe usar la representación de red como punto de partida para establecer el tamaño y la forma de las plantillas de los departamentos individuales.
- Realizar las modificaciones a la distribución resultante<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> JAMES L. RIGGS. Sistemas de producción. Noriega – Editores, México 1998. Cáp. 9

<sup>16</sup> DILEEP R SULE, Instalaciones de manufactura. ubicación, planeación y diseño-Thomson Editores, S.A

## 3.2 ANÁLISIS DE COSTOS

La determinación de costos es una parte importante para lograr el éxito en cualquier negocio.

Con ella podemos conocer a tiempo si el precio al que vendemos lo que producimos nos permite lograr la obtención de beneficios, luego de cubrir todos los costos de funcionamiento de la empresa.

Los costos nos interesan cuando están relacionados directamente con la productividad de la empresa. Es decir, nos interesa particularmente el análisis de las relaciones entre los costos, los volúmenes de producción y las utilidades.

La determinación de costos permite conocer:

- Cuál es el costo unitario de un artículo, esto es, lo que cuesta producirlo
- Cuál es el precio a que debemos venderlo
- Cuáles son los costos totales en que incurre la empresa.
- Cuál es el nivel de ventas necesario para que la empresa, aunque no tenga utilidades, tampoco tenga pérdidas. Es decir, cuál es el punto de equilibrio.
- Qué volumen de ventas se necesita para obtener una utilidad deseada.
- cómo se pueden disminuir los costos sin afectar la calidad del artículo que se produce.
- Cómo controlar los costos.<sup>17</sup>

**3.2.1 Elementos fundamentales del costo de producción.** Los costos de producción están representados por las erogaciones que se capitalizan para conformar el costo de los productos fabricados. En el proceso productivo pueden claramente definirse tres elementos integrantes de dicho costo, son los denominados elementos fundamentales del costo de producción, aquellos indispensables para determinar el costo de producir un bien.

---

<sup>17</sup> PABÓN. HERNAN. Fundamentos de costos – UIS. 2003.

Los elementos fundamentales que integran el costo del producto son:

- Materiales directos.
- Mano de obra directa.
- Costos indirectos de fabricación.

**3.2.3 Materiales Directos.** En la fabricación de un artículo intervienen diversos materiales, aquellos que realmente forman parte integral del producto terminado y que cumplen con las características de:

- Identificación: fácilmente identificables con el producto.
- Valor: tiene un valor significativo.
- Uso: uso relevante dentro del producto.

Estos materiales son denominados materiales directos, y su costo ha sido considerado como el primer elemento integral del costo de producción por cuanto constituyen la base de la elaboración y transformación del producto.

**3.2.4 Materiales indirectos.** Aquellos materiales que intervienen en el proceso de fabricación del producto formando parte integral del mismo, pero que no cumplen con las características de identificación, uso y valor anteriormente señaladas, son considerados como materiales indirectos, y a medida que se causan se van cargando a la cuenta de costos indirectos de fabricación (C.I.F.).

**3.2.5 Mano de Obra Directa.** El proceso de transformación de los materiales en producto terminado requiere la participación del recurso humano, por el cual la empresa paga una remuneración denominada salario y que a su vez genera o representa una serie de derechos y beneficios consagrados por la ley a favor de los trabajadores y a cargo de los patronos o de otras entidades destinadas al servicio y seguridad social de los empleados, se hace referencia entonces a las prestaciones sociales y los aportes parafiscales o transferencias.

**3.2.6 Costos Indirectos de Fabricación.** Además de los materiales directos e indirectos y de la mano de obra directa e indirecta, anteriormente definidos, se hace necesaria la realización de ciertas erogaciones o sacrificios de valores indispensables para suplir algunos requerimientos propios del desarrollo del proceso productivo, tales como, servicios públicos, alquiler de planta, arrendamiento de las oficinas de producción, seguros de planta, entre otros.

Estos costos junto con los materiales indirectos y la mano de obra indirecta, sin duda necesarios para garantizar la buena marcha de la producción, pero cuya identificación con el producto ofrece algún grado de dificultad, conforman el grupo de denominados costos indirectos de fabricación que constituye el tercer elemento integral del costo de producción del período.

La suma de los costos por concepto de mano de obra directa y costo indirecto de fabricación es generalmente conocida como costo de conversión o costo de procesamiento, es decir, el necesario para transformar los materiales en producto terminado

**3.2.7 Mano de obra indirecta.** El valor del salario básico, prestaciones sociales y aportes patronales generado por el servicio o actividad prestada por el personal de producción que no interviene directamente en la transformación de las materias primas y demás materiales en producto terminado, más el correspondiente a salarios, recargo por horas extras, prestaciones sociales y aportes patronales pagados a los trabajadores directos (los que intervienen directamente en la transformación del producto) por concepto de tiempo en que no están realizando labor realmente productiva (tiempo ocioso, tiempo inactivo y diferencia en nómina), es lo que se considera costo de mano de obra indirecta, y se le da el tratamiento de un costo indirecto de fabricación (C.I.F.).

Es importante aclarar que el valor por concepto de recargo por horas extras que se paga a los trabajadores directos constituye mano de obra indirecta

independientemente de que éste sea generado por tiempo de actividad productiva o por tiempo de labor no productiva.

La suma de los dos primeros elementos fundamentales del costo, materiales directos y mano de obra directa, es conocida generalmente en los medios industriales como costo primo.

**3.2.8 Sistemas de costeo.** La finalidad del análisis de costos es de determinar con un alto nivel de exactitud, el costo de producir un artículo. Para tal fin se identificará el modelo de costeo que se manejará en el proyecto.

### **Clasificación de los sistemas de costeo**

Una primera clasificación a los sistemas de costeo se considera de acuerdo a los siguientes puntos de vista:

- Sistemas de costeo según la modalidad del proceso productivo desarrollado
  - o Sistema de costeo por órdenes de producción.
  - o Sistema de costos por procesos.
  
- Sistema de costeo según la clase de costo que se carguen al producto
  - o Sistema de costos reales.
  - o Sistema de costos predeterminados: estimado y estándar.
  
- Sistemas de costeo según la metodología utilizada en la determinación y tratamiento de los costos fijos.

**3.2.8.1 Sistema de costeo por órdenes de producción.** En este sistema los materiales, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación se registran por orden de trabajo específica y el costo unitario del producto se determina dividiendo el total de costos acumulados (por orden, pedido o lote) entre el número de unidades producidas correspondientes a dicha orden de trabajo.

**3.2.8.2 Sistemas de costos por proceso.** Cuando el tipo de producción no permite la identificación de los elementos del costo a las ordenes de producción, dentro del proceso industrial, por tratarse de una producción masiva y continua, resulta mas conveniente utilizar un sistema de acumulación de costos por proceso, en el cual los costos se acumulan por proceso o por departamentos en vez de acumularse por orden de producción.

En este estudio se van a determinar los costos estándares de fabricación, debido a que de esta forma no será necesario esperar el resultado de los costos reales para fijar los precios de venta o promover los productos que mayor utilidad dejan a la empresa.

Por otra parte la empresa no maneja un sistema de información sistematizada y se maneja una gran variedad de consumos lo que genera una mayor complejidad al realizar el cálculo de los costos en tiempo real.

**3.2.8.3 Sistema de costos reales.** Una empresa utiliza un sistema de costos reales cuando al producto se le cargan los costos en que realmente se incurrió para el desarrollo del proceso productivo, obteniéndose como resultado un costo de mercancía vendida real.

**3.2.8.4 Sistema de costos predeterminados: Estimado y Estándar.** En este sistema los costos son predeterminados y al producto se le carga lo que se espera sean los costos, obteniéndose así mismo un C.M.V Estándar (costo de la mercaríá vendida estándar).

Se considera costo estándar cuando se estima con bases estadísticas, usando herramientas de simulación y costos estimados.

La base para un sistema de costos estándar la constituyen los tiempos estándar. Los altos costos de los servicios y de los materiales que se gastan durante el proceso de producción (lubricantes, productos químicos, electricidad,

agua, aire, calor, etc.) hacen importante la información exacta del tiempo empleado por los operarios y las máquinas en producción.

Entre mayor es el grado de competitividad de la empresa, mayor es el grado de importancia de un sistema preciso de tiempos y costos estándar.

**3.2.8.5 Sistema de costeo total.** Conocido también como sistema de costeo absorbente, tradicional, fijo o completo, en el cual al producto se le cargan todos los costos de producción (tanto los costos fijos como los variables).

Según la doctrina del costeo total o de absorción, constituyen costos del producto todos los costos de producción, tanto fijos como variables. A medida que avanza el proceso productivo, los costos de producción (materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación) se incorporan (capitalizan) en los productos fabricados. Los productos pasan a través de los departamentos o áreas de producción como si fueran esponjas, absorbiendo todos los costos en que se incurre durante su fabricación.

**3.2.8.6 Sistema de costeo variable.** Se le conoce también como sistema de costeo marginal o directo. Según este sistema, sólo constituyen costos del producto los costos variables de producción, es decir, los que fluctúan directamente con el nivel de producción; dichos costos que se cargan a los inventarios y conforman el costo de los productos fabricados. Con base en lo anterior, mediante el sistema de costeo directo el costo de cada artículo se determina considerando el costo directo de los materiales directos variables, la mano de obra directa variable, los costos generales de fabricaciones variables, así como cualquier gasto de administración y ventas que varíe igualmente con el volumen de actividad. Los costos fijos de producción no se capitalizan en los inventarios, sino que se consideran gastos del período en el que se incurren, al igual que los desembolsos constantes destinados a operaciones de administración y ventas, por lo cual no tienen influencia alguna en el costo de los inventarios finales de producción.

### 3.3 GESTION DE INVENTARIOS

Las respuestas a las dos preguntas fundamentales de la política de inventario, cuánto y cuándo, dependen de la naturaleza de la demanda de inventario. La interacción de esos factores la determina la situación práctica en que la administración de materiales tiene lugar; si la demanda del material es independiente o dependiente.

La **demanda independiente** de un artículo tiene lugar cuando su demanda no resulta afectada significativamente por otras partidas. Existe siempre algún grado de dependencia entre los artículos almacenados por que todos ellos compiten por espacio de almacenamiento y por la atención de los encargados del inventario; pero no hay relación física entre artículos cuando la demanda es independiente. Por el contrario, hay una **demanda dependiente** cuando un artículo es parte integrante de otro y la integración resulta de acuerdo con un plan de producción. La dependencia es mas obvia en un medio de fabricación en el cual se combinan los componentes para elaborar un producto terminado y los requisitos de un componente con respecto a otro los fija el diseño.

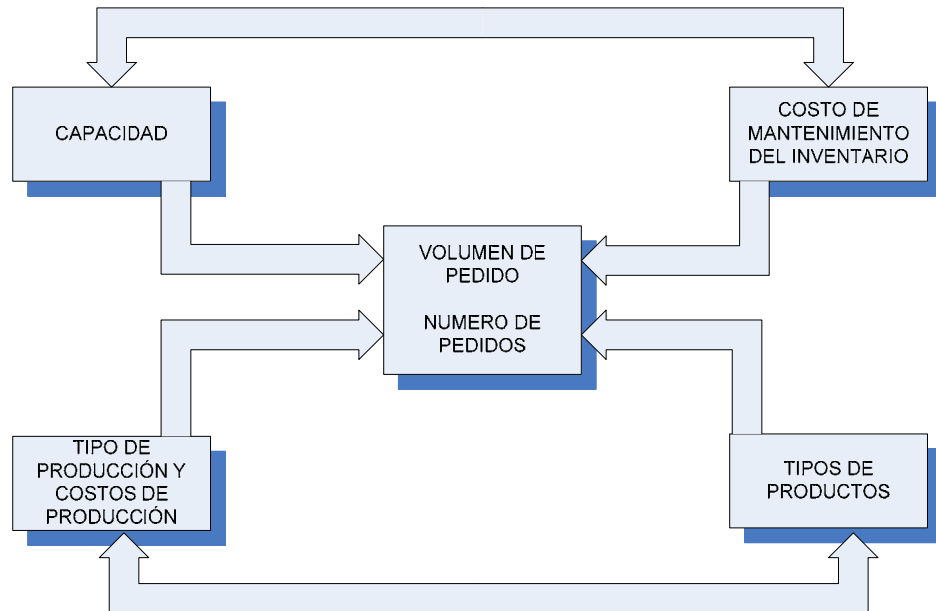
**3.3.1 Control De Inventarios.** La producción en serie tiene las siguientes características:

- a) Todos los productos son de una misma característica.
- b) La producción de la serie es continua, cuando se termina la producción de la serie, en los mismos medios de trabajo, se inicia la producción de otro producto diferente.
- c) La cantidad producida se almacena y se consume gradualmente, después de consumir la mayor parte del inventario, se inicia la producción del otro periodo. Este reordenamiento depende del tiempo y del tipo de producción.

Este tipo de producción se utiliza cuando la capacidad disponible para la producción es mayor que la demanda y cuando se pueden utilizar los

mismos medios de trabajo para la producción de diferentes tipos de productos.

**Figura 7. Control de Inventarios.**



*Fuente: Kalenatic Dusco, aplicaciones computacionales de producción*

La producción en serie se presenta casi en todos los sectores de la industria, especialmente en la industria metalmecánica, textil, artes gráficas, maderera, etc.

Los costos de producción en serie se clasifican en<sup>18</sup>:

- Costos de los medios primarios
- Costos de amortización
- Costos de aseguramiento
- Costos de interés
- Costos de preparación de la producción
- Costos de elaboración de los prototipos y de la serie
- Costos de planear la producción

---

<sup>18</sup> KALENATIC Dusko, BLANCO Luis Ernesto, Aplicaciones computacionales de producción

- Costos de preparación de los medios de trabajo y de los operarios.
- Costo de mantenimiento de los medios de trabajo y de energía.
- Costos de herramientas para múltiples productos.
- Costos de materiales
- Costos de trabajo
- Costos de inventario de los productos terminados
- Costos de interés por tener los productos terminados en el inventario.
- Costos de mantenimiento de inventario y manipulación.

Los costos de inventario para el determinado intervalo de tiempo se clasifican en dos grupos:

- Costo de mantenimiento del inventario de determinado producto.
- Costos de preparación de pedidos.

### **3.3.2 Clasificación de los Costos de Inventarios**

Costos de mantenimiento del inventario (CMI):

- Costos de interés de los medios circulantes utilizados en el inventario de los productos terminados.
- Costos de seguro de los productos en inventario.
- Costos de manipulación de los productos en el inventario
- Costos de mantenimiento del inventario por unidad de producto.
- Costos originados por el daño, desperdicios, robo, etc.

Costos de preparación de pedidos (CPP):

- Preparación de los medios de trabajo y operarios
- Elaboración de la documentación tecnológica y de construcción
- Elaboración y preparación de las herramientas.

**3.3.4 Modelo De Inventarios Con Varios Productos.** <sup>19</sup>El sistema de suministro comprende diferentes tipos de productos. La demanda de los productos es conocida para un determinado de tiempo y es  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  unidades.

Los costos del inventario se discriminan en tres tipos de costos:

$Cdp_j$  = costos directos de producción por unidad de producto j

$Cpo_j$  = costos de preparación y organización de un pedido de producto j.

$Cm$  costos de mantenimiento del inventario por unidad de producto tipo j, que se toman como el porcentaje del valor de los productos almacenados.

Los costos totales del sistema de suministro son:

$$C_T = a + b + c$$

a= costos de producción:

$$\sum_{j=1}^n Cdp_j Q_j.$$

b= Costos de organización y de preparación de un pedido:

$$\sum_{j=1}^n \frac{Cpo_j}{x_j} Q_j.$$

Donde  $X_j$  es la cantidad, la magnitud optima del pedido para cada producto tipo j.

c= los costos, como porcentaje del valor de los productos almacenado.

$$Cm = P_j \left( Cdp_j + \frac{Cdo_j}{X_j} \right)$$

$P_j$ = Porcentaje

Los costos del almacenamiento del inventario son:

---

<sup>19</sup> KALENATIC Dusko, BLANCO Luis Ernesto, Aplicaciones computacionales de producción

$$\sum_{j=1}^n 1/2 X_j P_j (Cdp_j + \frac{Cdo_j}{X_j})$$

Entonces, los costos totales:

$$C_t(X) = \sum_{j=1}^n Cdp_j Q_j + \sum_{j=1}^n \frac{Cop_j}{x_j} Q_j + \sum_{j=1}^n 1/2 X_j P_j (Cdp_j + \frac{Cdo_j}{X_j})$$

El nivel óptimo de inventario es:

$$X_{jopt} = \sqrt{\frac{2Cop_j Q_j}{P_j Cdp_j}} :$$

Cuando los costos de mantenimiento del inventario no se tomen como el porcentaje del valor de los productos almacenados, el costo total se compone de los costos de suministro de inventarios y los costos de mantenimiento del inventario:

$$C_t(X) = \sum_{j=1}^n [1/2(Cm_j X_j) + (\frac{Cop_j}{X_j})]$$

Donde  $X_j$  es la cantidad de productos en el inventario.

En el caso de que no existan limitaciones en el área disponible para el almacenamiento tomamos la formula de Wilson:

$$X_{jopt} = \sqrt{\frac{2Cop_j Q_j}{Cm_j}} \quad j= 1,2,\dots,n$$

## **4. ANÁLISIS DE PRODUCTOS**

### **4.1 DESARROLLO Y DISEÑO DEL PRODUCTO**

Para este tipo de empresas un producto que responda a las necesidades actuales del mercado es muy importante, por tal razón es necesario conocer las tendencias y los gustos de los usuarios finales, para poder obtener éxito al realizar el lanzamiento de un nuevo producto al mercado.

Para la fabricación de un volumen alto de existencias de un nuevo producto, el proceso debe contar con una muestra física que es evaluada por los mismos empleados y por algunos clientes para su realización.

El desarrollo y diseño del producto se complementa al darle forma al producto creado y representarlo en un bosquejo o un plano.

En el plano se indican: las dimensiones necesarias para su fabricación, material a utilizarse, especificaciones referidas a materiales, controles, etc.

Es necesario identificar a cada uno de los componentes por un código, que posibilite que el jefe de producción suministre la información a otros sectores de la empresa que requieren de la información del plano del producto, como son:

- Estudios Próximos de Ingeniería industrial: planos, listados de componentes, especificaciones de materiales, de control y de prueba para determinar los procesos y métodos de fabricación.

- Programación y control de la producción: listados de componentes, planos generales y de conjuntos para identificar, programar y efectuar el seguimiento de la producción.
- Producción: planos, listado de componentes para identificar y **saber** que es lo que se va a fabricar.
- Compras: planos, listado de componentes, especificaciones de materiales, especificaciones de las piezas que son necesario comprar.
- Costos: planos de conjuntos y subconjuntos, listado de componentes, especificaciones para determinar el proceso de costeo

#### **4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS**

La empresa actualmente está manejando la fabricación de una gran variedad de productos que pertenecen a varias líneas como son; hogar, comercial, estética, hospitalaria y educativa (Ver cuadro 7). Al producir esta gran variedad de productos la empresa brinda la posibilidad de satisfacer el gusto de todo consumidor, pero a costa de crear un sacrificio en cuanto al manejo de pequeñas cantidades de productos, mayores tiempos en alistamiento, mayor variabilidad de materiales en los inventarios, interrupciones frecuentes en el flujo de producción y finalmente mayor dificultad en la programación de la producción.

Los artículos producidos en la empresa corresponden a 107 referencias, los cuales fueron codificados para buscar mayor facilidad en el manejo de información (ANEXO A).

Además de las referencias del ANEXO A, la empresa maneja una línea de pedidos sobre medida del cliente lo cual permite satisfacer las necesidades del

consumidor pero a costa de una generación de desorden y descontrol en el momento en que se busca hacer una programación en la producción.

### **Cuadro 7. Productos Fabricados**

<b>LINEA HOGAR</b>
JUEGO DE ALCOBA (CAMA, MESA DE NOCHE, TOCADOR)
COMEDOR
SALA
JUEGO DE ALCOBA NIÑO Y NIÑA
CAMAROTE / BIBLIOESTUDIO
SOLTERON
SILLA RECLINOMATIC, DEPORTIVA (3 POSICIONES, MECEDORA)
COLUMPIO
COMEDOR NIÑO
ROPERO

<b>LINEA COMERCIAL</b>
ESTANTERIA
VITRINA
FLAUTAS
MALLAS
ESCALERA PARA STAND
ESCALERA GRANDE
ESCRITORIO PARA ATENCION AL CLIENTE
SILLA OFICINA
EXHIBIDORES

<b>LINEA ESTETICA Y HOSPITALARIA</b>
CAMILLAS
MESAS AUXILIAR
SOLTERON
SALA DE ESPERA
MOVIL

<b>LINEA EDUCATIVA</b>
SILLAS UNIVERSITARIAS
TABLERO
TABLERO PARA BALONCESTO
MESAS TRIDIMENSIONALES- BIPERSONAL

*Fuente: Portafolio de productos de Metálicas Zuluaga*

### 4.3 SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS OBJETO DE ESTUDIO

Se ha identificado que la empresa tiene un sistema mixto en el tipo de producción debido a las características encontradas de:

Producción de taller, una línea de los productos de Metálicas Zuluaga es muy variada y se manejan volúmenes relativamente reducidos, además la fabricación de estos requieren una variada gama de equipos, herramientas y accesorios de propósito general, para este caso el producto pasa de un departamento a otro sobre la base de una secuencia operacional.

Producción por lotes (serie); la otra línea que maneja la empresa consiste en la producción de numerosos artículos pero sobre volúmenes de producción altos que poseen una demanda mas continua que la mencionada anteriormente. En este caso, con la fabricación productos en serie se consigue una capacidad de producción más alta que la de producción de un solo artículo.

A partir de lo anterior, fue estrictamente necesario indagar sobre la importancia que tenía cada uno de los tipos de producción sobre la empresa, lo cual generó como resultado el cuadro 8.

**Cuadro 8. Ponderación de los tipos de producción**

TIPO DE SISTEMA DE PRODUCCION	% EN VENTAS*
PRODUCCION DE TALLER (Productos sobre medida).	11%
PRODUCCION POR LOTES (Serie).	89%
TOTAL	100%

\*El Porcentaje se extrajo sobre las ventas en millones de pesos obtenidos en el año 2006

*Fuente: Datos procesados por el autor*

Con el resultado anterior se puede identificar que el estudio se debe enfocar principalmente en aquellos productos que aportan un alto porcentaje en ventas, en este caso aquellos productos que se manejan en serie.

Ya identificado el comportamiento de demanda de los productos de la empresa se empiezan a identificar las operaciones que se comparten y las variaciones que existen en el proceso de fabricación de productos, en donde se encontró que se generan únicamente dos rutas que se diferencian en algunas operaciones que se les realizan (figura 8).

**Figura 8. Rutas de producción**

**Ruta 1**



**Ruta 2**



Los grupos de productos que se elaboran al transcurrir por cada ruta son:

- Ruta 1; Roperos, Sillas, Camas, Cunas, Camarotes, Mesas, salas, Comedores, Multimuebles, Peinadoras y Muñequeros

- Ruta 2; Sillas plegables, Columpio, comedor de niño plegable.

En la figura 8. Se muestra que los productos de la ruta 2 no comparten la operación de soldadura con la ruta 1. Ya que el análisis se realiza para el sistema en conjunto es necesario que se encuentren en el estudio productos que pertenezcan a las dos rutas.

Para la selección de los productos que serán objeto de estudio se realizó un proceso de simplificación o clasificación ABC (Clasificación asociada a la curva 80/20 de Pareto) con el objetivo de prestar mayor atención y dar una mayor importancia a aquellos productos que representan un porcentaje elevado en el comportamiento en ventas (en millones de pesos).

La clasificación consistió en investigar y analizar de la gran variedad de productos, cuales son los que permiten al área producción lograr altas tasas de productividad y agilizar los procedimientos de control y al área de ventas lograr altos índices de ingresos, en este caso los productos que conforman el 80% de las ventas (en pesos).

El análisis inicia con la información del número de productos que fábrica la empresa actualmente y el ingreso por ventas de cada uno de los productos en un periodo determinado.

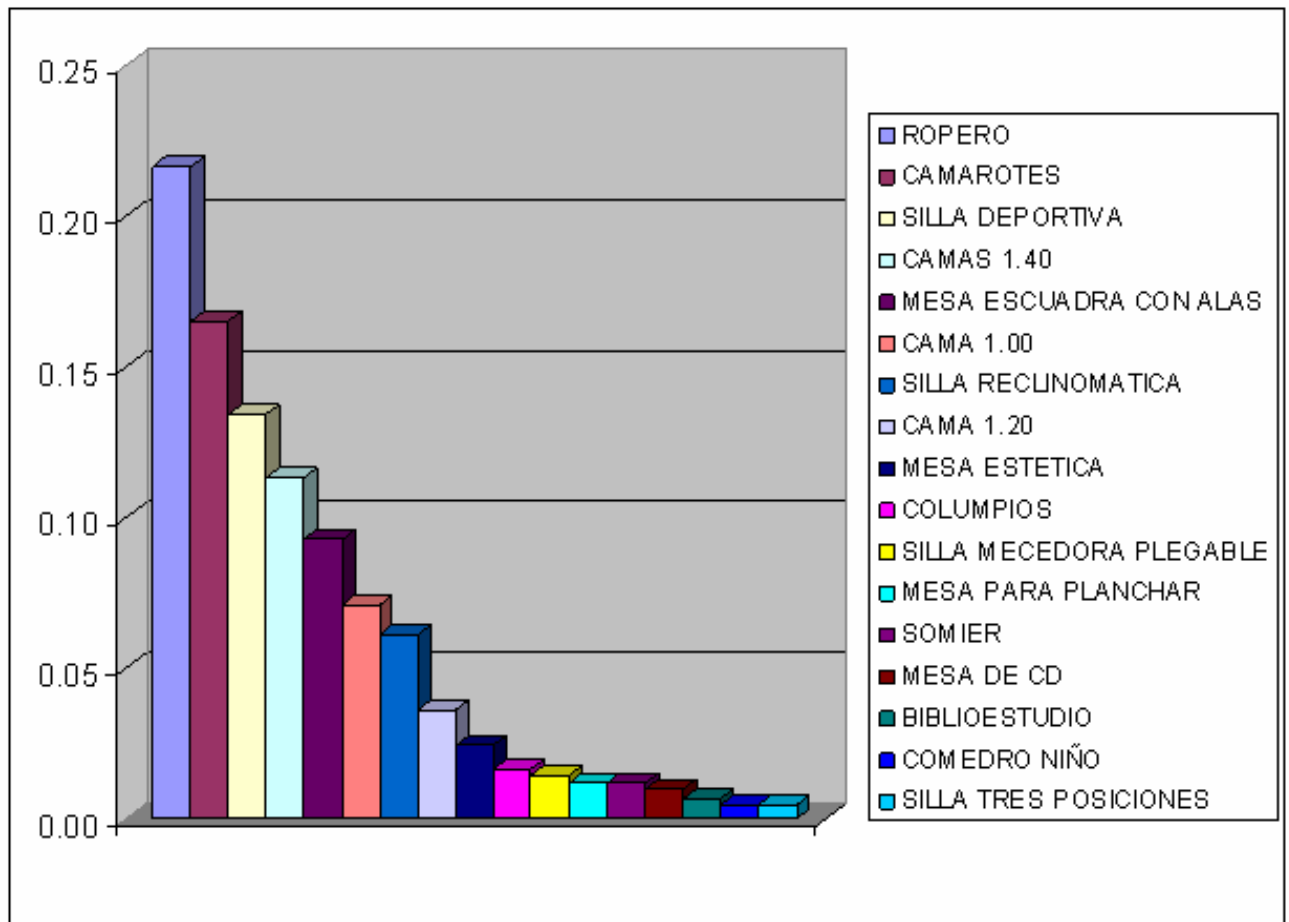
Enseguida se construyó una tabla de frecuencias y una relación producto Vs porcentaje de ingresos de la siguiente manera:

- Se tomaron los productos y su ingreso acumulado por ventas y se organizaron de mayor a menor.
- Se calculó el porcentaje de ventas que representa cada producto con respecto al total de ventas.

- Se calculó en porcentaje acumulado.

A continuación se muestran los productos que tiene un mayor porcentaje en ventas, Figura 9. (Los productos que se manejan en serie).

**Figura 9. Gráfico porcentaje por ventas (millones de pesos) vs producto año 2006**



*Fuente: Datos procesados por el autor*

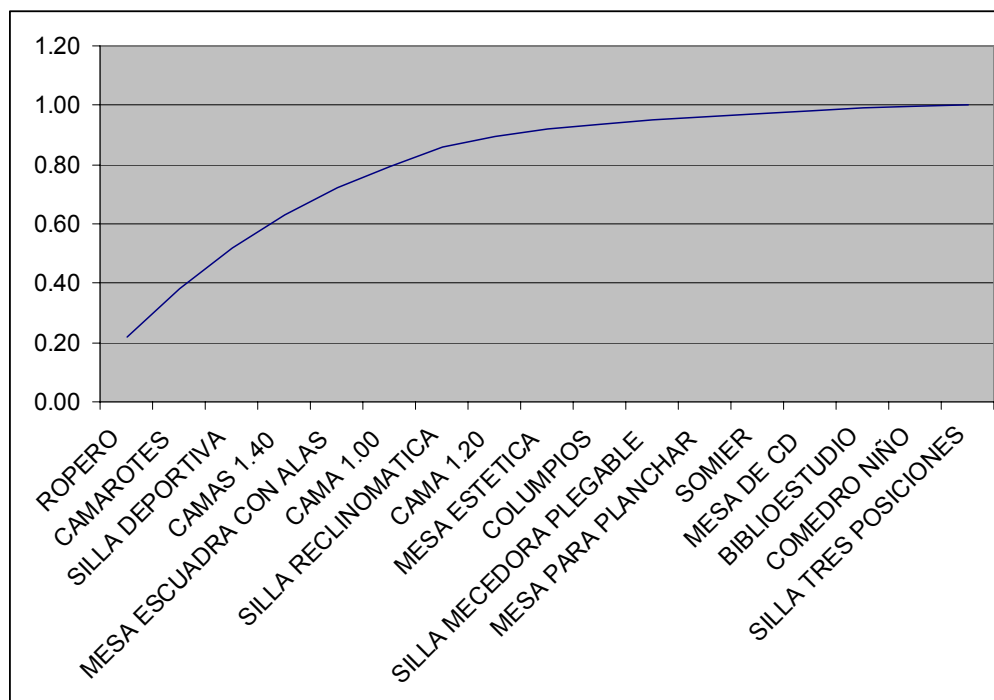
**Cuadro 9. Porcentaje de ventas acumuladas**

<b>VENTAS</b>		
<b>Producto</b>	<b>% Ventas</b>	<b>% Ventas acumulado</b>
ROPERO	0.22	0.22
CAMAROTES	0.17	0.39
SILLA DEPORTIVA	0.13	0.52
CAMAS 1.40	0.11	0.63
MESA ESCUADRA CON ALAS	0.09	0.72
CAMA 1.00	0.07	0.79
SILLA RECLINOMATICA	0.06	0.85
CAMA 1.20	0.04	0.89
MESA ESTETICA	0.02	0.91
COLUMPIOS	0.02	0.93
SILLA MECEDORA PLEGABLE	0.01	0.94
MESA PARA PLANCHAR	0.01	0.95
SOMIER	0.01	0.96
MESA DE CD	0.01	0.97
BIBLIOESTUDIO	0.01	0.98
COMEDRO NIÑO	0.01	0.99
SILLA TRES POSICIONES	0.01	1.00

*Fuente: datos procesados por el autor*

Los datos porcentuales del cuadro 9. Muestran que los productos se encuentran clasificados como se exponen en el cuadro 10.

**Figura 10. Gráfico porcentaje acumulado de ventas Vs Producto**



*Fuente: Datos procesados por el autor*

De acuerdo con el diagrama de Pareto, el estudio se enfoca en los productos clasificados en el subgrupo "A", encontrados en el cuadro 10.

Al obtener la selección de los productos mas representativos en el año 2006 se expuso el resultado a la gerente, la cual reiteró que los productos que se muestran como principales, los clasificados en "A" han tenido un comportamiento muy similar en los años anteriores, también expresó que tres de los encontrados en esta clasificación (El ropero, la silla deportiva y la escuadra) han llegado a considerarse como productos estrella, cada uno en un determinado periodo.

La silla reclinomática es el último producto nuevo que se empezó a fabricar en mayo de 2006, a pesar de haber ingresado en ese periodo obtuvo un porcentaje en ventas elevado en el año(Cuadro 9), lo que llevó a que fuera incluido y considerado dentro de los productos a tener en cuenta en el estudio.

**Cuadro 10. Clasificación ABC**

A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ropero</li><li>• Camarote</li><li>• Silla deportiva</li><li>• Cama 1.40</li><li>• Mesa escuadra con alas</li><li>• Cama 1.00</li></ul>
B	<ul style="list-style-type: none"><li>• Silla reclinomática</li><li>• Cama 1.20</li><li>• Mesa estética</li><li>• Columpios</li><li>• Silla mecedora plegable</li></ul>
C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mesa para planchar</li><li>• Mesa CD</li><li>• Biblioestudio</li><li>• Comedor niño</li><li>• Sillas tres posiciones</li></ul>

*Fuente: Datos procesados por el autor*

Dentro de los productos seleccionados se encuentran artículos que pertenecen al grupo 1 y 2 de tal forma que los resultados que se obtengan permitan evaluar mejor el sistema.

#### **4.4 CODIFICACIÓN DE PRODUCTOS**

La codificación de los productos se realiza agrupando estos a las líneas que pertenezcan, cada línea tendrá asignado un dígito que la referencia.

Luego se subagrupan los productos de una misma familia o que contengan características similares, a este caso a cada subgrupo también se le asigna un dígito que los identifica.

Finalmente, teniendo en grupos y subgrupos cada uno de los productos resta determinar unicamente la cantidad de unidades que pertenecen a cada subgrupo, darles un orden de tal manera que este sirva como base para establecer el número de dígitos necesarios para cada producto y asignar el tercer y cuarto dígito del código.

La codificación de las camas contará con un dígito más que identificará el largo de la cama, se asignará el 1 a camas de 1.00 cm, 2 a camas de 1.20 y 3 a camas 1.40.

Los productos se codificaron según el siguiente cuadro 11.

**Cuadro 11. Codificación de Productos**

<b>LINEA DE FABRICACION ACTUAL</b>	<b>DIGITO ASIGANDO A LA LINEA</b>	<b>DIGITO ASIGNADO AL GRUPO</b>	<b>GRUPO DE PRODUCTOS</b>	<b>RANGO DE PRODUCTOS</b>
Hogar	01	1	Cama	1-35
		2	Cuna	1-3
		3	Somier y Camarote	1-15
		4	Comedor	1-13
		5	Sala	1-4
		6	Ropero, Biblioteca, Columpio, Solteron y Mesa	1-20
		7	Silla	1-5
		9	Peinadora	1-7
		Comercial	02	1
2	Vitrina			2xx
3	Flautas			3xx
4	Escalera			4xx
5	Muñequeros			1-4
6	Escritorio			6xx
Estética y hospitalaria	03	1	Camilla	1xx
		2	Mesa Auxiliar	2xx
		3	Móvil	3xx
Educativa	04	1	Silla estudiantil	1
		2	Tablero	2xx
		3	Mesa	3xx

*Fuente: Datos procesados por el autor*

Debido a que algunas líneas de productos solo se manejan de acuerdo a medidas especiales (productos sobre medida), no se han asignado sus dos últimos dígitos de acuerdo a un rango, estos dígitos se asignarán según el orden de aparición del producto ya que no se tienen estandarizados los modelos.

La codificación de los productos que se dan a continuación se dan en mayor caso a la línea familiar, esto se realiza porque es la mas importante que se maneja y se da para mostrarla como guía para la codificación de las otras líneas y otros productos que se produzcan en el futuro.

## **5. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS**

En este capítulo se realizará un análisis en el que se contemplarán varias etapas con el objetivo de idear y preparar los puestos de trabajo en donde se fabrica el producto.

El estudio contemplará como primera etapa el conocimiento a profundidad del producto que se va a fabricar; sus características, materiales, forma, empaque, etc.

En segundo lugar se evaluará el proceso de fabricación de los productos haciendo un estudio de cada fase del proceso a través de la fábrica, lo cual se conseguirá con un análisis del flujo del producto en donde se identificarán los factores que afectan la trayectoria del flujo entre las cuales se encuentran; número de partes en el producto, operaciones en cada proceso, número de unidades a ser producidas, cantidad y formas de los espacios disponibles, distribución de planta por producto o por proceso, requerimientos espaciales de los departamentos y almacenamiento de materiales.

Finalmente y como última etapa se realizará un estudio de tiempos para determinar el tiempo tipo, el cual servirá como base para saber el tiempo requerido para la fabricación del producto y poder programar la producción, calcular el costo estándar de los productos y calcular la capacidad de la planta así como de cada centro de trabajo.

### **5.1 PRODUCCIÓN ACTUAL**

Metálicas Zuluaga maneja su producción bajo pedido, Todos los pedidos realizados a la planta se originan del área de ventas (almacén), donde se revisan las existencias en producto terminado físico, para así poder dimensionar la orden de producción que se realizará, una vez ejecutada esta

orden se envía a fábrica en donde es recibida por el operario de soldadura, el cual procede a iniciar la fabricación de las necesidades.

La empresa maneja otra línea, la cual se basa en la fabricación de productos sobre medida, el manejo de los pedidos de estos productos consiste en un envío directo a fabricación para ser procesados según el orden de prioridad que se ha dado en ventas. Los productos especiales son aquellos que vienen con medidas específicas y características especiales según las especificaciones dadas por el cliente, este tipo de productos tiene dimensiones diferentes a las de los productos estándares de la empresa.

En la empresa se fabrican gran variedad de productos, por tal razón la planta destina una buena parte de la producción a mantener un volumen relativamente alto de inventarios de los productos con mayor rotación, esta estimación de la cantidad que se debe producir para mantener dicho volumen de inventarios es realizada actualmente por la gerente, la cual se basa en la experiencia y en algunos patrones del comportamiento de la demanda.

## **5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA**

Dentro del proceso productivo de Metálicas Zuluaga se reconocen principalmente 4 grandes operaciones, que son:

- Corte que agrupa varias sub-operaciones como son corte, doblado, troquelado y pulido de tubos y platinas.
- Soldadura
- Pintura
- Armado y empaçado

Identificando dentro de cada uno de ellas, operaciones independientes las cuales están plenamente relacionadas y contribuyen al producto final de cada uno de los procesos generales a los cuales pertenecen.

El proceso para elaborar los diferentes productos que maneja la empresa no tiene gran variación (figura 8) ya que solo podrían diferir en que algún artículo no pase por todas las secciones, no afectando considerablemente la descripción que se muestra a continuación;

**5.2.1 Corte.** El proceso empieza en el momento en que el operario de corte toma las medidas específicas de los cortes que debe realizar, esto lo hace por medio de la ubicación de una guía que localiza en una determinada distancia con la ayuda de un metro, enseguida toma de dos o tres tubos, los localiza hasta la profundidad dada por la guía y los hace pasar por la máquina cortadora, cuando el material es pasado por la máquina se genera un desgaste que varía entre 3 y 5 milímetros generado por el disco abrasivo que realiza el corte, por otra parte, al cortar el tubo en partes no se utiliza todo el material ya que hay una parte que es desechada o utilizada para la fabricación de otros productos, debido a que no cuenta con las dimensiones necesarias para ser utilizada en la fabricación del artículo que se está realizando.

En este punto, algunos tubos que han sido cortados toman diferentes direcciones, ya que algunos se trasladan a la sección de doblado, troquelado, perforado, soldadura o directamente a limpieza.

**5.2.2 Doblado.** Después de haber cortado los tubos algunos pasan a doblado en donde se le da la forma deseada según sea las necesidades, esta operación consiste en meter una varilla que tiene una guía de profundidad dentro de uno de los lados del tubo a doblar, enseguida el operario por medio de una palanca hace girar el otro extremo que ha quedado libre hasta llegar a un tope que el operario a puesto al iniciar la operación, este ejercicio se repite según la cantidad de dobleces y de las figuras se quieran conseguir del tubo, enseguida se inspecciona que las partes que han sido dobladas queden en la forma deseada y se envía a la siguiente sección.

En el doblado de la tubería se utiliza una máquina manual a la cual se le cambian algunas piezas según sea el calibre, el diámetro y la forma que se le quiera dar al tubo, esta máquina brinda la facilidad de trabajo de dos personas trabajando al mismo tiempo.

**5.2.3 Troquelado.** Enseguida de que los tubos hayan pasado por las operaciones anteriores algunos se envían a troquelado en donde se utiliza el taladro de árbol para realizar la operación, esta máquina cuenta con varias boquillas que se utilizan según el diámetro y la dimensión de la horma que se requiera en los extremos de los tubos.

La operación se realiza con el fin de que se facilite la unión en el momento en que las partes se vayan a ensamblar.

**5.2.4 Pulido.** Algunas partes que componen los productos requieren tener un mejor terminado para darle una buena presentación, por tal fin se realiza esta operación, que radica en hacer pasar los extremos de los tubos por una máquina pulidora que cumple la función de quitar las superficies cortantes y rugosas al tubo.

Para algunos productos esta operación se realiza después del ensamble.

**5.2.5 Soldadura.** Después de que todas las partes han pasado por las operaciones anteriores, se reúnen en esta sección en donde se ensamblan para conseguir la estructura base de donde se obtendrá el producto final.

Las actividades que se realizan en esta operación varían mucho según la clase de producto que se está fabricando, esto debido a que algunos productos que tienen un mayor flujo de ventas cuentan con unas matrices que han sido diseñadas para eliminar el tiempo en la toma de medidas, lo que no ocurre con otros artículos, a los que se les tiene que estar tomando medidas durante todo el proceso de ensamble.

En la mayoría de los casos, en los que se están fabricando cantidades de un solo artículo, el operario maneja dos etapas de ensamble para terminar la operación, la primera consiste en unir las partes con varios puntos de soldadura para conseguir la forma de la estructura y como segunda etapa re-suelda, aplicándole la soldadura necesaria para darle una correcta firmeza.

Para finalizar esta operación, el operario verifica que la estructura quede nivelada con el fin de pasarla a la siguiente sección.

**5.2.6 Limpieza y lijado.** Luego de terminar el ensamble de la estructura, se envía a limpieza donde le aplican ácidos (líquido fosfatizante) y agua para remover la grasa que tiene el metal y poder conseguir una mejor adherencia en la pintura.

Al trabajar con metales siempre se corre el riesgo de que estos se oxiden, por tal razón, en esta etapa el operario además de limpiar debe lijar las partes afectadas con el fin de conseguir óptimos resultados al pintar el producto.

**5.2.7 Pintura.** En esta sección se pinta el producto de acuerdo a las especificaciones del cliente, la operación se realiza mediante el uso del equipo de pintura electroestática, el cual deja salir un polvo de color que recubre el metal.

Enseguida la estructura pintada es introducida dentro de un horno durante aproximadamente 1¼ hora. Este ejercicio cumple la función de hacer que la pintura reaccione quedando fija y brillante (Anclaje).

**5.2.8 Armado.** Finalmente el producto llega a armado, donde se hacen los retoques finales, colocándole los accesorios necesarios e inspeccionando que el producto este en las mejores condiciones para ser entregado al cliente, llevarlo al almacén o almacenarlo en bodega.

El producto terminado solamente se embala cuando es enviado a otras ciudades o si el cliente lo requiere.

En algunos casos esta sección cumple también la función de tapizado, limpieza de fórmicas, entre otras actividades.

Existen productos como las sillas que no tienen que pasar por la sección de soldadura, pero si los demás procesos se cumplen en estas también.

### 5.3 DIAGRAMA DE PROCESOS

El diagrama realizado se enfoca en el ropero debido a que este es uno de los productos que más se produce, tiene mayor flujo de ventas y además en su proceso de fabricación pasa por todos los departamentos.

**Figura 11. Producto en Estudio**



*Fuente: Catalogo de productos*

Las dimensiones de este producto son:

Altura: 1.50 m.

Ancho: 1.25 m.




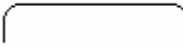

Profundidad: 0.40 m.

El material Utilizado en la fabricación del producto es:

- Tubo de diámetro de 5/8" Calibre 22
- Tubo de diámetro de 1/2" Calibre 22
- Tubo de diámetro de 1/2" Calibre 22
- Tubo de diámetro de 7/8" Calibre 22
- Tubo de diámetro de 1" Calibre 22
- Juego de mallas
- Tapón interno corriente 1"
- Pintura Kg

Antes de realizar el diagrama se hace necesario nombrar las partes que se ensamblarán para la realización del producto, las cuales serán numeradas de la siguiente forma para facilitar la identificación (Cuadro 12.);

**Cuadro 12. Identificación de las Partes del Producto**

Nº de Tubo	Descripción	Figura
1	4 tubos de 80cm de largo y diámetro de 5/8 de pulgada (gancho)	 4 Und.
2	8 tubos de 34.5 cm. de largo y diámetro de 1/2 de pulgada	 8 Und.
3	3 tubos de 36.5 cm. de largo y diámetro de 1/2 de pulgada	 3 Und.
4	1 tubo de 106 cm. de largo y diámetro de 7/8 de pulgada	 1 Und
5	3 tubos de 300 cm. de largo y diámetro de 1 pulgada	 3 Und

*Fuente: Operario, soldador*

## METALICAS ZULUAGA DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

**Diagrama 1 de 3**

**Productos:** Ropero

**Nombre del Proceso:** Fabricación del ropero

**Diagrama elaborado por:** Yiber González

**Diagrama aprobado por:** Claudia Zuluaga

**Fecha de Elaboración:** 26 de Mayo de 2006.

**Método:** Actual

**Comienza en:** Almacén Materia Prima

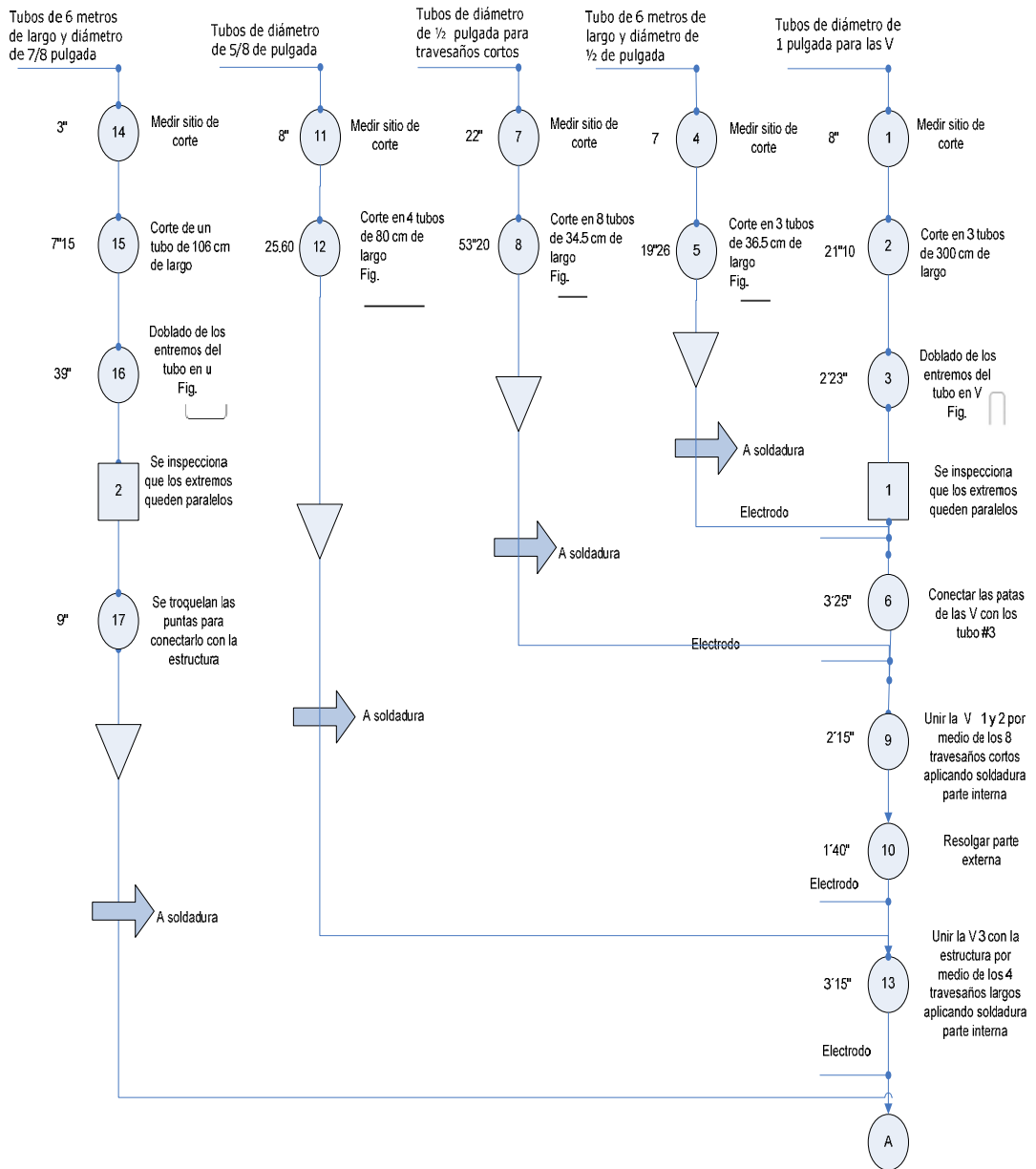
**Termina en:** Almacén de Producto Terminado

Total Operaciones = 22

Total Inspecciones = 2

Total Transportes = 7

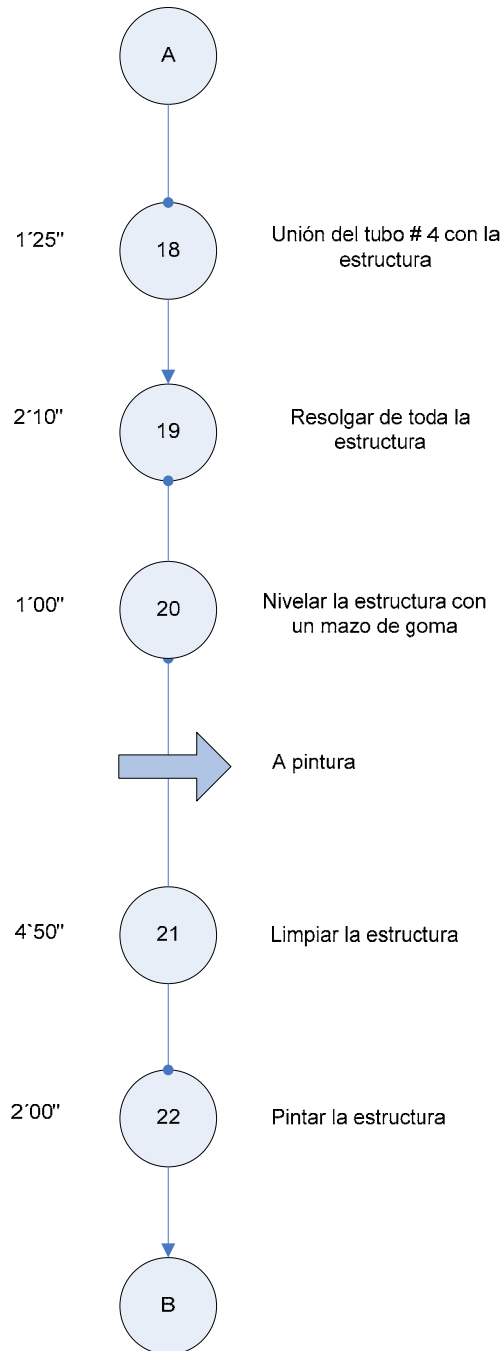
Total Almacenamientos = 5



**METALICAS ZULUAGA**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO**

**Diagrama 2 de 3**  
**Productos:** Ropero  
**Nombre del Proceso:** Fabricación del ropero  
**Diagrama elaborado por:** Yiber González  
**Diagrama aprobado por:** Claudia Zuluaga  
**Fecha de Elaboración:** 26 de Mayo de 2006.  
**Método:** Actual

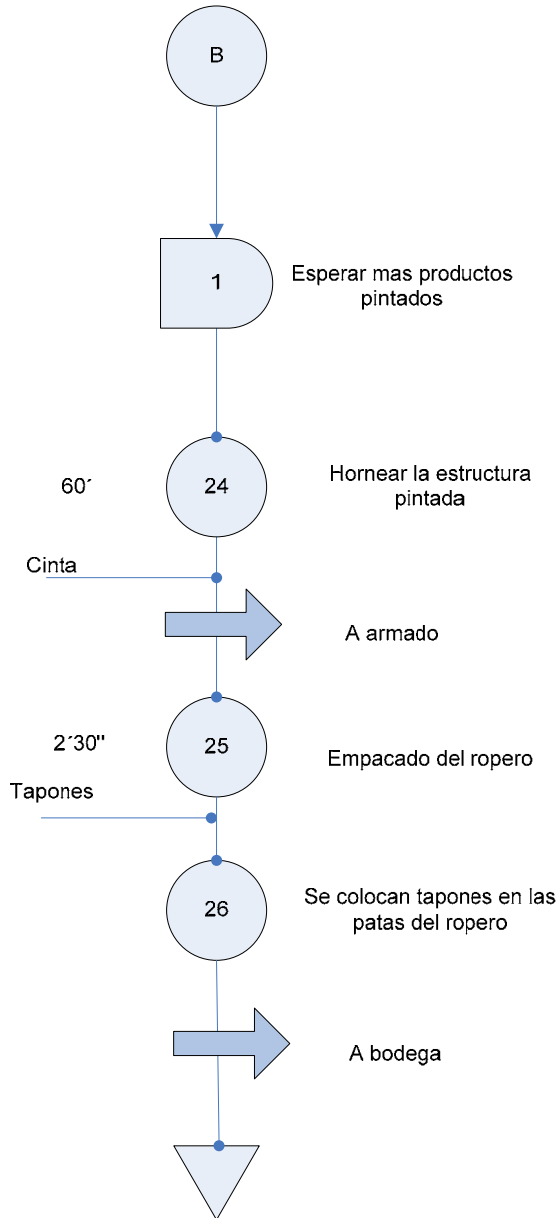
**Comienza en:** Almacén Materia Prima  
**Termina en:** Almacén de Producto Terminado  
 Total Operaciones = 22  
 Total Inspecciones = 2  
 Total Transportes = 7  
 Total Almacenamientos = 5



**METALICAS ZULUAGA**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO**

**Diagrama 3 de 3**  
**Productos:** Ropero  
**Nombre del Proceso:** Fabricación del ropero  
**Diagrama elaborado por:** Yiber González  
**Diagrama aprobado por:** Claudia Zuluaga  
**Fecha de Elaboración:** 26 de Mayo de 2006.  
**Método:** Actual

**Comienza en:** Almacén Materia Prima  
**Termina en:** Almacén de Producto Terminado  
 Total Operaciones = 22  
 Total Inspecciones = 2  
 Total Transportes = 7  
 Total Almacenamientos = 5



## 5.4 IDENTIFICACIÓN DE DESPILFARROS

Despilfarro se refiere a todo aquello que agrega costo pero no valor al producto, es decir, aquellas cosas que son adicionales e improductivas y no requeridas por el cliente. No obstante, algunas de las actividades ejecutadas en la empresa que no agregan valor son absolutamente necesarias por las mismas características del proceso productivo, por lo que el fin de reducir el despilfarro en la empresa es minimizar el impacto de aquellas cosas que no agregan valor.

Metálicas Zuluaga debe ofrecer productos a sus clientes, empleando el mínimo de recursos, adelantando acciones que agreguen un valor, es decir, que sean realmente importante para el cliente; las acciones que no agregan valor, como son las inspecciones, transportes innecesarios, demoras, una mala distribución de planta y almacenamiento, deben eliminarse, reducirse o simplificarse.

Para realizar un diagnóstico de la planta que involucre un análisis de los despilfarros que se presentan, se hizo una clasificación en diferentes tipos de despilfarros, de la siguiente manera:

- Despilfarro de tipo recurso humano
- Despilfarro de tipo método
- Despilfarro de tipo máquina
- Despilfarro de tipo material
- Despilfarro de tipo seguridad
- Despilfarro de tipo calidad

Cada uno de los ítems identificados a continuación, fueron el resultado de indagaciones hechas a los empleados y de la observación directa realizada por parte del practicante:

#### 5.4.1 Despilfarro tipo recurso humano.

Para determinar como es el desarrollo de los estímulos en la empresa, se realizó una entrevista con el personal de donde se obtuvieron los resultados del Cuadro 13:

**Cuadro 13. Flexibilidad por cargos**

<b>CARGO</b>	<b># DE PERSONAS QUE LO PUEDEN REALIZAR</b>	<b>%</b>
Gerente general	1	7,14
Jefe de producción	1	7,14
Contador	1	7,14
Auxiliar contable	2	14,29
Secretaria	2	14,29
Vendedor	3	21,43
Mensajero	2	14,29
Corte	2	14,29
Soldadura	1	7,14
Pintura	1	7,14
Armado	1	7,14

*Fuente: Personal de Metálicas Zuluaga*

- Analizando los anteriores resultados se puede observar que se presenta una planta de personal bastante rígida, pues cada uno de los empleados tiene asignada una función determinada y no brinda la posibilidad de conseguir una mayor flexibilidad tanto en el proceso de producción como en el administrativo. Al manejarse de esta forma rígida la asignación del personal dificulta que se puedan modificar los requerimientos de producción, además no permite que se puedan conseguir menores tiempos perdidos.
- Se omite la tabulación o información cuantitativa del porcentaje de capacitación del personal debido a que ninguna persona la ha recibido

en su permanencia dentro de la empresa, además se identificó que no hay programas de capacitación que permitan al trabajador aprender nuevas tareas sencillas, conocer nuevas técnicas o máquinas que faciliten la tarea que se realiza.

- No se contemplan espacios en la jornada laboral, en los que el empleado pueda manifestar y tomar decisiones sobre nuevas formas de realizar algunas actividades del proceso productivo.
- No se tiene ningún programa de incentivos.

**5.4.2 Reducción o eliminación de despilfarros tipo recurso humano.** Se requiere capacitación de los empleados principalmente en áreas de soldadura, y armado ya que estos son áreas críticas en el flujo de producción de gran parte de los productos, de esta forma se puede crear un programa de capacitación que puede ser brindado ya sea por el mismo personal de la empresa o por agentes externos según sea necesario.

Para poder determinar el nivel de las capacitaciones que se pueden emplear en un programa fue necesario indagar en las hojas de vida del personal e identificar el grado de educación que tiene cada persona. Cuadro 14

**Cuadro 14. Nivel de educación del personal**

<b>NIVEL DE EDUCACIÓN</b>	<b># DE PERSONAS</b>	<b>%</b>
Primaria	14	100,00
Algunos años de secundaria	3	21,43
Secundaria completa	9	64,29
Estudios Tecnológicos	1	7,14
Algunos estudios Universitarios	1	7,14
Estudios Universitarios	0	0
Otros (Sena)	2	7,14

*Fuente: Hojas de vida del personal*

El cuadro 14, muestra que el 100% de las personas terminaron sus estudios primarios y un 64.29% sus estudios secundarios, lo que puede permitir desarrollar un programa de capacitación con mayor facilidad.

En la realización de encuestas, además de ver la necesidad de gestionar capacitaciones, tanto relacionadas con el proceso productivo de la empresa como es caso de soldadura (en el que de 6 operarios 4 desean capacitarse en este campo) también se determinó que deben tratarse temas como relaciones interpersonales, comunicación y seguridad industrial ya que se presentan conflictos de este tipo en el ambiente de trabajo.

Además de las pautas anteriores también se deben tener en cuenta:

- Darles a conocer la importancia del control de los procesos y las herramientas.
- Buscar que los operarios tengan una mayor intervención en cuanto al proceso productivo.

A pesar de que dentro del proyecto solo se planteó un diagnóstico, es importante resaltar que además se adelantaron actividades para dar solución a algunos de los despilfarros que se presentan actualmente, así :

- Involucrar a algunas personas claves en el desarrollo de planes de rotación diarios que les permita aprender labores nuevas y aporten a la productividad de la empresa. En el desarrollo de la práctica fueron seleccionadas 3 personas que se encontraron rotando permanentemente por cada uno de los centros de trabajo, en este proceso se logró que dos personas se involucraran en el armado de sillas y mesas, y que la otra persona aprendiera a cortar, doblar y soldar.

- Se crearon estímulos tanto económicos como en especie para aquel personal que se haya destacado en cuanto a colaboración, interés, desempeño y calidad de sus trabajos. El estímulo se contempla para el logro de una meta de fabricación y ventas establecida por la Gerente general.
- Se realizaron dos reuniones con el personal cuyo enfoques principales fueron; la importancia del trabajo en equipo (video “el virus de la actitud”) y “el efecto que tiene nuestro cuello de botella frente al logro de nuestra meta (incentivo brindado por la empresa)”.

#### **5.4.3 Despilfarro tipo método.**

- Se presentan elevados tiempos por almacenamiento de producto en proceso, el cual varía según el tamaño de lote, la mezcla de productos que haya por fabricar o que se este fabricando en el momento y la capacidad que tiene un centro de trabajo con respecto a otro. En la práctica se identificaban gran variedad de productos en proceso para lo cual se hizo un seguimiento de uno de ellos, el cual era un lote de fabricación de 40 mesas escuadra cuyo tiempo de almacenamiento fue de 17 días, lo que es un tiempo relativamente alto si lo comparamos con el tiempo que se demora en proceso (ANEXO C).
- En algunas ocasiones el producto que se encuentra en pintura tiene que devolverse a soldadura por no quedar con un buen terminado, esto representa un despilfarro por reproceso de productos.
- Se hallan problemas para el tránsito ocasionado por la existencia de muchos productos en proceso repartidos por todos los lugares de la planta.

**Figura 12. Producto en proceso**



*Fuente: Foto tomada por el autor*

- Se presentan recorridos de productos en proceso relativamente grandes generados por el tipo de distribución que tiene en el momento (Plano 1) lo que ocasiona mayores desplazamientos en transporte.
- Existen muchos cambios en el ritmo de producción debido a que llegan pedidos pequeños que son de mayor urgencia para ventas y que interrumpen el desarrollo del proceso que se está realizando en ese momento.
- Cuando se piensa en realizar producciones altas, se trabaja con lotes muy grandes de producción, Ej. mientras que el soldador saca un lote de roperos (normalmente fabricaba lotes de 100 unidades), el pintor tiene que esperar un tiempo prolongado para empezar su actividad en el respectivo pedido. Aquí se incurre en un tiempo perdido del departamento de pintura ocasionado por un desequilibrio en la línea de producción. Es decir el puesto de trabajo puede quedar inactivo por que no llegó el producto en proceso del puesto de trabajo anterior.
- En la fabricación de los productos sobre medida, el operario de soldadura utiliza un tiempo prolongado en la toma de medidas (el tiempo

varia según el tipo de diseño que requiere el cliente), para poder ensamblar lo que genera un despilfarro al no brindar en ningún momento un cambio físico al producto.

- El operario requiere de tiempo para buscar las herramientas y materiales que no se encuentran organizados en su centro de trabajo.
- Se presentan algunas interrupciones en las operaciones debido a charlas o consultas entre los mismos operarios, las cuales alargan la duración total de fabricación.

#### **5.4.4 Reducción o eliminación de despilfarros tipo recurso método.**

- En este caso el almacenamiento del producto en proceso es un despilfarro que requiere de mucha atención ya que no es posible eliminarlo totalmente, para disminuir el impacto generado por esta causa es necesario contar con una programación que permita contar con todos los materiales, herramientas, recurso humano y equipos necesarios antes de iniciar el proceso de fabricación, para tal fin se desarrolló la herramienta que se verá en la sección 10.3 (Programación de la producción), al programar la producción a corto plazo se podrá determinar el inicio y el final del proceso, el recurso humano y los materiales que serán necesarios para un periodo de fabricación. La necesidad de materiales podrá ser reunida en un solo pedido para aprovechar los costos de flete ya que para algunos materiales son cubiertos por el proveedor después de un monto de dinero definido, los descuentos por cantidad (En materiales como telas, tuercas, tornillos, canchamos entre otros) e incluso facilitar la labor del proveedor.

Por otra parte para lograr hacer efectiva esta programación es muy necesario contar con;

La puntualidad de los proveedores, esta se puede conseguir a través de acuerdos de lealtad con los mismos.

Se debe buscar el balanceo de las capacidades de los equipos o aumentar la capacidad de los departamentos según sea su necesidad. Este ítem se logró desarrollar por medio del personal polivalente que se mantiene en rotación dependiendo del centro de trabajo donde se encuentre la restricción.

- Para evitar o eliminar las operaciones efectuadas para corregir defectos se deben evitar las fallas en: materiales con un buen uso y control a su ingreso, en mano de obra con moldes o matrices (estandarización de medidas), en herramientas y máquinas con mantenimiento preventivo. ya que problemas de este tipo no solo puede llevar a reprocesos sino también problemas en la calidad del producto.
- Se debe reducir o eliminar las operaciones de preparación y/o alistamiento tanto maquinaria como de herramientas, realizando mejoras como:

Eliminar los tiempos de medición por parte del soldador, dándose al operario la facilidad de tener fijas o a la mano las matrices con las cuales trabaje para ensamblar las piezas.

Reducir el tiempo de espera del pintor (aprox. 15 min) en la eliminación de la nube de polvo con una cabina que le brinde movilidad y un extractor para que recoja toda la pintura que queda en el aire.

Reducir el tiempo por cambios de pintura, el pintor debe generar un plan diario de pintura que establezca los productos en proceso que requieran el mismo color.

- Las herramientas deben colocarse de antemano donde se necesitan, para no tener que buscarlas.
- Dentro de las políticas de producción se estableció que si es iniciada la fabricación de un producto se debe terminar así mismo, sin tener interrupciones que alteren el flujo y/o ritmo de fabricación, ya que si no es de esta manera no servirá de nada la programación de la producción y se generará un incremento en el inventario de productos en proceso.
- Para disminuir el tiempo de transporte es necesario buscar una mejor distribución de planta teniendo en cuenta la reducción de las distancias entre los departamentos que tienen una mayor relación, esta reducción se podría conseguir también uniendo centros u operaciones para así disminuir el número de transportes. En la práctica se adelantaron actividades que dieron inicio a la propuesta de redistribución, localizando el centro de trabajo de armado en el primer piso, cuyo resultado generó la reducción de los recorridos de 24 metros a 8 metros (la fabricación del producto inicia en el segundo y termina en el primer piso sin volver a subir) Ver plano 2.
- Otra forma de disminuir los tiempos en transporte es utilizar medios que faciliten el transporte de un volumen de producto en proceso de un centro a otro, lo que reduciría el número de desplazamientos por parte del operario. En la empresa se facilitó la construcción de dicho medio de transporte debido a que contaba con la maquinaria para fabricarlo, este consta de una estructura metálica en forma de cajón con varios compartimentos para poner los tubos en diferentes posiciones y unos rodachines de goma que facilitan su traslado.
- Se redujo el tamaño de lote de fabricación para que las operaciones sobre un producto determinado fueran mas eficientes, ejemplo en productos como la sillas deportiva que se fabricaba en lotes de doscientas, se redujo a 50 sillas, lo cual además de ayudar a disponer

del producto en cualquier momento para su venta, se redujo el tiempo que este se encuentra dentro del proceso.

#### 5.4.5 Despilfarro tipo máquinas.

Para identificar el nivel de utilización de las máquinas durante el día, fue necesario observar durante 15 días hábiles las máquinas y equipos que se muestran en el cuadro 3. En el momento de terminar el periodo en estudio, se identificó que el porcentaje de utilización de los equipos variaba de acuerdo al tipo de producto que se estuviera fabricando en el momento, lo que arrojó los resultados del cuadro 15.

**Cuadro 15. Utilización de la Maquinaria**

<b>MÁQUINA O EQUIPO</b>	<b>% DE UTILIZACION POR DIA (8 HORAS)</b>	<b>DESEMPEÑO</b>
Troqueladora	10	Bueno
Horno Industrial	60	Bueno
Equipo de Pintura Electroestática	35	Bueno
Compresor	75	Bueno
Cortadora	55	Bueno
Taladro Manual	20	Bueno
Máquina Neumática	45	Bueno
Cizalla	50	Bueno
Esmeril	9	Bueno
Pulidora	45	Bueno
Taladro de árbol	60	Bueno
Equipo de Soldadura (Hobart Iron 250)	90	Bueno
Equipo de Soldadura ( Arcwald mig 250)	85	Bueno
Dobladora	65	Bueno

*Fuente: Datos procesados por el autor*

El equipo de soldadura muestra un alto porcentaje de ocupación con un 85 a 90 por ciento, esta clase de equipo se encuentra en un centro trabajo donde se considera que puede encontrarse un recurso restrictivo importante debido a que un 90% de los productos que se fabrican en la empresa requieren de la soldadura.

El uso de la maquinaria es el adecuado además se cuenta con un porcentaje de utilización de las máquinas bueno.

- Además de los resultados anteriores se observó que otros recursos como las cabinas de pintura y mesa para soldadura no son utilizados.
- La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo.
- En el tiempo de estudio no se presentaron fallas o problemas en la calidad de los productos ocasionados por las máquinas, en la mayoría de las veces los problemas se presentaban por la baja precisión en las medidas o del mismo diseño.

#### **5.4.6 Reducción o eliminación de despilfarros tipo máquina**

- El primer paso que se debe seguir para evitar que se presenten despilfarros de tipo máquina es el de implantar un programa de mantenimiento preventivo.
- En ocasiones la sección de pintura se presenta como un recurso restrictivo (depende de la mezcla de productos y la variedad de pinturas), en el futuro con el incremento de demanda puede convertirse en un mayor problema, esto debido a que la capacidad de los demás centros es relativamente fácil de aumentar mientras que a este recurso resulta complicado hacerlo.

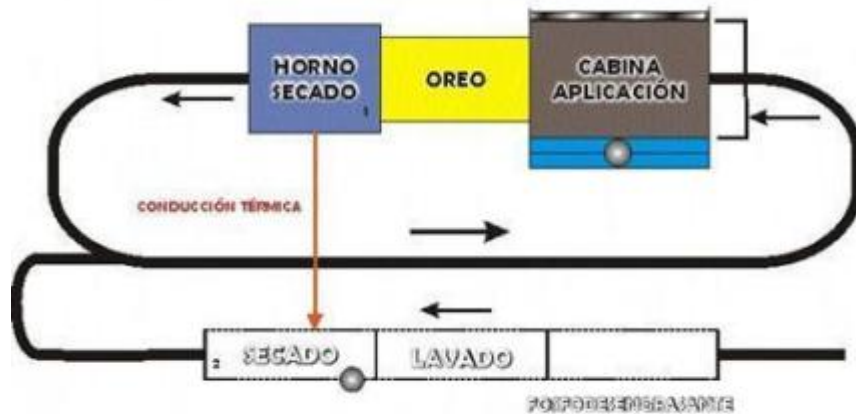
De otra forma existen en el mercado mecanismos o equipos que pueden hacer reducir este tiempo de una hora a quince minutos.

De acuerdo a una investigación realizada se encontró que para lograr una adherencia total de la pintura a la pieza es necesario hacerla llegar a una temperatura determinada que varía desde los 150 grados a los 210 grados, este grado de temperatura al que se debe llevar la pintura varía dependiendo según el tipo de pintura que se está utilizando y el tipo de horno. También se identificó que existe un riesgo en el horneado de las piezas y es el llevarlas a temperaturas menores pues no se produciría el verdadero "ANCLAJE". Al no presentarse esta situación la pintura se sale y se salta.

La duración del horneado depende del espesor de la pieza metálica, se encontró que basta con que la pieza llegue a una temperatura para que el proceso químico de curado se produzca. Por ejemplo Para chapas y acero de 1.5 mm de espesor la duración será aproximadamente 17 min. Y para aceros de 5 mm de espesor la duración del horneado será de 30 min.

En la empresa existe una debilidad en cuanto a los mecanismos y la forma de trabajo utilizada para el secado de las piezas, presentado por el tipo de horno que se está utilizando, ya que es una estructura hechiza, por otro lado este mecanismo no alcanza temperaturas tan altas en corto tiempo como si lo hacen hornos con nuevos mecanismos que se encuentran en el mercado (figura 13), estos problemas conllevan a que para el secado de un grupo de productos se tenga que esperar entre una hora y una hora y cuarto, lo que podría en un momento dado afectar los tiempos de entrega del producto.

**Figura 13. Mecanismo de secado**



*Fuente: Equintec Ltda.*

Estudiando la razón anterior, la empresa tiene como necesidad bastante significativa la compra de un horno de secado en la sección de pintura (ANEXO H), con este cambio se busca:

- Acceso a un menor volumen de productos secados por lote.
- Disminución de polvo electrostática esparcido
- Reducción en el tiempo de secado de un grupo de productos
- Aislamiento del calor
- Reducción o eliminación de los alistamientos (riel)
- Eliminación en los tiempos de transporte. (riel)
- Estimación permanente de la temperatura alcanzada

#### **5.4.7 Despilfarro tipo material**

- No existe un manejo controlado de productos en proceso, esto se refleja en el nivel de óxido con el que llegan algunos productos a pintura. Desde este punto de vista también se presenta un despilfarro de tiempo en limpieza, ya que producto que llega oxidado a este centro de trabajo se tiene que lijar para ser posteriormente pintado, el uso inadecuado de

materiales genera un problema en la calidad del producto lo que obliga a realizar una o mas operaciones adicionales para darle solución.

- El nivel de inventario de producto terminado es grande debido a que se producen volúmenes altos de algunos artículos con el fin de protegerse de grandes demandas, algunas veces sin tener en cuentas si el comportamiento de la demanda del producto va en aumento o declinando. En ciertos casos, se elaboran productos en la planta que pueden tener un ciclo de vida corto por diferentes causas, por ejemplo, las silla camarógrafo fue un articulo que tuvo buena acogida por un periodo muy corto de tiempo (por moda), por esta razón es muy riesgoso mantener inventarios tan altos. El inventario es un capital invertido con una rentabilidad de cero y gastos de mantenimiento elevados.

- Además de que se manejan grandes volúmenes de inventario, no se tiene un control detallado de los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.

- Se presentan demoras en el proceso generadas por eventos como:

La materia prima no esta en el momento en que se necesita, debido a la mala programación o a que el proveedor se compromete a entregar el material en un tiempo determinado y lo incumple.

Los materiales llegan a la fábrica con especificaciones diferentes a las requeridas en el producto, se presentaban ocasiones en que el proveedor e incluso el mensajero entregaban los materiales con dimensiones diferentes a las que se solicitaban y se tenían que devolver (ejemplo, solicitud de tubería con calibre 20 y llegaban de 22)

- En algunos productos se tienen que realizar cortes con medidas sobredimensionadas para posteriormente recortarlas, esto con el fin de

evitar que hayan problemas de dimensión en el producto, esto ocurre debido a que en ciertos productos no se tienen medidas y procesos estandarizados.

- En la sección de corte queda una parte de los tubos que no es utilizada ya que estos no cumplen con las medidas necesarias para darles uso (Retal).

#### **5.4.8 Reducción o eliminación de despilfarros tipo material**

- Una de las ventajas que brindan los materiales como el tubo (material mas utilizado por la empresa), es la de contar con proveedores que tienen periodos de entrega muy cortos, en la mayoría de los casos de un día, ya que dan la posibilidad de reducir en gran parte los inventarios.

Lo que muestra que con el comportamiento de demanda de los pedidos de productos y los tiempos de entrega que se establecen para su entrega se pueden reducir los inventarios al punto de tener solo los materiales necesarios para cumplir con los pedidos realizados en el corto plazo, para lograr lo anteriormente dicho es necesario tener conocimiento de las medidas específicas del material que requiere cada producto y la cantidad que se debe pedir por el determinado volumen que se pretenda producir. En la práctica se identificaron las medidas estándares de cada uno de los materiales que se necesitan para la fabricación de los productos en estudio, las cuales se muestran en cada una de las fichas del producto (figura 32). Por otra parte también se creo la herramienta informática mostrada en la Figura 34. que realiza el cálculo de materiales.

- Enseguida de hacer la reducción de materia prima se deben empezar a llevar controles sobre las existencias de cada material con el fin de tener certeza en tiempo real de la cantidad de materiales que hay para poder

saber en que momento y cuanto se debe pedir, con lo anterior también se podrán reducir los inventarios de productos en proceso ya que se tendrá el suministro en el momento que se necesite lo que asegurará el flujo en el proceso. Las acciones tomadas para la situación anterior se contemplan en el capítulo “9. Control de inventarios”.

#### **5.4.9 Despilfarro tipo seguridad**

- No se cuenta con un sistema de seguridad industrial. No se han utilizado planes para controlar las causas de mayor accidentalidad.
- La falta de algunos elementos de seguridad pueden ocasionar accidentes de trabajo que lleven a disminuir la capacidad de mano de obra necesaria.
- Se deben mejorar las condiciones en el ambiente de trabajo. Condiciones generadas por el vapor del horno que entra en contacto con la placa y los rayos de sol que se inciden en las tejas hacen que se presenten altas temperaturas en el segundo piso, lo que se puede reflejar en un bajo rendimiento de los operarios.

#### **5.4.10 Reducción o eliminación de despilfarros tipo seguridad**

- Para eliminar los despilfarros de tipo seguridad es necesario como primera medida crear un programa de salud ocupacional en el que participe tanto el área administrativa como el área operativa, este es un proceso que se lleva a largo plazo, pero es muy necesario tanto para la empresa como beneficio de los empleados.

Dentro de este programa se debe contemplar desde el suministro de implementos de protección como la instalación de mecanismos que disminuyan los riesgos.

- Debe proveerse de medios para mejorar la luz pues esto afecta en la calidad del producto resultante (departamento de pintura).

#### **5.4.11 Despilfarro tipo calidad**

- Los problemas de calidad se presentan en la mayoría de los casos por la falta de estandarización de medidas y procesos.
- También se presentan problemas por malos materiales (telas) o por el mal uso de ello.

#### **5.4.12 Reducción o eliminación de despilfarros tipo calidad.**

- Principalmente se debe buscar la reducción de este tipo de despilfarro concientizado a los empleados sobre la importancia que tiene este concepto y la relevancia que tiene dentro de los procesos de la empresa.

### **5.5 ESTUDIO DE TIEMPOS**

Los volúmenes que actualmente está manejando la empresa hacen importante el grado de precisión de los tiempos estándares, debido a que el ahorro de segundos o minutos involucrados en la fabricación de un producto con respecto a un volumen considerable lo hace un factor importante, pues ocasionarán un efecto importante dentro del costo del producto.

El estudio de métodos y tiempos tiene gran importancia, pues los resultados que se obtienen en este estudio son la base para:

- Identificar métodos de trabajo y tiempos requeridos para efectuarlo.
- Medir la eficacia de la mano de obra.
- Determinar programas de trabajo eficientes necesarios para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.
- Obtener información que brinde facilite la elaboración de los presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
- La identificación de las restricciones en el sistema y sus capacidades.
- La creación de sistema de costos estándar; los altos costos de los servicios y de los materiales que se gastan durante el proceso de producción hacen importante la información del tiempo empleado.

Como se había comentado anteriormente la empresa maneja una amplia gama de productos lo que significaría un estudio para cada referencia, lo cual llevaría a una realización extensa en cuanto a tiempo y costos; en el análisis de productos se identificaron aquellos productos que brindan mayor ingresos por ventas, estos productos serán los representativos para hacer el estudio de tiempos, además estos servirán como base para estimar los tiempos de otros productos.

Estos artículos son los siguientes:

- Ropero.
- Camarote Olímpico.
- Silla deportiva

- Cama y mesa de noche Valentina 1.40
- Mesa escuadra con alas
- Silla Reclinomática.

**5.5.1 Toma de tiempos.** Para iniciar el estudio se realizó una reunión en la que se especificó a los empleados las actividades que se iban a realizar, los objetivos que se tenían y los beneficios que esto tendría para la empresa.

Al determinar cada uno de los procedimientos realizados durante el proceso de fabricación se concluyó que el método más conveniente para el estudio de tiempos era el de cronómetro ya que las actividades son fácilmente identificables, fáciles de dividir, el método no es muy complejo, es fácil de entender para cualquier persona y los resultados sirven como base para calcular el costo estándar de los productos estudiados.

**5.5.2 Valoración.** Antes de iniciar a tomar los tiempos para el estudio se identificó el ritmo normal del operario para tener un punto de referencia y poder realizar las valoraciones pertinentes según sea la eficiencia del operario la cual es expresada en forma de porcentaje, esta indica la relación que existe entre el trabajo observado y la que se haya considerado como normal.

La valoración de cada uno de los tiempos (por elemento) que se tomaron se realizó de la siguiente manera;

- Si el ritmo del operario es inferior al normal se le da un porcentaje menor del 100%.
- Si el ritmo del operario es el normal se le da un porcentaje igual al 100%.
- Si el ritmo del operario es superior al normal se le da un porcentaje mayor al 100%

**5.5.3 Tiempo Normal (TN).** El tiempo normal es el tiempo que se invierte en realizar una operación a un ritmo tipo.

Los tiempos normales de cada una de las operaciones se obtuvieron según la siguiente relación:

$$TN = \frac{\text{Tiempo}_{\text{ Observado}} * \text{Valoracion}}{100}$$

**5.5.4 Suplementos.** El muestreo del trabajo consiste en efectuar durante cierto periodo de tiempo un número de observaciones del grupo de operarios de la empresa. En cada observación se registra lo que ocurre en el instante y el porcentaje de observaciones correspondientes a determinadas actividades o demoras da la medida del porcentaje de tiempo durante el cual ocurre esa actividad o demora.

Los suplementos son cantidad de tiempo agregado al tiempo normal para prever las necesidades personales, fatiga y retrasos inevitables (ANEXO B).

**5.5.5 Tiempo Tipo (TT).** El tiempo tipo es el tiempo total invertido en la ejecución de una tarea al ritmo tipo, el cual debe contener el contenido del trabajo y los suplementos.

El tiempo tipo por operación se ha calculado según la siguiente formula y puede observarse en las tablas de tiempos normales y tiempos tipo del ANEXO C.

$$TT = \text{Tiempo}_{\text{ Normal}} * (1 + \text{Suplementos})$$

Al observar el tiempo tipo resultante del estudio realizado (ANEXO C) se puede identificar que la operación más demorada varía dependiendo del tipo de

producto que se esté fabricando en el momento, así como se puede ver que en el ropero la operación más demorada la realiza el área de soldadura, no se presenta la misma situación en la silla reclinomática cuya operación es el armado.

## 6. PLANIFICACION DE CAPACIDADES

La planificación de la capacidad es fundamental para el éxito de una empresa. Este análisis de capacidad es de gran importancia debido a que la capacidad excesiva puede ser tan fatal como la capacidad insuficiente.

Al escoger una estrategia de capacidad, en la empresa se deben analizar preguntas como:

- ¿Qué porcentaje de capacidad se necesita para manejar la demanda incierta y variable?
- ¿Debemos expandir la capacidad antes de que la demanda se manifieste claramente o es mejor esperar hasta que la última se profile con mayor certeza?

Para contestar las anteriores interrogantes se debe desplegar un método que permita desarrollar una estrategia de capacidad que sea apropiada para cada situación.

Se habla de cada situación, ya que la empresa no fábrica un solo producto o productos homogéneos en los cuales pueda ser fácilmente calculada la capacidad con la identificación de un recurso restrictivo en un momento determinado, es decir, que en la planta siempre se fabrican diferentes mezclas de productos, que hacen que el recurso restrictivo se encuentre flotante de un centro a otro.

Para hacer una estimación de la capacidad máxima de producción del sistema de Metálicas Zuluaga no solo es necesario conocer la capacidad, el tiempo de fabricación o incluso el recurso restrictivo en un solo producto que se planea fabricar, es necesario tener conocimiento de esta información para todos los

productos, para saber que capacidad tiene el sistema en conjunto para fabricar una determinada mezcla de productos en un tiempo establecido.

Debido a la complejidad que hay en la determinación de la capacidad de este sistema por la variada gama de productos con que cuenta la empresa, fue necesario utilizar medios informáticos que pudieran mostrar de una forma mas acertada si la empresa puede cumplir con una demanda proyectada.

## 6.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Para realizar el cálculo de la capacidad instalada de cada uno de los centros de trabajo (en horas/mes) se tuvo que iniciar de la obtención del tiempo teórico de trabajo. En los cuadros 16 y 17. Se puede observar claramente la programación de las jornadas de trabajo normales, así como horas extras diurnas y nocturnas durante la semana.

**Cuadro 16. Jornada de trabajo normal y extra de la empresa**

JORNADA	HORARIO	TOTAL HORAS
Diurna Normal	7:30 am - 12:00 m	4,5 hr
	1:30 pm - 6:00 pm	4,5 hr
Diurna Extra	6:00 pm - 9:00 pm	3 hr

*Fuente: Reglamento Interno de la empresa*

Ya reconocido el tiempo del turno de trabajo, se definió la fuerza de trabajo para cada uno de los centros de trabajo (ver cuadro 4, personal operativo). Esta se ha determinado de acuerdo a la cantidad de operarios por operación o según el equivalente de máquinas por centro de trabajo, pues operaciones como el horneado de pintura no pueden aumentar la capacidad por agregar un operario si no se cuenta con una máquina adicional para el trabajador.

**Cuadro 17. Tabla de programación de turnos normales de lunes a sábado**

<b>TIEMPO DEL TURNO DE TRABAJO (horas)</b>					
	<b>Corte</b>	<b>Soldadura</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Pintura</b>	<b>Armado</b>
Normal	9	9	9	9	9
Extra Día	0	0	0	0	0
Descanso Día	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

*Fuente: Datos Procesados por el autor*

Por esta razón se pueden definir según las características del área, el número de operarios o máquinas que dan la capacidad del centro de trabajo; esta información al igual que la anterior es completamente modificable por parte del planeador de la producción.

En el siguiente cuadro se puede observar la composición de la fuerza de trabajo y su tiempo en mantenimiento mensual.

**Cuadro 18. Fuerza de trabajo y tiempo en mantenimiento mensual**

<b>Centro de trabajo</b>	<b>Número de Recurso (Operario - Máquina)</b>	<b>Pérdidas por mantenimiento (h/mes)</b>
Corte	1	1
Soldadura	1	4
Limpieza	1	0
Pintura	1	4
Armado	2	2

*Fuente: Datos de aseo y limpieza de cada área*

El tiempo definido por pérdidas por mantenimiento fue manejado de acuerdo a estimaciones generadas a partir del tiempo promedio en aseo y limpieza en los meses de agosto a diciembre y datos basados en la información suministrada por la gerente y los operarios.

La capacidad instalada<sup>20</sup> está dada por el número de horas de trabajo que se pueden realizar (suponiendo que durante el tiempo de trabajo no se produce ninguna parada o inmovilización de los puestos de trabajo) menos las pérdidas totales por mantenimiento de los medios de trabajo, de esta manera la capacidad instalada en horas hombre es:

$$C_i = \sum(n_i * 30 * 24) - \sum(n_i * g_i)(h/mes)$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, m$  ; Número de sitios de trabajo

$n_i$  ; Número de sitios de trabajo del mismo tipo.

30 ; Días en el mes (día/mes)

24 ; Horas en el día (h/día)

$g_i$  ; Pérdidas estándares por mantenimiento de los medios de trabajo (h/sitio de trabajo)

$$C_i = (6 * 30 * 24) - (1 + 4 + 0 + 4 + 2 + 2) = 4307 \text{ (Horas/mes)}$$

$$G_1 = g_i * n_i = 1 + 4 + 0 + 4 + 2 + 2 = 13 \text{ (Horas/mes)}$$

La capacidad máxima de producción y que esta prevista con los medios de trabajo actuales esta dada en 4307 horas/mes, esta capacidad puede modificarse de acuerdo a la inclusión de mas recursos como maquinaria y/o mano de obra.

---

<sup>20</sup> KALENATIC Dusko – BLANCO Luis Ernesto, Aplicaciones computacionales e producción, Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas

## 6.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE DE PRODUCCIÓN PARA EL NIVEL DE PLANEACIÓN CONVENIENTE

Para el análisis de la capacidad utilizada, en la práctica no fue posible llevar un seguimiento a cada centro de trabajo durante un periodo determinado, ya que al manejar la variedad de productos y no haber una unidad de medida que sirva para todos (ejemplo, kilogramos o unidades si se fabrica un solo producto) se volvía muy complejo hacerlo, sin embargo fueron identificadas cada una de las variables que afectan el número de horas reales en fabricación, durante el periodo de un mes se obtuvieron las pérdidas por mantenimiento en horas (Cuadro 18) y otros factores Identificados como  $G_2$ ,  $G_3$  y  $G_4$ , los cuales agruparán las condiciones que se muestran a continuación.

La capacidad disponible para el mercado no es igual a la capacidad instalada, pues influyen varios factores que la hacen ser menor, la capacidad disponible esta influenciada por las condiciones de la producción, estas condiciones son;

- El manejo de un solo turno de trabajo de 9 horas.
- Los días no laborales del año y el tiempo de duración del turno de trabajo en la empresa.
- El descanso a mitad de jornada: en la empresa se concede un descanso por la mañana y otro por la tarde de 15 min. Cada uno, habrá que descontar 30 min. Por cada operario por día.
- Horas pérdidas por ausentismo: en ocasiones se presenta la falta de presencia de algún trabajador en una determinada área
- Motivación del personal: este factor debe tenerse en cuenta ya que varia dependiendo del rendimiento del personal

- Pérdidas organizacionales y pérdidas por factores de fuerza mayor: al comienzo y al finalizar la jornada de trabajo en ocasiones se presentan demoras por falta de materiales, producto en proceso, herramientas, entre otros.

- Pérdidas por alistamiento de los operarios al inicio de la jornada, 15 minutos.

Para el cálculo de la capacidad disponible de la planta se han definido tres factores más aparte de la pérdida en tiempo por mantenimiento, las cuales agruparon algunas de las condiciones anteriores definidas de la siguiente manera:

- Pérdida definida por la no asistencia de los trabajadores, por incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas, ( $G_2$ ).
- Pérdidas en el tiempo por factores organizacionales en el proceso de producción, ( $G_3$ ).
- Pérdidas en el tiempo por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen al estancamiento y espera en los sitios de trabajo y que no dependen de los productores sino de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, Falta de gas, etc.), ( $G_4$ ).

Para definir cada uno de los factores anteriores se ha realizado una estimación que ha partido del formato de retardos o ausencia del personal (ANEXO G), de las cartas de permisos aceptados, del tiempo promedio perdido por la falta de energía ocurrida de agosto a diciembre y de un tiempo de pérdidas por factores organizacionales generado a partir de la experiencia de la gerente, a lo que se concluyó que  $G_2= 9$  horas,  $G_3= 10$  horas y  $G_4= 3$ .

Teniendo los anteriores datos se pudo determinar que el factor de utilización para cada centro de trabajo esta dado de la siguiente forma:

$$U = \frac{\text{Numero\_de\_horas\_productivas}}{\text{Numero\_de\_horas\_reales}}$$

Número de horas reales = 9 horas

### **Corte**

Número de Horas productivas por día =  $9 - 0.75 - (1 + \frac{9+10+3}{6}) / 26 = 8.07$

$$U_{Corte} = \frac{8.07}{9} = 0.896$$

### **Soldadura**

Número de Horas productivas por día =  $9 - 0.75 - \frac{(4 + \frac{9+10+3}{6})}{26} = 7.95$

$$U_{Corte} = \frac{7.95}{9} = 0.883$$

### **Limpieza**

Número de Horas productivas por día =  $9 - 0.75 - \frac{(0 + \frac{9+10+3}{6})}{26} = 8.10$

$$U_{Corte} = \frac{8.10}{9} = 0.90$$

## Pintura

$$\text{Número de Horas productivas por día} = 9 - 0.75 - \frac{(4 + \frac{9+10+3}{6})}{26} = 7.95$$

$$U_{\text{Corte}} = \frac{8.2}{9} = 0.924$$

## Armado

$$\text{Número de Horas productivas por día} = 9 - 0.75 - \frac{(2 + \frac{9+10+3}{6})}{26} = 8.03$$

$$U_{\text{Corte}} = \frac{8.03}{9} = 0.892$$

Calculo de la capacidad disponible<sup>21</sup>:

$$Cd = \sum_{i=1}^m ni * dh * ht * nt - (G_1 + G_2 + G_3 + G_4)(h / mes)$$

Donde;

$D_h$  = Días hábiles del mes/año

$h_t$  = Número de horas por turno (h/turno), teniendo en cuenta el descuento por descansos 0.5 horas

$n_t$  = Número de turnos según las condiciones de producción

---

<sup>21</sup> KALENATIC Dusko – BLANCO Luis Ernesto, Aplicaciones computacionales e producción, Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas

### 6.3 CAPACIDAD DISPONIBLE PARA CADA UNO DE LOS DEPARTAMENTOS

#### Corte

$$Cd_{Corte} = 1 * 25 * 1 * (9 - 0.75) - (1 + \frac{9 + 10 + 3}{6}) * 1 = 201.25 \text{ (Horas/mes)}$$

#### Soldadura

$$Cd_{soldadura} = 1 * 25 * 1 * (9 - 0.75) - (4 + \frac{9 + 10 + 3}{6}) * 1 = 198.25 \text{ (Horas/mes)}$$

#### Limpieza

$$Cd_{Limpieza} = 1 * 25 * 1 * (9 - 0.75) - (0 + \frac{9 + 10 + 3}{6}) * 1 = 202.25 \text{ (Horas/mes)}$$

#### Pintura

$$Cd_{Pintura} = 1 * 25 * 1 * (9 - 0.75) - (4 + \frac{9 + 10 + 3}{6}) * 1 = 198.25 \text{ (Horas/mes)}$$

#### Armado

Debido a que uno de los operarios de armado solo trabaja medio tiempo se ha definido la capacidad de la siguiente manera;

$$Cd_{Armado-1} = 1 * 25 * 1 * (9 - 0.75) - (2 + \frac{9 + 10 + 3}{6}) * 1 = 200.583 \text{ (Horas/mes)}$$

$$Cd_{\text{Armado-2}} = 1 * 25 * 1 * 4.25 - (2 + \frac{9+10+3}{6}) * 1 = 100.583 \text{ (Horas/mes)}$$

$$Cd_{\text{Total-Armado}} = 200.583 + 10.583 = 301.375 \text{ (Horas/mes)}$$

Teniendo la capacidad disponible en unidades de tiempo, se pudo construir un modelo matemático que aplicara la programación lineal y que definiera el volumen óptimo de producción de los productos para conseguir maximizar la utilidad de la siguiente manera:

Función Objetivo: Maximizar utilidades

$$\text{Max Ut}_{\text{total}} = \sum_{j=1}^p Ut_j * X_j$$

Sujeto a:

$$1) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{J=1}^p K_{ij} * X_j \leq Cd_i$$

2)

$$X_j \leq D_i$$

3)

$$X_j \geq 0$$

Donde:

$i = 1$  (Corte),  $2$  (Soldadura),  $3$  (Limpieza),  $4$ (Pintura) y  $5$ (Armado)

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots, P.$

$Ut_j$  = Margen de utilidad del producto  $j$

$X_j$  = Cantidad Óptima del producto  $j$

$K_{ij}$  = Tiempo en el centro de trabajo  $i$  del producto  $j$

$Cd_i$  = Capacidad disponible del centro de trabajo  $i$

$D_i$  = Pronostico de demanda del producto  $j$

$P$  = Producto

El modelo matemático se introdujo en la herramienta de Microsoft Excel llamada Solver, la cual permite determinar el valor máximo o mínimo de una celda cambiando otras celdas, este modelo tiene en cuenta variables como la capacidad de fabricación de cada área, el tiempo de fabricación del producto, el ingreso en pesos de cada producto, pronósticos de venta, etc. Ver Figura 10.

El modelo está sistematizado para resolver la problemática que se plantea a la hora de decidir cual seria la mezcla óptima de productos que se debería fabricar para utilizar en la forma más eficiente los recursos disponibles (mano de obra) y de esta manera obtener el máximo nivel de utilidades.

Para poder utilizar la herramienta de planeación (la cual trabaja sobre el modelo matemático descrito anteriormente) se requiere:

- Que el nivel de seguridad de Excel sea medio o bajo (menú herramientas, selección macro/seguridad) ya que si el nivel de seguridad fuera alto, al abrir el archivo se deshabilitarían los macros que tiene la hoja de calculo automáticamente, sin preguntar.
- Se debe tener activado el complemento Solver el cual es el que permitirá realizar la optimización de la producción (menú herramientas, opción

complementos en la casilla Solver).

En la plantilla se ha definido un “objetivo” a maximizar que en este caso será maximizar las utilidades, sujeto a las limitaciones o restricciones mencionadas anteriormente..

#### **6.4 MANEJO DE LA HERRAMIENTA**

En la hoja de cálculo “identificación de las restricciones del sistema” (Figura 14) se deben ingresar el listado de productos que se desean incluir en el análisis, la cantidad de turnos, el número de días laborales en el mes, el máximo de cantidades demandadas en el mes, el margen de contribución de cada producto unitario (representa la diferencia entre precio de venta y costo del producto) y la cantidad de operarios en cada área expresados en porcentaje ej. Si se maneja un operario en soldadura se escribe 100%, si son 2 un 200% así sucesivamente.

Seguidamente, de realizar las anteriores operaciones se selecciona la casilla “norma de trabajo para cada producto” Figura 15. La cual tiene un hipervínculo que lo enviará a dicho destino.

En esta hoja se incluyen los tiempos de fabricación de cada uno de los productos que se requieren fabricar, la hoja totaliza el tiempo de elaboración de cada producto y muestra el resultado

Para manejar y mostrar el comportamiento y la variabilidad de la capacidad de la empresa y los volúmenes de productos óptimos que se pueden fabricar, si se hacen variaciones ya sea contratando mas personal, aumentando el número de turnos, aumentando el número de horas de trabajo o incluso cambiando el margen de contribución de cada producto fabricado fue necesario realizar enlaces que pudieran variar los resultados de capacidad a medida en que se

realizan cambios, de esta manera se generan resultados como los que se muestran en la Figura 14.

**Figura 14. Identificación De Las Restricciones Del Sistema**

**IDENTIFICACION DE LAS RESTRICCIONES DEL SISTEMA**

Norma de trabajo para cada producto

Determinar la capacidad

Meta:  
 Maximos ingresos  
 Maxima Utilizacion de la capacidad

Cantidad de turnos de trabajo	1
Días laborables en el mes	26

**TIEMPO DEL TURNO DE TRABAJO (horas)**

	Corte	Soldadura	Limpieza	Pintura	Armado
Normal	9	9	9	9	9
Extra Día	0	0	0	0	0
Descanso Día	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

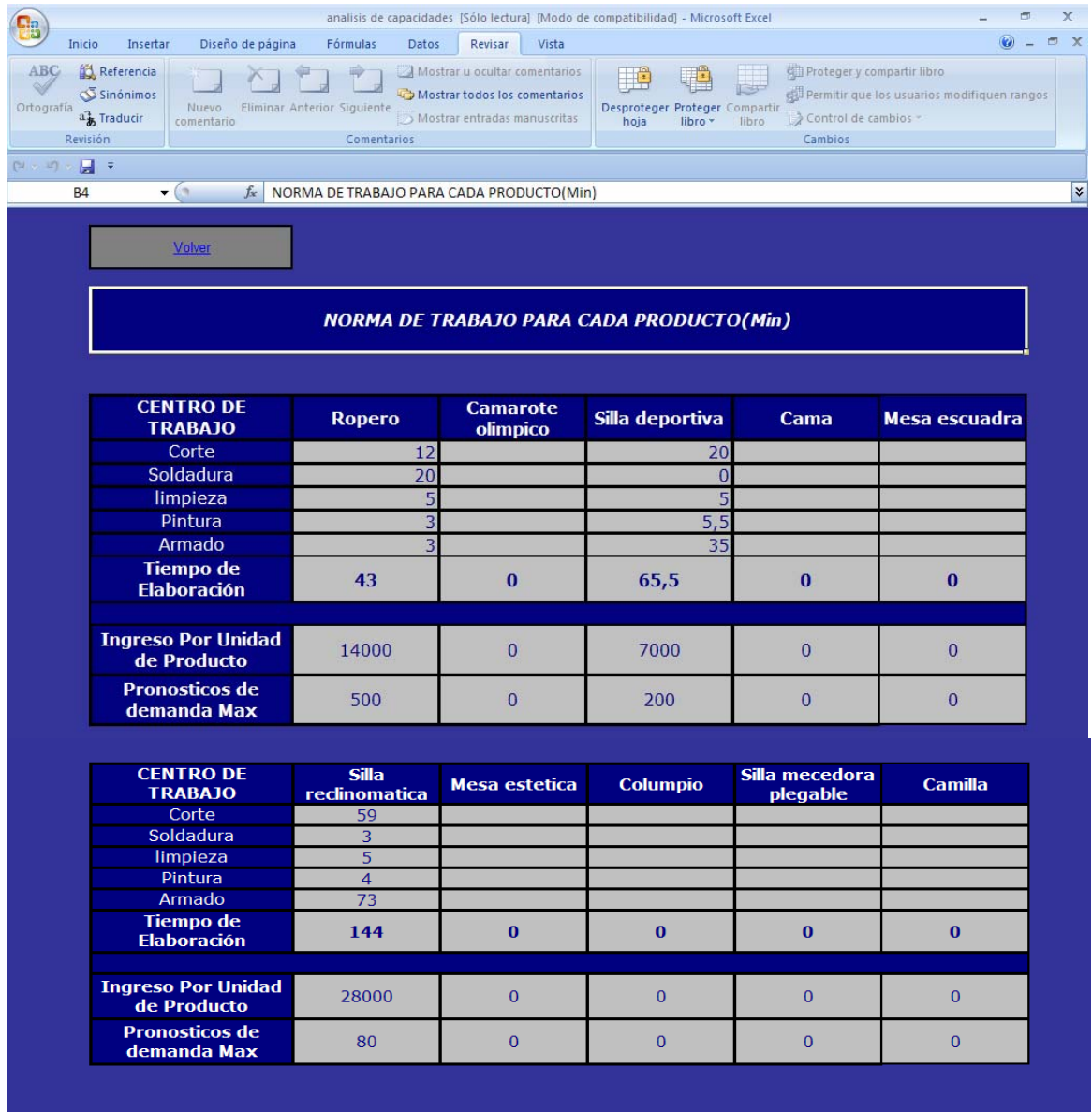
CENTRO DE TRABAJO	Numero de Recurso (Operario-Maquina)	Perdidas por mantenimiento (Horas/mes)	G1
Corte	100%	1	1
Soldadura	100%	4	4
limpieza	100%	0	0
Pintura	100%	4	4
Armado	150%	2	3

PERDIDAS TOTALES (HORAS/MES)		
PERDIDAS POR AUSENTISMO (G2)	PERDIDAS POR FACTORES ORGANIZACIONALES(G3)	PERDIDAS POR FACTORES EXTERNOS (G4)
9	10	3

PRODUCTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO	MARGEN DE UTILIDAD	PRONOSTICO
Ropero	14000	500
Camarote olimpico		
Silla deportiva	7000	200
Cama		
Mesa escuadra		
Silla reclinomática	28000	80

*Fuente: datos obtenidos del gerente, formato de ausencias y precios de los productos.*

**Figura 15. Norma de trabajo de cada producto**



Fuente: Datos obtenidos a partir del estudio de métodos y tiempos.

Finalmente para optimizar debe seleccionar la casilla máximos ingresos o máxima utilización de la capacidad e ir al menú herramientas/Solver en donde se mostrará un cuadro como del de la Figura 17.

**Figura 16. Capacidad de la planta**

CAPACIDAD DE LA PLANTA		
	Horas/mes	Min/mes
<b>Capacidad Instalada de la Planta</b>	3948	236880
<b>Capacidad Disponible Para Cada Area de Trabajo</b>		
Capacidad disponible corte:	216	12960
Capacidad disponible Soldadura:	213	12780
Capacidad disponible limpieza:	217	13020
Capacidad disponible de pintura:	213	12780
Capacidad disponible de armado:	322,5	19350
<b>Capacidad Disponible de la planta</b>	<b>1181,5</b>	<b>70890</b>

*Fuente: Datos arrojados por el software Excel*

**Figura 17. Parámetros de Solver**

**Parámetros de Solver**

Celda objetivo:

Valor de la celda objetivo:

Máximo  Mínimo  Valores de:

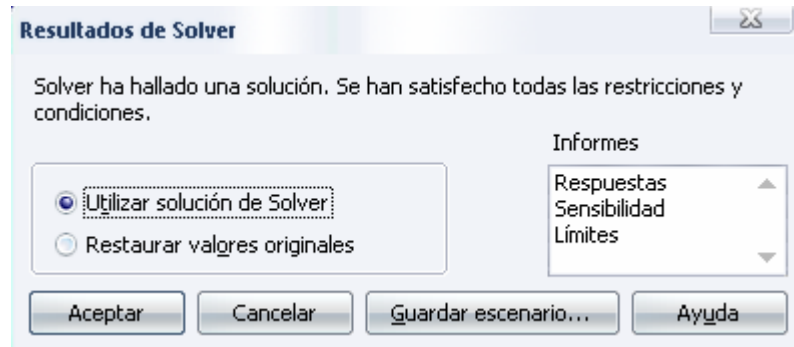
Cambiando las celdas:

Sujetas a las siguientes restricciones:

*Fuente: Herramienta complemento de Excel*

Teniendo esta ventana abierta se da clic en “resolver” y luego aceptar en el cuadro siguiente Figura 18.

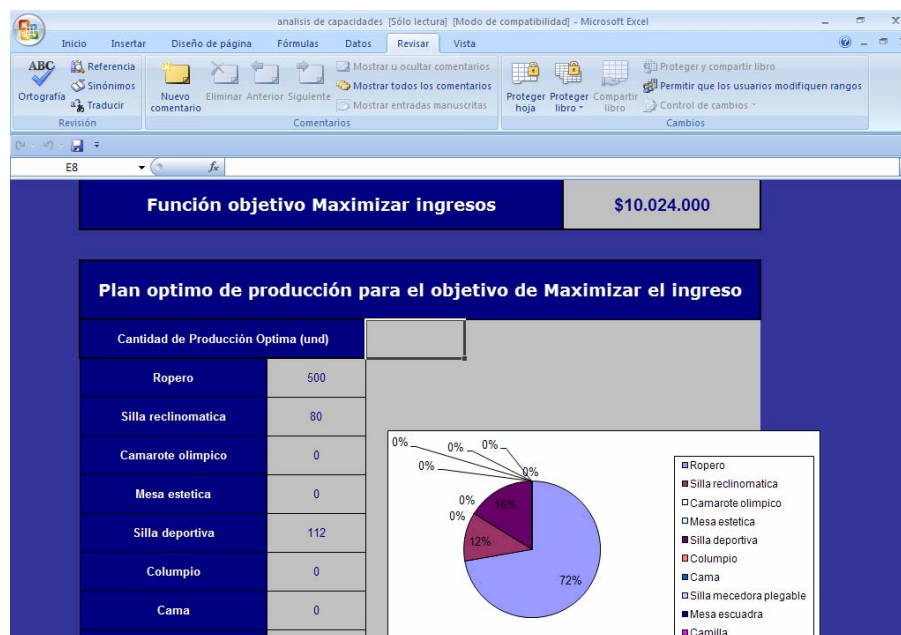
**Figura 18. Resultados de Solver**



*Fuente: Herramienta complemento de Excel*

Los resultados se mostrarán en la parte inferior de la hoja de plan óptimo de producción, como se muestra en la Figura 19. Además podrá visualizar en un gráfico el porcentaje de productos elaborados de una referencia con respecto al total de los que se deberían elaborar en el mes.

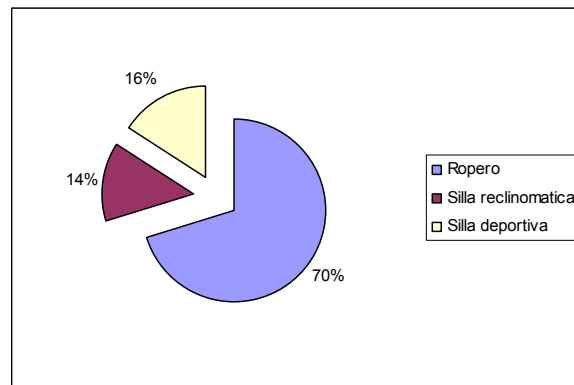
**Figura 19. Plan óptimo de producción**



*Fuente: Datos arrojados por el software Excel*

Para el ejemplo mostrado, podemos observar que con los datos ingresados el modelo definió que la empresa en un mes con un turno de 9 horas esta en capacidad de fabricar 80 sillas Reclinomática, 112 Sillas deportivas y 500 Ropero, dicha mezcla maximizara las utilidades.

**Figura 20. Capacidad destinada a cada producto por turno**



*Fuente: Datos arrojados por el software Excel*

Para evaluar la efectividad del modelo se tuvo que realizar la consecución de datos adicionales a la capacidad de cada centro, los cuales requiere el modelo para generar los resultados como son; el calculo de la demanda, el tiempo que requiere cada producto en cada centro de trabajo (ANEXO C) y su margen de utilidad.

Para pronosticar la demanda se utilizará el método de regresión lineal de la forma  $Y = a + bX$ , donde Y es la variable dependiente que se quiere resolver; a es la intersección de Y; b es la pendiente y X es la variable independiente.

El cuadro 19 muestra la demanda de los 6 primeros meses, debido a que la producción del mes de enero no es normal (periodo de vacaciones) no se tiene en cuenta este para la estimación lineal. Para efectos de cálculo se codificaron los meses de 1 a 6 respectivamente, de tal forma que el séptimo mes (julio) es el mes en cálculo.

**Cuadro 19. Demanda en Unidades, Enero a Junio De 2007**

<b>PRODUCTO</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
ROPERO	77	153	87	140	131	118
CAMAROTES	37	56	34	78	56	91
SILLA DEPORTIVA	42	57	67	95	115	76
CAMAS 1,00/1,20/1,40	23	74	55	64	49	94
MESA ESCUADRA	15	74	35	66	59	47
SILLA RECLINOMATICA	17	84	71	94	80	93

*Fuente: Información contable*

**Cuadro 20. Pronostico de Julio**

<b>PRODUCTO</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>Ecuación</b>	<b>7</b>
ROPERO	135,89	-2,58	$Y=135,89-2,58X$	118
CAMAROTES	26,30	9,18	$Y=26,30+9,18X$	91
SILLA DEPORTIVA	47,58	8,61	$Y=47,58+8,61X$	108
CAMA 1.40	53,51	3,41	$Y=53,51+3,41X$	77
MESA ESCUADRA	68,52	-3,08	$Y=68,52-3,08X$	47
SILLA RECLINOMATICA	73,20	2,78	$Y=73,20+2,78X$	93

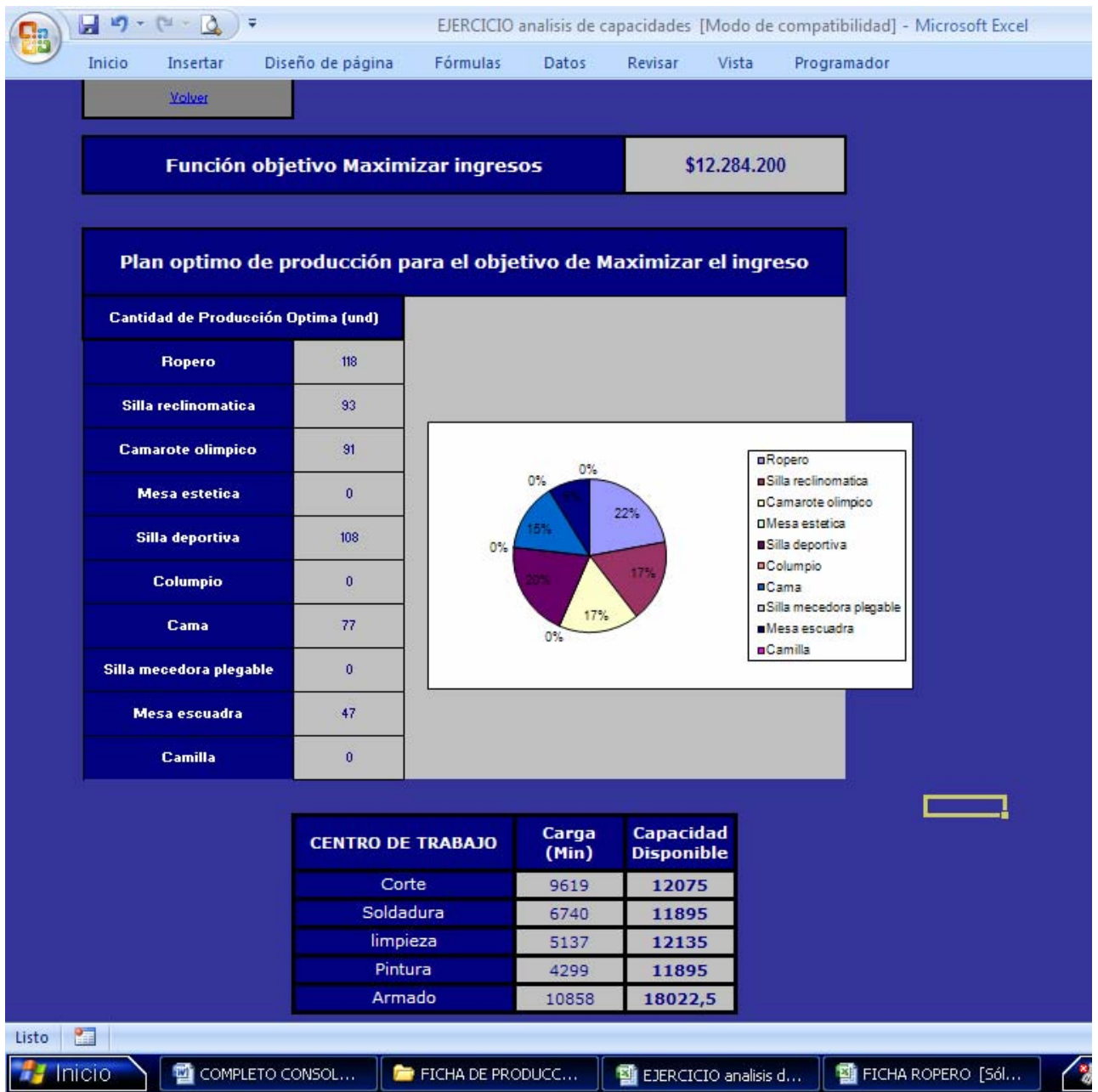
*Fuente: Datos procesados por el autor*

El margen de utilidad se obtiene de la diferencia entre el precio de venta del producto menos el costo del mismo, el costo que se ha tenido en cuenta es el calculado en el cuadro 52. La utilidad de cada producto es un dato reservado por la empresa, por tal razón no es posible mostrarlo en el presente documento.

Incluyendo los datos anteriores a la plantilla y ejecutando la herramienta de análisis "solver", el cual trabaja con el grupo de celdas que están relacionadas directa o indirectamente, se obtienen los siguientes resultados (Figura 21);

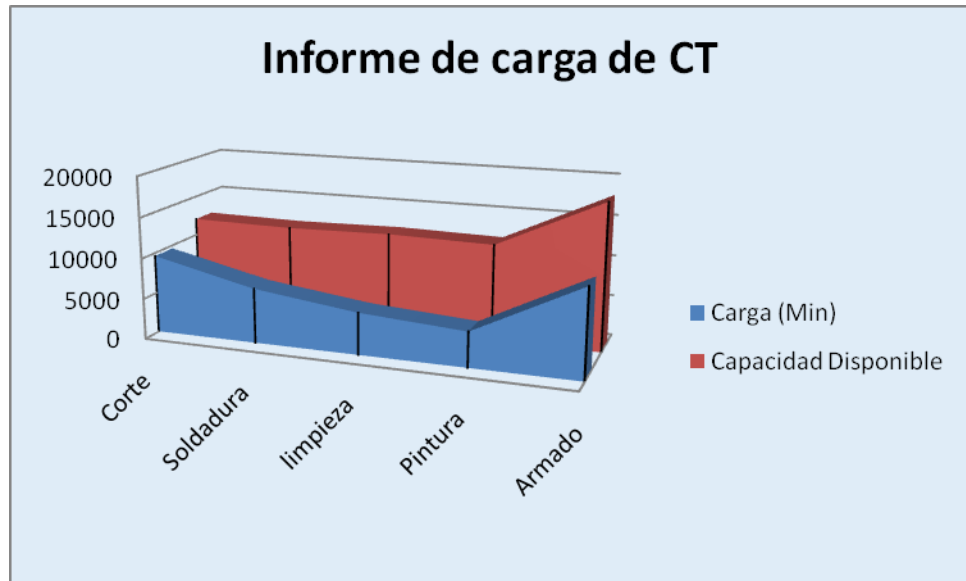
- La planta cuenta con la capacidad para cumplir con el pronóstico de demanda de julio de los productos (cuadro 20).
- La máxima utilidad que se puede obtener con la mezcla de productos es \$12.284.200.
- El recurso de corte se presenta con la mayor capacidad requerida (9619 min/mes de 12075 min/mes que hay disponibles), por lo tanto esta área debe ser capaz de satisfacer el volumen de producción pronosticado durante todo el mes, sin necesidad de incluir tiempos extra. (figura 22)
- Queda un tiempo disponible aproximado de 2456 min/mes para la fabricación de otros productos o productos sobre medida que sean pedidos durante el periodo.

Figura 21. Plan optimo (mes en estudio)



Fuente: Datos arrojados por el software Excel

**Figura 22. Informe de carga de cada centro de trabajo**



*Fuente: Datos arrojados por el software Excel*

## **7. DISTRIBUCION DE LA PLANTA**

Este capítulo se centrará en una de las decisiones más importantes que se deben tomar en la planificación durante el diseño del sistema productivo: la distribución en planta de los medios productivos de la empresa Metálicas Zuluaga. Como primera medida se hace necesario resaltar que la distribución en planta no es un subproblema aislado dentro del proceso de diseño de la actividad productiva, por lo contrario existe una clara interrelación entre la distribución y el resto de decisiones de la dirección de operaciones.

Para dar cumplimiento al objetivo “Rediseñar y proponer una alternativa de distribución de la planta teniendo en cuenta los factores de producción, del ambiente y de los trabajadores” se utilizaron algunos fundamentos del método Systematic Layout Planning (SLP) de Muther el cual asienta sobre una base de información referida al problema a resolver.

Este método se basa principalmente en cinco tipos de datos para obtener la propuesta de distribución:

- Producto.
- Cantidad.
- Recorrido.
- Servicios.
- Tiempo.

### **7.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL**

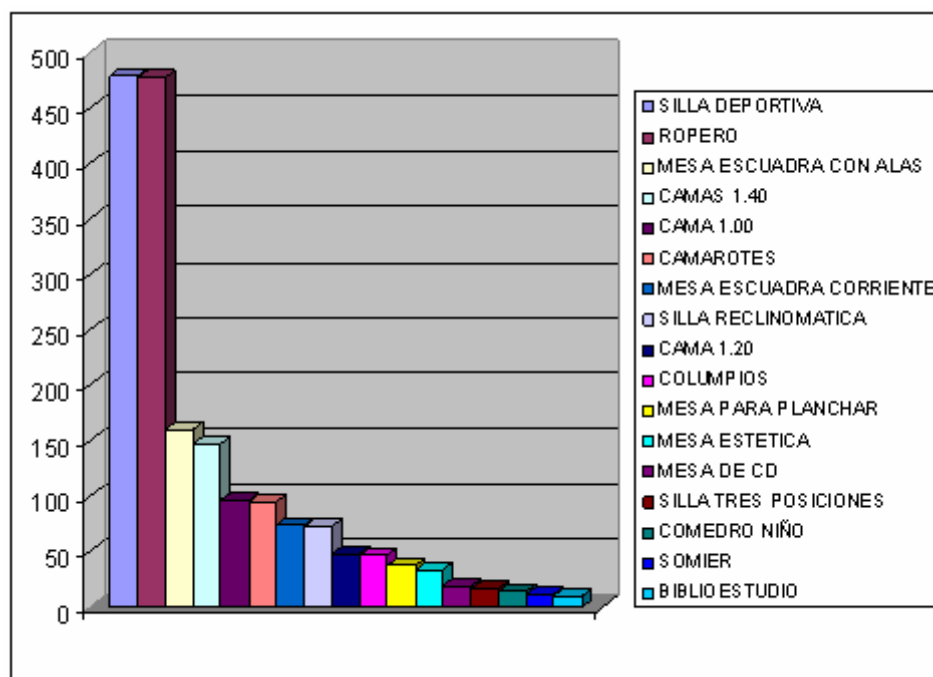
La infraestructura consta de un primer piso, el cual se encuentra subdividido en 3 áreas que son; Pintura, almacenamiento de producto terminado y la sala de exhibición, en el segundo piso están ubicadas las oficinas de administración y la otra parte del proceso productivo compuesta por corte , soldadura y armado (plano 1).

## 7.2 TIPO DE DISTRIBUCIÓN

Para saber el tipo de distribución que se manejará en la planta se parte del análisis realizado de los productos y sus cantidades, a partir de este análisis se puede determinar el tipo de distribución adecuado para realizar la propuesta de distribución.

El análisis de la información referente a los productos y cantidades es el punto de partida para determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso de fabricación de la empresa, para realizar el análisis se parte de la elaboración en forma de histograma de frecuencias, en la que se representa en la abscisa los productos y en la ordenada la cantidad de productos, la gráfica que se muestra esta presentada en orden decreciente de acuerdo a las cantidades producidas de cada producto Figura 23.

**Figura 23. Producto Vs Cantidad**



*Fuente: Datos procesados por el autor a partir de las ventas Septiembre a Diciembre de 2006.*

De acuerdo a la gráfica anterior de productos representados en orden decreciente de cantidad producida se puede observar que el tipo de distribución que se debe manejar debe ser flexible. Metálicas Zuluaga tiene una variada gama de productos, por lo que un número elevado de estos crea distintos flujos de materiales, por otro lado el modo de producción normalmente se organiza por lotes, lo anterior muestra una noción cercana a que el tipo de distribución que se puede recomendar en este caso es el de distribución por proceso.

Por otra parte manejando el tipo de distribución por proceso en esta empresa se pueden conseguir ventajas como:

- Permitir que los operarios se especialicen en tareas determinadas.
- Existiría una mayor flexibilidad en cuanto a la cantidad y tipo de productos, La eficacia con esta distribución se vuelve dependiente del tamaño de lote que se piensa trabajar.
- La distribución se adapta a una gran variedad de productos y a cambios frecuentes en la secuencia de las operaciones.

Además del análisis de productos vs. Cantidades, para tener una mayor certeza del tipo de distribución que se debe considerar se ha tenido en cuenta:

### **Análisis del recorrido de los productos:**

Se elaboraron diagramas descriptivos del flujo de materiales (diagrama de flujo sencillo) de los productos con mayor cantidad de producción, en la sección 5.3 se puede ver el diagrama de flujo que generaliza al proceso de fabricación de la mayor parte de los productos elaborados en la empresa.

### **Análisis de las relaciones entre actividades:**

Ya que para el análisis de distribución no solo se deben tener en cuenta los recorridos se recurrió al análisis de las relaciones entre las actividades, lo que contempla las exigencias constructivas, de ingreso de materiales, de espacio, de seguridad e higiene, etc.

Para poder interpretar de una forma lógica la influencia y la intensidad que hay en las relaciones se emplea el diagrama relacional de actividades.

Para poder integrar los medios auxiliares de producción en la distribución de una manera mas racional y que permita clasificar las intensidades de las relaciones se emplea la tabla relacional de actividades, la cual consiste en un cuadro organizado en diagonal, en el que se plasman las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes desde diversos puntos de vista. Es habitual expresar la intensidad entre las actividades mediante los códigos mostrados en el cuadro 21.

**Cuadro 21. Codificación de las relaciones**

<b><i>CODIGO</i></b>	<b><i>RELACION</i></b>
<b>A</b>	Absolutamente necesaria
<b>E</b>	Especialmente importante
<b>I</b>	Importante
<b>O</b>	Ordinaria
<b>U</b>	Sin Importancia
<b>X</b>	Rechazable



### 7.3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL ÁREA

El análisis de las necesidades de espacio de la empresa se ha dividido en tres áreas principales, área de producción, área de almacenamiento y área de servicios generales, las cuales se determinaron de la siguiente manera:

**7.3.1 Área de producción.** En la determinación del área que necesita cada uno de los centros de trabajo se han tenido en cuenta aspectos como;

- El volumen de producción y tamaño de lote manejado.
- Número de puestos de trabajo.
- Orientación de los puestos de trabajo.
- Dimensión de las máquinas.
- Volumen de materiales.
- Área necesaria para la máquina con su respectivo espacio para su funcionamiento.
- Almacenamiento de matrices, herramientas y implementos de las máquinas.
- Área disponible para el fácil desplazamiento del operario.
- Área para el almacenamiento de producto en proceso.
- Área disponible para la localización de equipos móviles.

**Cuadro 22. Áreas de Producción.**

Operaciones	Centro de trabajo	Número de puestos	Área total (m2)
Corte	Corte	1	14
Doblado		1	22
Troquelado		1	3.5
Taladro de árbol		1	3
Prensa		1	2
Soldadura	Soldadura	2	36
Limpieza	Limpieza	1	11
Pintura	Pintura	1	29
Armado	Armado	1	23

*Fuente: Datos procesados por el autor de acuerdo a las necesidades de cada área*

### 7.3.2 Áreas de almacenamiento

- Área de almacenamiento de tubos

Para esta área es necesario tener en cuenta que el estante debe estar localizado en un lugar adecuado para el ingreso de los tubos por parte del proveedor, por otro lado debe tener la cercanía al área de corte ya que es el centro que se abastece de esta materia prima, finalmente debe contar con un espacio disponible para tener fácil acceso a este.

Para el almacenamiento de tubos se estima un área de 16 m<sup>2</sup>.

- Área de almacenamiento de telas

En esta área se almacenará todo tipos de telas utilizadas para la fabricación de las sillas (lonas), el tapizado de productos, etc., el estante debe permitir un fácil acceso a la persona encargada del almacén, también debe facilitar la búsqueda de un determinado tipo de tela.

Para el almacén de telas se estima un área aproximada de 9 m<sup>2</sup>

- Área de almacenamiento de pintura

El área destinada para el almacenamiento para este tipo de material debe encontrarse muy cerca al departamento de pintura, esto debido a que en la mayoría de los productos se requieren variados tipos de colores lo que hace requerir diferentes tipos de colores en un determinado momento.

El almacenamiento de pintura no requiere de mucho espacio de almacenamiento de esta forma se ha calculado un área aproximada de 3 m<sup>2</sup> para el almacenamiento para este tipo de material.

- Área de almacenamiento de Taponaría y otros insumos

Para el almacenamiento de los insumos y la taponaría se han destinado unos estantes que facilitan la rápida localización del material con determinadas dimensiones, los estantes tienen un volumen de 3 m<sup>2</sup>.

- Área de almacenamiento de producto terminado

En esta se tienen todos los productos listos para ser entregados al cliente mayorista.

El área de este almacén es de 50 m<sup>2</sup>

#### **7.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA RECOMENDADA**

El alcance de este proyecto, en cuanto a distribución de la planta llega hasta la elaboración de una propuesta que se ajuste a las necesidades de la empresa en cuanto a los factores de producción, del ambiente y de los trabajadores, de esta forma al realizar el análisis de la relación Producto vs. Cantidad, análisis del recorrido de los productos, el análisis de las relaciones entre actividades y el análisis de las necesidades del área de producción, almacenamiento y circulación de las personas, se obtuvieron diferentes alternativas de distribución que fueron analizadas con el acompañamiento de la gerente. En este proceso se fueron haciendo ciertas consideraciones que se debían tener en cuenta para la propuesta de distribución, entre las que se encontraban:

- El estante de almacenamiento de tubos debía encontrarse muy cerca de la entrada del piso en el cual se fuera a ubicar, de tal forma que el ingreso de nueva tubería no obstaculice los trabajos que se encuentran realizando los demás operarios.
- El sitio en donde se ubique el departamento de pintura debe encontrarse

bien iluminado, debido a que el operario debe contar con fácil visibilidad para detectar problemas en la pieza que se este pintando, por ejemplo, en el caso de repintar una pieza, la pintura no tiene fácil adherencia a esta, lo que debe ser vislumbrado antes de pasar la pieza al horno.

- Debe tenerse en cuenta la construcción de un baño que se encuentre cerca y de fácil acceso para los operarios.
- Deben existir espacios que faciliten la manipulación de matrices para la estandarización de medidas (en el caso del área de soldadura).
- Debe haber una división entre los soldadores y los demás operarios o una distancia considerable que no permita que la luz emitida por el equipo de soldadura llegue directamente a los ojos de dicho personal.
- Deben considerarse unos pasamanos para las escaleras y unas barandas en el segundo piso que permitan ser móviles para el momento en que se busque trasportar los productos al primer piso.
- Si es necesario el traslado del horno al segundo piso, este se debe montar sobre un aislante térmico que no permita la dilatación de la placa, además de tenerse en cuenta el traslado de las instalaciones de gas.
- Es muy conveniente que la cortadora se encuentre lo mas cercana posible al lugar de almacenamiento de la tubería (materia prima).
- En el tiempo durante el cual se desarrolló el proyecto se detectó que una forma de lograr reducir los tamaños de lote e inventarios de producto en proceso era reducir el espacio que los operarios tenían para almacenamiento de este, la cual fue una consideración que se tiene en cuenta para la propuesta de distribución.
- La ubicación del centro de trabajo de armado debe encontrarse lo más cerca posible a la bodega de producto terminado para efectos de reducir

el tiempo de transporte.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el tipo de distribución que se debe manejar, las relaciones y las áreas que son necesarias en cada uno de los centros de trabajo, se construyó la propuesta planteada en el plano 2.(Véase plano 2)

Asumiendo las implicaciones mostradas anteriormente que llevan a la realización de la redistribución de la planta mostrada en el plano 2 se presenta un presupuesto en el cual se contempla:

**Cuadro 23. Presupuesto.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR (pesos)</b>
<b>Traslado de máquinas o equipos</b>	
El traslado de las instalaciones de gas al segundo piso.	\$ 350.000,00
Traslado del horno industrial al segundo piso (desarme y armado del horno).	\$ 1.200.000,00
Traslado de la sección de armado al primer piso.	\$ 50.000,00
<b>Construcción y Fabricación</b>	
Fabricación e instalación de los pasamanos y barandas móviles.	\$ 1.000.000,00
La construcción del aislante térmico para el horno.	\$ 800.000,00
Construcción de los canales para la nueva ubicación del baño	\$ 1.500.000,00
Construcción del baño.	
<b>Mano de Obra</b>	
Técnico electricista	\$ 250.000,00
<b>Imprevistos (1%)</b>	\$ 51.500,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.201.500,00</b>

*Fuente: Cotizaciones realizadas por gerente de la empresa*

Plano 2. Distribución de planta calculada.

### METALICAS ZULUAGA

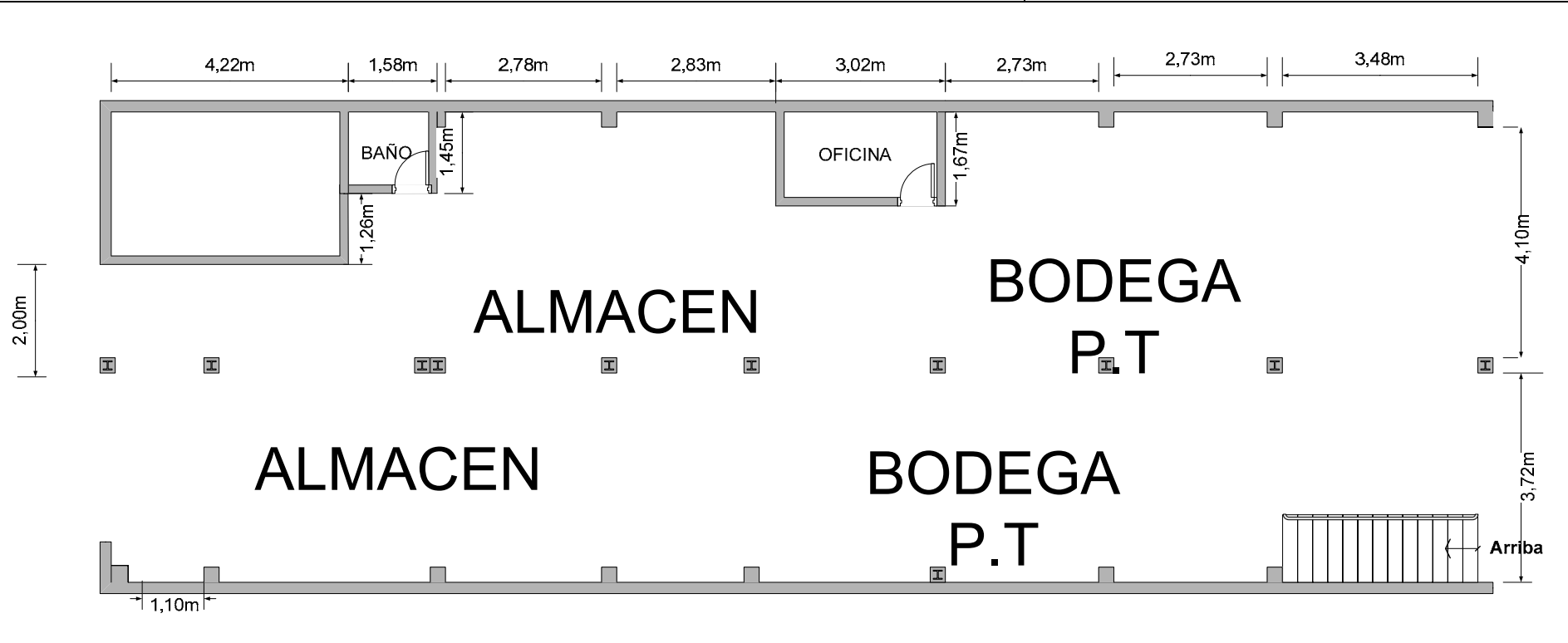
**Diagrama 1 de 4**

**Diagrama elaborado por:**

Yiber Esteban González Gil.



**Planta:** Primer piso (Bodega-Sala de exhibición- Oficina - ventas)



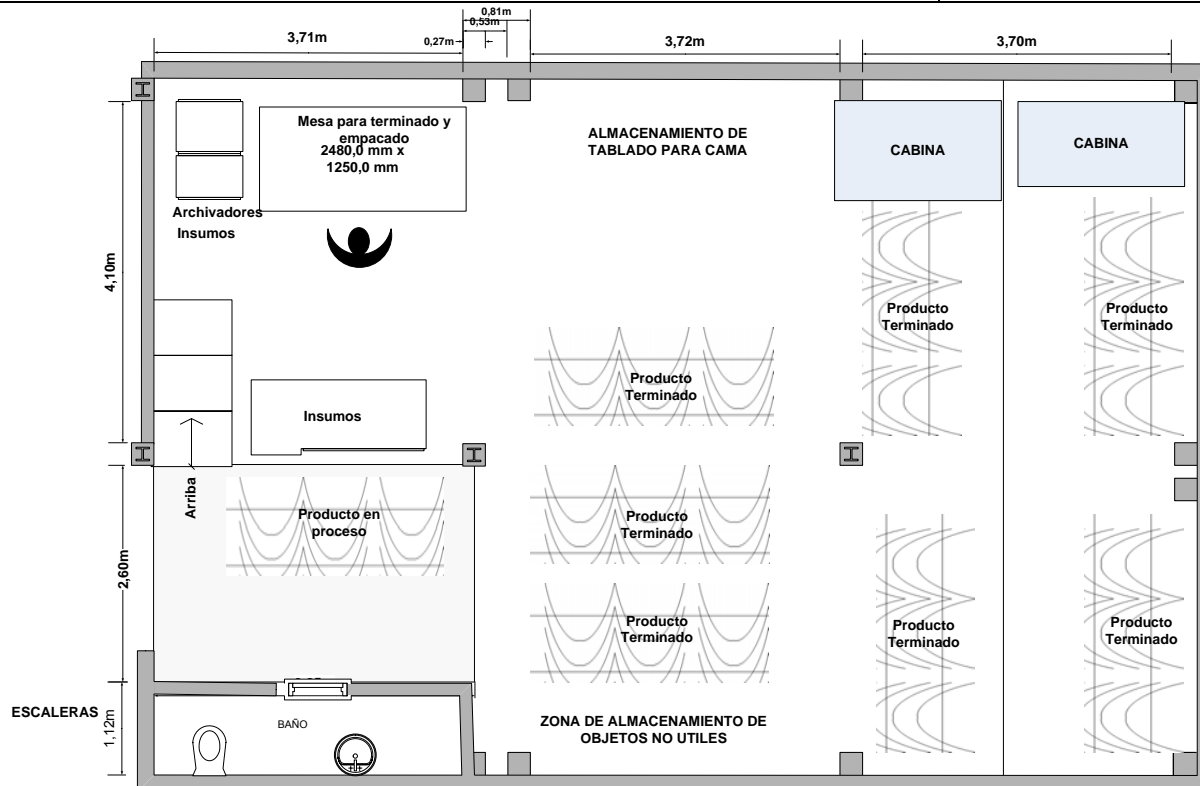
# METALICAS ZULUAGA

Diagrama 2 de 4

**Diagrama elaborado por:**

Yiber Esteban González Gil.

**Planta:** Primer piso (Bodega – Centro de trabajo armado )



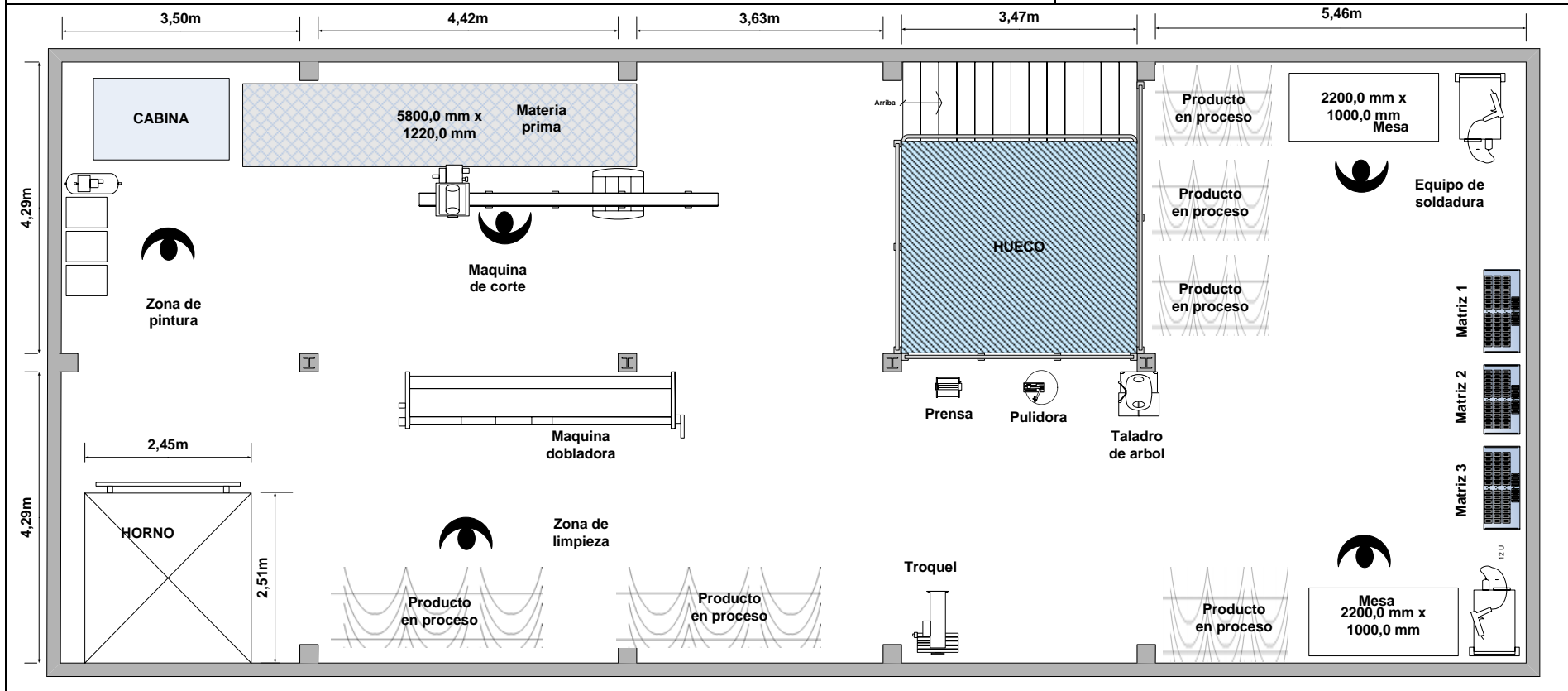
# METALICAS ZULUAGA

Diagrama 3 de 4

Diagrama elaborado por:

Yiber Esteban González Gil.

Planta: Segundo piso (Centros de trabajo corte, soldadura, limpieza y pintura)



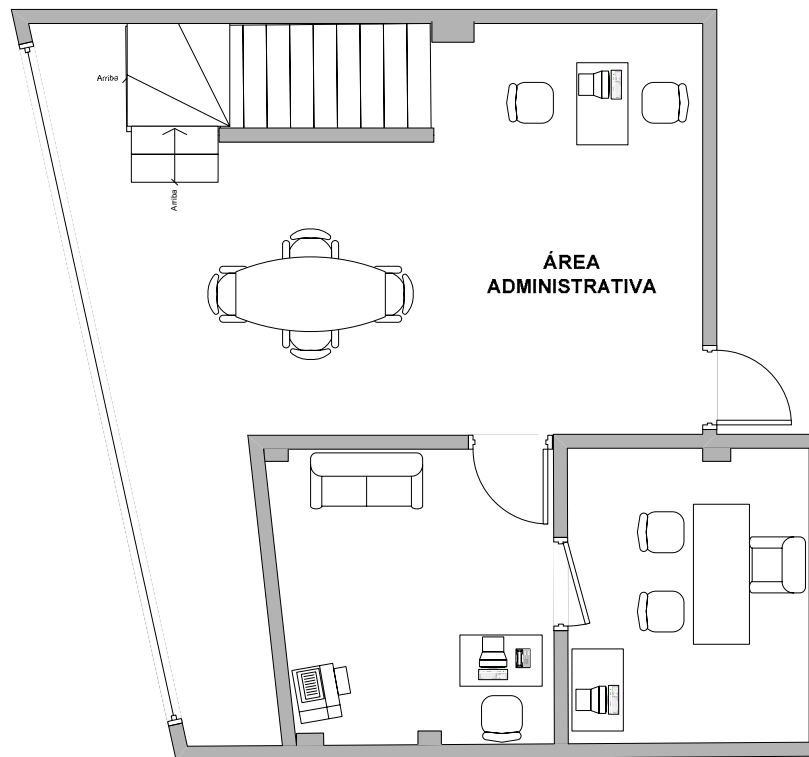
## METALICAS ZULUAGA

**Diagrama 4 de 4**

**Diagrama elaborado por:**

Yiber Esteban González Gil.

**Planta:** Segundo piso (Área administrativa)



La distribución de planta propuesta fue aprobada por la gerencia y se adelantaron algunas actividades durante el periodo de la práctica, como; la construcción de los canales para la nueva ubicación de l baño, la construcción del baño y el traslado de la sección de armado al primer piso. A corto plazo no fueron implementadas el total de las actividades debido a que la empresa no contaba con presupuesto económico, ya que había realizado mejoras de imagen corporativa y de construcción de otro piso recientemente (Ver ANEXO D), por otro lado, En el tiempo de la practica fue complejo parar la producción debido al aumento de demanda que se presenta en el año 2006.

Como se observa en los datos de la figura 25 y el ANEXO E, existió una baja considerable en ventas en el 2005, lo que se debió a que Metálicas Zuluaga y las demás empresas del sector entraran en una crisis en el momento en que empezaron a presentarse alzas hasta del 60% de los materiales que se utilizaban para la fabricación de los productos (tubo metálico), lo que hizo incrementar costos y por consiguiente los precios. El alza fue generada por la compra de metales que estaba realizando china al mundo en el 2004, viéndose los resultados reflejados en el 2005.

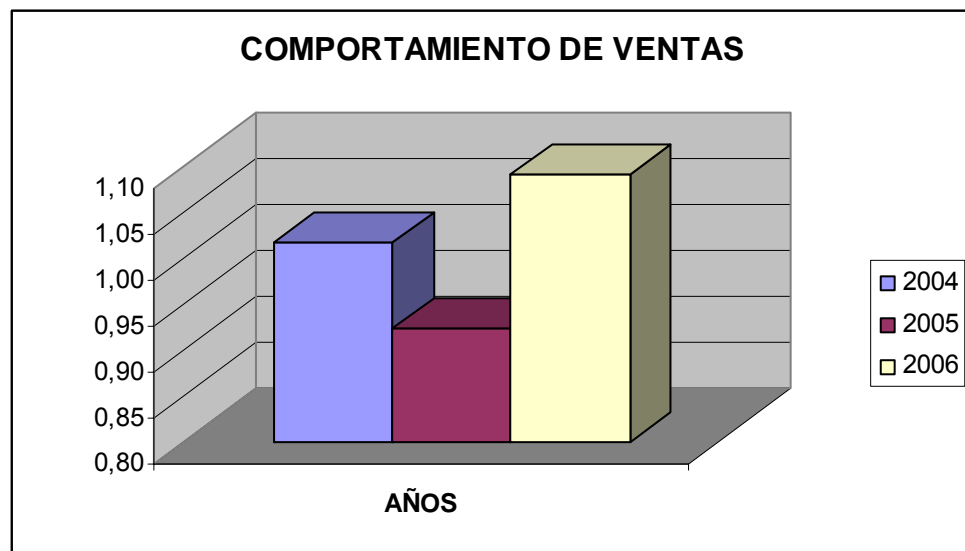
A Inicios del 2006 la empresa optó por concentrarse en recuperar la participación en el mercado que ha tenido en los años anteriores, por tal razón al estarse incrementando la demanda, resultó complejo que la empresa se tomara un periodo de receso para realizar la redistribución completa, la distribución propuesta se completará según la programación de actividades de la empresa.

Al evaluar la propuesta se detectan ventajas que pueden hacer aumentar la facilidad que existe en los puestos de trabajo para estar preparados para trabajar, consecutivamente, con unidades de diferentes artículos, de tal forma que los cambios de un producto a otro no generan perturbación sobre el funcionamiento de la línea de producción, lo anterior es favorable ya que se

beneficia la fabricación de productos muy variados en plazos de entrega moderados. La anterior organización de las operaciones puede ser beneficiada con el fomento de la polivalencia de los trabajadores, lo cual también se empezó a manejar durante el desarrollo del proyecto.

Para poder mantener este tipo de trabajadores polivalentes se establecen planes de rotación diarios para que los operarios pasen por los distintos procesos de cada área y desempeñen actividades diferentes según sean las necesidades.

**Figura 25. Comportamiento de las ventas durante los últimos 3 años**



*Fuente: Informes Contables de la empresa, año 2004, 2005, 2006*

## **8. ANALISIS DE COSTOS**

En toda industria se tiene que procesar la materia prima y transformarla en nuevos productos, para realizar esto, la empresa debe incurrir en ciertos pagos en dinero para mantener y conseguir los recursos necesarios para la producción de bienes y servicios, o los ingresos que debe proporcionar, a los proveedores de recursos, por el uso de los factores de producción. De la anterior definición nace el costo de producción el cual esta compuesto por tres elementos que lo componen.

Los tres elementos del costo son:

- **Materia Prima:** Son aquellos insumos o materiales que se pueden transformar.
- **Mano de Obra:** Es el sueldo que se les paga a los trabajadores que transforman la materia prima.
- **Gastos Indirectos de Fabricación:** Son todos los gastos necesarios para el área de producción. Estos son los que se dividen o reparten ya sea por piezas o por horas trabajadas.

### **8.1 COSTO DE MATERIALES DIRECTOS**

Para la fabricación de los productos de Metálicas Zuluaga se utilizan diversos materiales que forman parte integral del producto (tiene identificación, valor y uso) y reciben el nombre de materiales directos los cuales son considerados como el primer elemento integral del costo de producción.

Para la producción de los diferentes artículos que maneja la empresa se utilizan los siguientes materiales directos;

- Tubo 6 mt. de diferentes diámetros y calibres.
- Lámina de fórmica
- Ángulos.
- Varillas
- Lonas
- Pinturas
- Mallas
- Resortes
- Niveladores en pasta.
- Tapones
- Telas
- Chambrana
- Remaches
- Pintura en polvo electroestático
- Rodachines
- Cajones de madera
- Tablex
- Platinas
- Tapas
- Tornillos
- Arandelas
- Tuercas
- Chupas
- Vidrios
- Cancamos
- Hilo

### 8.1.1 Costo estándar de material directo para cada producto de estudio.

La información de la cantidad de material requerido por cada producto para su elaboración fue generada por la experiencia de los operarios que colaboraron en el desarrollo del estudio, dicha información se encuentra localizada en las columnas cantidad, largo c/tubo y cantidad en metros de los cuadros 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38.

El precio estándar utilizado para los materiales que inciden en el producto fue el actual, este precio estará sujeto a la variación que pueda tener cada material en particular, debido a efectos inflacionarios, aumento o disminución del valor del dólar, etc. (Ver cuadros 24,25,26,27,28)

Los productos objeto de este estudio son los que se muestran en la sección 5.3, cada uno de estos productos es elaborado con una serie de materiales que se muestra en los cuadros 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38. Al analizar el proceso se identificaron una cantidad de desperdicios en especial en el corte de los tubos, para lo cual se indago y se observo que a pesar de surgir tantos corte que no son utilizados para la fabricación del producto que se esta fabricando en ese momento, se usan para la fabricación de otro producto al cual si puede servir.

**Cuadro 24. Pinturas.**

<b>PINTURAS</b>	<b>VALOR * Kg</b>
Pintura vino tinto kg	\$ 18.208,00
Pintura verde kg	\$ 14.480,00
Pintura negra kg	\$ 12.115,00
Pintura azul turqui kg	\$ 14.164,00
Pintura rojo festival kg	\$ 14.946,00
Pintura blanco España	\$ 13.850,00
Pintura amarillo	\$ 13.809,00

*Fuente: Proveedores de materiales*

**Cuadro 25.Tubería Metálica.**

<b>TUBERIA METALICA</b>	<b>VALOR * UND</b>
Tubo 6 mt. 5/8" c22	\$ 6.020,00
Tubo 6 mt. 5/8" c20	\$ 6.500,00
Tubo 6 mt. 1/2" c22	\$ 5.100,00
Tubo 6 mt. 1/2" c20	\$ 5.300,00
Tubo 6 mt. 7/8" c20	\$ 8.380,00
Tubo 6mt. 1 c22	\$ 9.590,00
Tubo 6mt. 1 c20	\$ 9.400,00
Tubo 6mt. 3" c20	\$ 28.000,00
Tubo 6mt. 3/4" c22	\$ 6.800,00
Tubo 6mt. 3/4" c20	\$ 7.300,00
Tubo 3 mt. 3/8" c20	\$ 2.200,00
Tubo 6 mt 1 1/4 c20	\$ 10.000,00
Tubo 6 mt. 1 1/2" c 20	\$ 12.500,00
Tubo 6 mt. 7/8" c 22	\$ 6.600,00
Tubo 6 mt. 7/8" c 20	\$ 8.500,00
Tubo cuadrado 3/4"	\$ 6.897,00
Tubo cuadrado 1/2"	\$ 5.173,00
Tubo base cuadrada 2x1 □	\$ 18.000,00
Tubo cuad. 1 1/2" x 3/4"	\$ 13.800,00
Platina 3/4 x 3/16	\$ 10.200,00
Platina 3/4 x 1/8	\$ 5.200,00
Platina 1 x 1/8	\$ 8.900,00
platina 1 1/2 x 1/8	\$ 14.000,00
Varilla 5/16" - 6m	\$ 5.350,00
Angulo 1 x 1/8	\$ 13.000,00
Angulo 1 1/2 x 1/8	\$ 25.000,00
Varilla 3mm	\$ 2.000,00
Varilla 5mm	\$ 2.000,00

*Fuente: Proveedores de materiales*

**Cuadro 26. Artículos de madera.**

<b>ARTICULOS DE MADERA</b>	<b>VALOR * UND</b>
Tabla 60 X 40	\$ 5.600,00
Tabla 20 X 40	\$ 2.000,00
Tabla 70 X 40	\$ 6.700,00
Tabla 38 X 40	\$ 4.350,00
Tabla 75 X 40	\$ 15.900,00
Tabla 60 X 26	
Tabla 32 x 84	\$ 6.500,00
Tabla 44 x 32 mesa de noche	\$ 3.950,00
Tabla 27 x 44 mesa de noche	\$ 2.600,00
Tabla 34 x 40,5 comedor niño	\$ 3.800,00
Tabla 35 x 19 sin enchape	\$ 536,15
Tabla 24 x 35 sin enchape	\$ 677,24
Tabla 35 x 33 sin enchape	\$ 931,20
Tabla 35 x 32 sin enchape	\$ 902,98
Cajón	\$ 6.000,00
Modulo 1,93 x 0,63 tables	\$ 15.000,00
Tablado cama 1,40m	\$ 10.500,00
Tablado cama 1m	\$ 8.500,00
Modulo curvo 12mm 50 x 70 estructural	\$ 5.500,00
Modulo triplex 12mm 120 x 240	\$ 59.000,00
Tablesa 12 mm 2.24 x 2.42	\$ 31.900,00

*Fuente: Proveedores de materiales*

**Cuadro 27. Tornillos y Tuercas.**

<b>TORNILLOS Y TUERCAS</b>	<b>VALOR * UND</b>
Tornillo carriage 2 1/2 x 1/4	\$ 78,00
Tornillo carriage 1 1/2 x 1/4	\$ 53,00
Tornillo carriage 2 1/2 x 1/4 cincado	\$ 105,00
Tornillo carriage galvanizado 2" x 1/4	\$ 80,00
Tornillo galvanizado hexagonal 5/16 x 1 1/2	\$ 122,00
Tornillo 1/4 x 3 1/2	\$ 153,00
Tornillo draywell 3/4	\$ 8,00
Tornillo draywell 1 "	\$ 10,00

Tornillo draywell 1 1/4" grueso	\$ 19,00
Tornillo de 1/4 x 3 cincado de carriage	\$ 114,00
Tornillo de punta broca 3/4	\$ 28,00
Tornillo 1/8 x 2 1/2	\$ 66,00
Arandela 5/16"	\$ 15,00
Arandela 1/4"	\$ 15,00
Tuerca seguridad RO 1/4	\$ 27,00
Tuerca seguridad RO 5/16"	\$ 36,00
Remache pock	\$ 13,15
Resorte galvanizado x metro	\$ 550,00
Chambrana (larguero)	\$ 9.800,00
Cancamo	\$ 70,00

*Fuente: Proveedores de materiales*

### **Cuadro 28. Otros Insumos.**

<b>OTROS INSUMOS</b>	<b>VALOR * UND</b>
Tapón lujo 1"	\$ 24,00
Tapón lujo 1 1/4" verde	\$ 80,00
Tapón lujo 2,9	\$ 200,00
Tapón corriente 5/8"	\$ 21,00
Tapón corriente 3/4"	\$ 22,00
Tapón corriente 1 1/2	\$ 66,00
Tapón corriente 1"	\$ 23,00
Tapón corriente 7/8"	\$ 20,00
Tapón corriente 2,9"	\$ 95,00
Tapón madera 2,9"	\$ 600,00
Tapón madera 1 1/2	\$ 300,00
Tapón base cuadrada 2x1 □	\$ 100,00
Separadores 2,9"	\$ 450,00
Terminal de cajón	\$ 2.700,00
Nivelador	\$ 33,60
Rodachines 5/16"	\$ 5.500,00
Chupa peq.	\$ 60,00
Separador de caucho 1/4	\$ 100,00
Terminal dorado 1/2"	\$ 100,00
Terminal dorado 1"	\$ 230,00
Juego de mallas	\$ 8.800,00
Juego de mallas mesa plancha x 2	\$ 5.500,00

Lona para silla deportiva	\$ 11.185,00
Lona para silla mecedora	\$ 7.300,00
Lona de columpio	\$ 5.300,00
Juego de lona silla reclinomática	\$ 25.200,00
lona para silla tres posiciones	
bolsa para empaque silla tres posiciones	\$ 900,00
bolsa para empaque silla reclinomática	\$ 1.200,00
Bolsa para empaque silla mecedora	\$ 400,00
bolsa para empaque silla deportiva	\$ 350,00
Vidrio (estética)	\$ 6.500,00
Soldadura MIG x Kg	\$ 4.593,00
Cadena mesa plancha por metro	\$ 1.200,00
Troquelado Angulo silla reclinomática	\$ 400,00
Espuma 2 x 1 x 5 cm Azul	\$ 12.100,00
Espuma 2 x 1 x 2 cm	\$ 5.500,00
Espuma 2 x 1 x 3cm amarilla	\$ 8.200,00
Tela 1,50 x 1 comedor niño	\$ 11.000,00
Cuerina 1,50 x 1	\$ 7.800,00
Tela lienzo 1 x 0,9	\$ 1.000,00
Tela mesa plancha 0.45 x 1.50	\$ 3.000,00

*Fuente: Proveedores de materiales*

Con los resultados que se muestran a continuación estimó que el margen de desperdicios para todos los productos es de 2 a 4%.(cuadro 29, 30, 31)

### **Identificación de desperdicios para diferentes productos.**

Se tomó el desperdicio de la fabricación de cinco unidades así;

**Cuadro 29. Desperdicio Ropero**

<b>MATERIALES UTILIZADOS EN UN ROPERO</b>	<b>CANTIDAD DE TUBOS DE 6 Mt UTILIZADA</b>	<b>CANTIDADES UTILIZADAS EN UN ROPERO</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO POR TUBO</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO TOTAL(Mt)</b>	<b>USO DE RESIDUO</b>
TUBO 1" 3,30	15	3	2.7	40,425	RE
TUBO 1/2" 0,345	3	8	0,055	1,2	CH
TUBO 1/2" 0,365	1	3	0,16	0,45	CH
TUBO 7/8" 1,06	1	1	0,675	0,675	RE
TUBO 5/8" 0,8	3	4	0.4	1,9	CH

*Fuente: Medidas de los residuos de tubería*

Analizando la cantidad en metros que queda como desperdicio respecto a la cantidad utilizada se obtiene el porcentaje de desperdicio, el cual es: 2.57%

Se tomó el desperdicio de la fabricación de doce unidades así;

**Cuadro 30. Desperdicio Silla Deportiva**

<b>MATERIALES UTILIZADOS EN UN ROPERO</b>	<b>CANTIDAD DE TUBOS DE 6 Mt UTILIZADA</b>	<b>CANTIDADES UTILIZADAS EN UNA SILLA</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO POR TUBO</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO TOTAL(Mt)</b>	<b>USO DE RESIDUO</b>
TUBO 1" 1,85	4	1	0,435	1,74	RE
TUBO 1" 1,75	4	1	0,735	2,94	RE
TUBO 1" 1,55	4	1	1,335	5,34	RE
TUBO 1" 1,25	3	1	0,98	2,94	RE
TUBO 1" 0,54	3	2	0,06	0,56	CH
VARILLA ROSC.5/16- 0,6	2	1	0	0	-

*Fuente: Medidas de los residuos de tubería*

Analizando la cantidad en metros que queda como desperdicio respecto a la cantidad utilizada se obtiene el porcentaje de desperdicio, el cual es: 4.66%

Se tomó el desperdicio de la fabricación de cinco unidades así;

**Cuadro 31. Desperdicio Cama**

<b>MATERIALES UTILIZADOS EN UN CAMA</b>	<b>CANTIDAD DE TUBOS DE 6 Mt UTILIZADA</b>	<b>CANTIDADES UTILIZADAS EN UNA CAMA</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO POR TUBO</b>	<b>CANTIDAD QUE QUEDA COMO RESIDUO TOTAL(Mt)</b>	<b>USO DE RESIDUO</b>
Tubo 3" 1,2	2	2	0,98	0	-
Tubo 3/4"1,4	4	3	0,415	(3)0.385 – 1.80	RE
Tubo 3/4"1,34	3	2	0,62	(2)0.62 – 3.32	RE
Tubo 1/2" 0,64	1	1	0,005	4.025	RE
Tubo 1/2" 0,26	1	2	0,12	3.3	RE
Tubo 1/2" 1	2	2	0	2	RE
Tubo 1/2" 1,2	2	2	0	0	-
Tubo 3/8"0,29	1	4	0,2	0.2	CH

*Fuente: Medidas de los residuos de tubería*

Analizando la cantidad en metros que queda como desperdicio respecto a la cantidad utilizada se obtiene el porcentaje de desperdicio, el cual es: 1.48%

Donde:

RE = Reutilizable, CH = Chatarra

## **8.2 COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA**

Dentro de la transformación de los materiales, para conformar el producto terminado también se tiene que tener en cuenta que existen unos costos de la mano de obra, que se refieren a todos los pagos en que incurre la empresa por la totalidad de sus empleados. Además no solo nos referimos a los pagos mensuales netos al trabajador sino a aquellos que conforman la carga prestacional que ordena la ley.

En la empresa los trabajadores de producción son remunerados de diferentes formas, a algunos se les paga por cada unidad de producción terminada (destajo) y otros son remunerados con el salario mínimo. La remuneración de estos trabajadores, cuando su labor está directamente relacionada al producto son los que llamamos el costo de mano de obra directa.

En el cálculo del costo de la mano de obra directa, además de tenerse en cuenta el salario devengado también se toma en cuenta un factor prestacional que se aplica para todos los trabajadores.

**Cuadro 32. Costo de material directo del Ropero Normal.**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DEL ROPERO</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR ROPERO</b>
Tubo de diámetro de 5/8 " c-22	4	0,82	3,28	\$ 3.290,93
Tubo de diámetro de 1/2 " c-22	8	0,345	2,76	\$ 2.346,00
Tubo de diámetro de 1/2 " c-22	3	0,365	1,095	\$ 930,75
Tubo de diámetro de 7/8 " c-20	1	1,06	1,06	\$ 1.480,47
Tubo de diámetro de 1" c-22	3	3,3	9,9	\$ 15.823,50
Juego de mallas	1			\$ 8.800,00
Tapón corriente	6			\$ 138,00
Pintura Kg.	0,25			\$ 4.552,00
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 37.361,65</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 33. Costo de material directo del Camarote Olímpico.**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA EL CAMAROTE OLIMPICO</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR CAMAROTE</b>
Tubo de diámetro de 3 " c20	4	0,9	3,6	\$ 16.800,00
Tubo de diámetro de 3 " c20	4	0,6	2,4	\$ 11.200,00
Tubo de diámetro de 3/4 " c20	4	0,94	3,76	\$ 4.261,33
Tubo de diámetro de 3/4 " c20	6	1	6	\$ 6.800,00
Tubo de diámetro de 1/2 " c22	6	1,45	8,7	\$ 7.395,00
Tubo de diámetro de 3/4 " c20	1	1,2	1,2	\$ 1.360,00
Tubo de diámetro de 1/2" c20	1	0,56	0,56	\$ 476,00
Tubo de diámetro 7/8" c20	2	0,95	1,9	\$ 2.653,67
Tubo de diámetro de 7/8" c20	3	0,28	0,84	\$ 1.173,20
Platina de 3/4 x 1/8" - 0,10m	6	0,1	0,6	\$ 520,00
Platina 3/4 x 3/16 - 0,15 m	16	0,15	2,4	\$ 4.080,00
Tornillo galvanizado hexagonal 5/16 x 1 1/12	16			\$ 1.952,00
Tapón corriente 2,9	4			\$ 380,00
Tapón lujo 2,9"	4			\$ 800,00
Separadores 2,9"	4			\$ 1.800,00
Tablado 1 m	2			\$ 21.000,00
Cambrana (larguero)	4			\$ 39.200,00
Pintura Kg.	0,42			\$ 6.277,32
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 128.128,52</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 34. Costo de material directo de la silla deportiva.**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DE LA SILLA DEPORTIVA</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR SILLA</b>
Tubo de diámetro de 1" c-20	1	1,85	1,85	\$ 2.898,33
Tubo de diámetro de 1" c-20	1	1,75	1,75	\$ 2.741,67
Tubo de diámetro de 1" c-20	1	1,55	1,55	\$ 2.428,33
Tubo de diámetro de 1" c-20	1	1,25	1,25	\$ 1.958,33
Tubo de diámetro de 1" c-20	2	0,54	1,08	\$ 1.692,00
Varilla de rosca 5/16"	1	0,6	0,6	\$ 535,00
Platina 1/8 x 3/4 - 0,07 m	2	0,07	0,14	\$ 121,33
Platina 1/8 x 3/4 - 0,11m	2	0,11	0,22	\$ 190,67
Tornillo carriage 2 1/2 x 1/4	6			\$ 468,00
Tornillo carriage 1 1/2 x 1/4	6			\$ 318,00
Arandela 5/16"	4			\$ 60,00
Arandela 1/4"	12			\$ 180,00
Tuerca seguridad RO 1/4	10			\$ 270,00
Tuerca seguridad RO 5/16"	2			\$ 72,00
Tapón lujo 1"	2			\$ 48,00
Tapón corriente 1"	10			\$ 230,00
Niveladores	4			\$ 134,40
Pintura Kg.	0,087			\$ 1.054,01
Remaches pock	4			\$ 52,62
Lona para silla deportiva	1			\$ 7.300,00

Bolsa para empaque	1		\$ 350,00
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>			<b>\$ 23.102,69</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 35. Costo de material directo de la Cama Valentina.**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA CAMA VALENTINA</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR CAMA</b>
Tubo de diámetro de 3" c20	2	0,8	1,6	\$ 7.466,67
Tubo de diámetro de 3" c20	2	0,4	0,8	\$ 3.733,33
Tubo de diámetro de 3/4" c20	3	1,4	4,2	\$ 4.760,00
Tubo de diámetro de 3/4" c20	2	1,34	2,68	\$ 3.037,33
Tubo de diámetro de 1/2" c22	1	0,38	0,38	\$ 323,00
Tubo de diámetro de 1/2" c22	2	0,26	0,52	\$ 442,00
Tubo de diámetro de 1/2" c22	2	1	2	\$ 1.700,00
Tubo de diámetro de 1/2" c22	2	1,2	2,4	\$ 2.040,00
Tubo de diámetro de 3/8" c20	4	0,29	1,16	\$ 425,33
Platina 3/4 x 3/16 - 0,15 m	8	0,15	1,2	\$ 2.040,00
Tapón madera 2,9"	4			\$ 2.400,00
Tapón corriente 2,9"	4			\$ 380,00
Terminal dorado 1/2"	8			\$ 800,00
Tablado 1,40	1			\$ 15.000,00
Chambrana	2			\$ 19.600,00
Tornillo galvanizado hexagonal 5/16 x 1 1/2	8			\$ 976,00
Pintura Kg.	0,28			\$ 4.184,88
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 69.308,55</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 36. Costo de material directo de la Mesa de noche valentina.**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DE LA MESA DE NOCHE VALENTINA</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR MESA</b>
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	2	0.6	1.2	\$ 2,500.00
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	2	0.4	0.8	\$ 1,666.67
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	4	0.28	1.12	\$ 952.00
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	2	0.4	0.8	\$ 680.00
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	1	0.365	0.365	\$ 310.25
Tubo de diámetro de 1 1/2 " c20	1	0.385	0.385	\$ 327.25
Tabla 44 x 32	1			\$ 3,950.00
Tabla 27 x 44	1			\$ 2,600.00
Cajón	1			\$ 0.00
Tapón corriente 1 1/2	4			\$ 264.00
Tapón madera 1 1/2	2			\$ 600.00
Terminal de cajón	1			\$ 2,700.00
Tornillo draywell 3/4	6			\$ 48.00
Pintura Kg	0.19			\$ 2,301.85
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 18,900.02</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 37. Costo de material directo de la Mesa escuadra con alas**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DE LA MESA ESCUADRA ALAS</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR MESA</b>
Tubo de diámetro de 1" c22	2	0,75	1,5	\$ 2.397,50
Tubo de diámetro de 1" c22	2	1,35	2,7	\$ 4.315,50
Tubo de diámetro de 1/2 c22	6	0,615	3,69	\$ 3.136,50
Tubo de diámetro de 1/2 c22	2	0,39	0,78	\$ 663,00
Tubo de diámetro de 1/2 c22	4	0,315	1,26	\$ 1.071,00
Tubo de diámetro de 1/2 c22	4	0,22	0,88	\$ 748,00
Tabla 60*40	3			\$ 16.800,00
Tabla 20*40	2			\$ 4.000,00
Tapón corriente 1"	4			\$ 92,00
Terminal dorado 1"	4			\$ 920,00
Terminal dorado 1/2"	2			\$ 200,00
Tornillo draywell 3/4	13			\$ 104,00
Pintura Kg	0,25			\$ 4.552,00
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 38.999,50</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 38. Costo de material directo de la silla reclinomática**

<b>MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DE LA SILLA RECLINOMATICA</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LARGO C/TUBO</b>	<b>CANTIDAD EN METROS</b>	<b>COSTO POR SILLA</b>
Tubo de diámetro de 1" c20	1	1,9	1,9	\$ 2.976,67
Tubo de diámetro de 1" c20	2	1,82	3,64	\$ 5.702,67
Tubo de diámetro de 1" c20	1	0,6	0,6	\$ 940,00
Tubo de diámetro de 1" c20	2	0,57	1,14	\$ 1.786,00
Tubo de diámetro de 3/4" c20	1	0,8	0,8	\$ 906,67
Tubo de diámetro de 3/4" c20	1	1,5	1,5	\$ 1.700,00
Tubo de diámetro de 3/4" c20	1	0,45	0,45	\$ 510,00
Tubo de diámetro de 5/8" c20	2	0,57	1,14	\$ 1.235,00
Tubo de diámetro de 7/8" c20	2	0,07	0,14	\$ 198,33
Tubo de diámetro de 3/8" c20	2	0,02	0,04	\$ 14,67
Angulo troquelado 1 1/2 x 1/8	2	0,18	0,36	\$ 2.300,00
Varilla 3mm	2	0,22	0,44	\$ 146,67
Platina 3/4 x 1/8	2	0,13	0,26	\$ 1.352,00
Niveladores	4			\$ 134,40
Tornillo de 1/4 x 2 1/2 cincado de carriage	6			\$ 468,00
Tornillo de 1/4 x 2 cincado de carriage	6			\$ 480,00
Tornillo de 1/4 x 3 cincado de carriage	2			\$ 228,00
Tornillo de punta broca 3/4	4			\$ 112,00
Tornillo draywell 1"	4			\$ 40,00
Tuerca de seguridad de 1/4	14			\$ 378,00

Arandela de 1/4"		12		\$ 180,00
Resorte galvanizado en mt.		12		\$ 6.600,00
Cancamo		58		\$ 2.118,74
Tapón corriente de 1"		12		\$ 276,00
Tapón corriente de 3/4"		4		\$ 88,00
Cuerina 60 x 20	0,12	2		\$ 624,00
Espuma 55 x 8	0,044	2		\$ 266,20
Tela lienzo 53 x 8	0,0424	2		\$ 47,11
Juego de lona Tapizado		1		\$ 25.200,00
Empaque para silla reclinomática		1		\$ 1.200,00
Pintura Kg.		0,098		\$ 1.187,27
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 59.396,39</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

Cesantías	8.33%
Intereses a cesantías	1%
Prima	8.33%
Vacaciones	4.17%
Sena	2%
ICBF	3%
Comfenalco	4%
I.S.S	11%

La información anterior fue extraída de contabilidad, la cual reflejó que el factor prestacional para Metálicas Zuluaga en el 2006 es del 41.83%.

Por lo tanto, para realizar el cálculo del costo que se carga al producto por concepto de mano de obra directa se realiza un aumento por el valor del factor prestacional:

$$EMOD = VMOD*(1+Fp)$$

EMOD: Costo Estándar de mano de obra directa

VMOD: Valor hora de mano de obra

Fp: Factor prestacional.

La Mano de obra utilizada con la tasa de remuneración en los diferentes centros de trabajo se muestra en el cuadro 39.

Teniendo en cuenta el costo estándar de mano de obra directa y el tiempo estándar en cada uno de los centros de trabajo se puede calcular el costo que por este concepto se carga al producto (Cuadro 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46).

**Cuadro 39. Mano de Obra Directa**

MANO DE OBRA DIRECTA						
CENTRO DE TRABAJO	VALOR HORA MANO DE OBRA	ESTANDAR DE MANO DE OBRA	FORMA DE PAGO	SALARIO BASE	AUXILIO TRANSPORTE	SALARIO PAGADO
Corte, Doblado y Troquelado	-	-	PAGO A DESTAJO	Varia dependiendo el producto elaborado	-	-
Soldadura						
Limpieza	\$ 1,794.44	\$ 2,545.06	SALARIO BASE	\$ 433,700.00	\$ 50,800.00	\$ 484,500.00
Pintura	\$ 1,794.44	\$ 2,545.06	SALARIO BASE	\$ 433,700.00	\$ 50,800.00	\$ 484,500.00
Armado	\$ 1,794.44	\$ 2,545.06	SALARIO BASE	\$ 433,700.00	\$ 50,800.00	\$ 484,500.00

*Fuente: Datos recopilados y procesados de la nomina de la empresa*

**Cuadro 40. Costo Mano de obra directa del Ropero Normal**

ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (ROPERO NORMAL)		
CENTRO DE TRABAJO	TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)	COSTO
Corte, Doblado y Troquelado	0.408	\$ 3,000.00
Soldadura		
Limpieza	0.089	\$ 159.52
Pintura	0.037	\$ 67.05
Armado	0.052	\$ 92.67
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 3,319.24</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 41. Costo Mano de obra directa del Camarote Olímpico**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (CAMAROTE OLIPICO)</b>		
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>
Corte, Doblado y Troquelado	1.155	\$ 10,000.00
Soldadura		
Limpieza	0.295	\$ 750.99
Pintura	0.258	\$ 656.69
Armado	0.053	\$ 135.72
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 11,543.39</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 42. Costo Mano de obra directa de la Silla Deportiva**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (SILLA DEPORTIVA)</b>		
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>
Corte, Doblado y Troquelado	0.092	\$ 1,000.00
Limpieza	0.069	\$ 174.64
Pintura	0.088	\$ 224.18
Armado	0.324	\$ 824.29
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 2,223.11</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 43. Costo Mano de obra directa de la Cama Valentina**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (CAMA VALENTINA)</b>		
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>
<b>Corte, Doblado y Troquelado</b>		
<b>Soldadura</b>	<b>0.684</b>	<b>\$ 4,000.00</b>
<b>Limpieza</b>	<b>0.160</b>	<b>\$ 408.23</b>
<b>Pintura</b>	<b>0.111</b>	<b>\$ 282.03</b>
<b>Armado</b>	<b>0.039</b>	<b>\$ 98.10</b>
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 4,788.35</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 44. Costo Mano de obra directa de la Mesa de Noche Valentina**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (MESA DE NOCHE VALENTINA)</b>		
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>
<b>Corte, Doblado y Troquelado</b>		
<b>Soldadura</b>	<b>0.277</b>	<b>\$ 2,000.00</b>
<b>Limpieza</b>	<b>0.036</b>	<b>\$ 93.99</b>
<b>Pintura</b>	<b>0.020</b>	<b>\$ 52.19</b>
<b>Armado</b>	<b>0.192</b>	<b>\$ 490.09</b>
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 2,636.27</b>

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 45. Costo Mano de obra directa la Mesa Escuadra Alas**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (MESA ESCUADRA ALAS)</b>				
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>		
Corte, Doblado y Troquelado	0.417	\$ 2,000.00		
Soldadura				
Limpieza			0.115	\$ 206.39
Pintura			0.027	\$ 48.43
Armado			0.121	\$ 217.77
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 2,472.60</b>		

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

**Cuadro 46. Costo Mano de obra directa de la Silla Reclinomática**

<b>ASIGNACION DE MANO DE OBRA MANO DE OBRA DIRECTA (SILLA RECLINOMATICA)</b>				
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)</b>	<b>COSTO</b>		
Corte, Doblado y Troquelado	0.514312244	\$ 5,000.00		
Soldadura				
Limpieza			0.080804889	\$ 205.65
Pintura			0.0635236	\$ 161.67
Armado			1.093300693	\$ 2,782.52
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>\$ 8,149.84</b>		

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

### **8.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN**

Los costos indirectos de fabricación son todos los costos que no están clasificados como mano de obra directa ni como materiales directos. Aunque los gastos de venta, generales y de administración también se consideran frecuentemente como costos indirectos, no forman parte de los costos indirectos de fabricación, ni son costos del producto.

En Metálicas Zuluaga este es el elemento más complejo de los tres, debido a que la empresa maneja gran variabilidad de productos por lo tanto el costo indirecto de fabricación generado en el mes no se podría prorratear en un monto igual para cada producto porque se podría incurrir en el error de cargar un costo muy alto a un producto que haya generado en la realidad un costo mínimo, dicho error tendría un impacto importante en el precio del producto.

En los CIF se ha incluido todos los costos indirectos necesarios para el funcionamiento de una estructura fabril, y que no pueden asignarse directamente a la producción.

La selección de los CIF en el producto se ha realizado teniendo en cuenta que estos se diferencian por:

- La cantidad de rubros que lo integran.
- La heterogeneidad de cuentas que incluye.
- El disímil comportamiento con relación al volumen de actividad.
- La falta o no conveniencia de su identificación en el producto.
- La necesidad de asignarlos mediante bases y prorrateos.

Para la asignación de los CIF se presentamos dos problemas que están dirigidos hacia la forma en que fueron contabilizados ya que existió la necesidad de darle una clasificación:

Una parte importante de los CIF es de naturaleza fija. Como consecuencia, el CIF por unidad aumenta a medida que disminuye la producción, y disminuye cuando ésta se incrementa.

A diferencia de los costos de materiales y de mano de obra, el conjunto de los CIF es de naturaleza indirecta y no puede identificarse fácilmente con departamentos o productos específicos.

**9.3.1. Materiales indirectos.** Los materiales indirectos fueron considerados para los meses de agosto a diciembre de 2006 y de acuerdo a aquellos materiales que no tienen identificación, uso o valor dentro del producto o que si los tiene no son relevantes. (Cuadro 47)

Materiales indirectos que se utilizan actualmente:

- Gas natural
- Tiner
- Brocas
- Remaches
- Grapas
- Pegantes
- Tapa oídos
- Lija
- Disco de lija
- Cinta aislante
- Cinta pegante
- Disco de corte
- Rollos de plástico
- Seguetas
- Metros
- Oxigeno.

- Soldadura MIG
- Acido fosfacitante
- Artículos de aseo general
- Guantes de caucho.
- Guantes carnaza
- Respirador (pintura)
- Aerosoles

#### **Cuadro 47. Costos Generales – Materiales Indirectos**

<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION (ULTIMOS 5 MESES)</b>	
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>	
Gas natural	\$ 804,612.00
Removedor, hueso duro y otros	\$ 67,300.00
Lija	\$ 196,500.00
Disco de lija	
Disco de corte	
Ceguetas	\$ 459,250.00
Rollos de plástico (empaque)	
Cinta aislante	
Bolsas de empaque	\$ 48,100.00
Aerosoles	
Guantes carnaza, caucho y otros	\$ 55,202.00
Articulos de aseo general	\$ 271,000.00
Varios	\$ 3,006,576.00
<b>TOTAL MATERIALES INDIRECTOS</b>	<b>\$ 4,908,540.00</b>

*Fuente: Departamento de Contabilidad*

**8.3.2 Mano de obra indirecta.** Mano de obra indirecta es todo valor salarial, prestacional y aportes patronales generados por el servicio prestado por los trabajadores de producción que no interviene directamente en la transformación de los materiales para conseguir el producto terminado. (Cuadro 48)

### Cuadro 48. Mano de obra indirecta

<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	
Servicios varios (auxiliares)	\$ 4,330,000.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	<b>\$ 4,330,000.00</b>

*Fuente: Departamento de Contabilidad*

**8.3.3 Otros costos indirectos de fabricación.** En este último elemento se tomaron las erogaciones indispensables para suplir las necesidades del desarrollo del proceso productivo de agosto a diciembre de 2006. Se les puede clasificar de acuerdo con su comportamiento respecto a la actividad de producción y al tiempo. Aquellos costos cuyo monto total cambia o varía según el volumen de producción, se conocen como costos variables. Aquellos costos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción, se llaman costos fijos. Los costos fijos varían con el tiempo más que con la actividad. (Cuadro 49)

### Cuadro 49. Otros Costos Indirectos de Fabricación

<b>Otros costos indirectos de fabricación</b>	
<b>Costos variables</b>	
Servicios públicos	\$ 1.385.000,00
Estampados	\$ 100.000,00
Fletes y acarreos	\$ 521.600,00
Gastos de financiamiento	\$ 1.044.775,00
<b>TOTAL CIF VARIABLES</b>	<b>\$ 3.051.375,00</b>
<b>Costos fijo</b>	
Seguros de planta (alarma)	\$ 147.335,00
Flota y equipos de transporte	\$ 702.920,00
Impuestos	\$ 195.200,00
Mantenimiento propiedad planta y equipo	\$ 724.517,00
Arriendo	\$ 12.500.000,00
<b>TOTAL CIF FIJOS</b>	<b>\$ 14.269.972,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 23.979.887,00</b>

*Fuente: Departamento de Contabilidad*



## 8.5 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, VENTAS Y FINANCIEROS

En las operaciones de cualquier fábrica no solo se generan erogaciones por el proceso de fabricación, también se generan unos gastos que son complementarios para el buen funcionamiento de las operaciones de la empresa, a continuación se muestran los egresos generados por dichos conceptos de los cinco meses anteriores. (Cuadro 50)

**Cuadro 50. Gastos de Administración, Ventas y Financieros**

<b>GASTOS FIJOS</b>	
<b>CARGO</b>	<b>GASTO</b>
Gerente	\$ 11.775.000,00
Secretaria	\$ 3.202.800,00
Contador	\$ 1.000.000,00
<b>TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS FIJOS</b>	<b>\$ 15.977.800,00</b>

<b>GASTOS VARIABLES</b>	
Mantenimiento y reparacion de equipos de oficina	\$ 60.100,00
Legales y notariales	\$ 151.000,00
Utiles, papeleria y fotocopias	\$ 287.729,00
Transporte y parqueaderos	\$ 200.100,00
Certificados camara y comercio	\$ 9.200,00
Restaurante y cafeteria	\$ 79.000,00
Gastos iva	\$ 120.000,00
Servicios publicos	\$ 1.126.510,00
Comisiones	\$ 682.000,00
Donaciones	\$ 50.000,00
Gastos bancarios	\$ 1.044.775,00
Asesoría técnica	\$ 700.000,00
<b>TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS VARIABLES</b>	<b>\$ 4.510.414,00</b>

<b>TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS</b>	<b>\$ 20.488.214,00</b>
--	-------------------------

*Fuente: Departamento de Contabilidad*

Para cargar los gastos de administración, ventas y financieros a cada uno de los productos se calcula una tasa que parte de los gastos totales con respecto al nivel de producción normal de la planta.

$$\begin{aligned} \text{TASA DE GASTOS} &= \text{GASTOS TOTALES/ H.M.O.D} \\ &= \$ 4.209,19 \quad \$/\text{H.M.O.D} \end{aligned}$$

Lo que indica que por cada hora de mano de obra directa empleada en la fabricación de un producto, es cargada a la orden la suma de \$4.209,19 por concepto de gastos de administración, ventas y financieros. El monto cargado por este concepto a cada producto se obtiene multiplicando la tasa de gastos por el tiempo de mano de obra directa.

## **8.6 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO**

Este costo esta conformado por la suma del costo total de fabricación y los gastos de administración, ventas y financieros. El costo total se calculó para los productos estudiados (Cuadro 52).

Al observar los costos obtenidos en el estudio y realizar una comparación con los que se encontraban establecidos por la empresa para, se identificó que en algunos productos como la cama valentina, se estaba percibiendo una menor utilidad de lo que se pensaba, por otra parte en productos como en ropero se estaba obteniendo una mayor utilidad de la que se especulaba estaba logrando la empresa.

**Cuadro 51. Diferencia de Costos**

<b>Producto</b>	<b>CU Empresa</b>	<b>CU Obtenido</b>	<b>Margen de Diferencia</b>
Ropero Normal	\$ 47.000,00	\$46,417.30	1,24%
Camarote Olímpico	\$ 161.000,00	\$155,772.14	3,25%
Silla deportiva	\$ 29.461,00	\$30,935.47	-5,00%
Cama Valentina	\$ 75.384,00	\$83,178.89	-10,34%
Mesa de Noche valentina	\$ 26.923,00	\$26,356.07	2,11%
Mesa Escuadra con alas	\$ 43.000,00	\$47,692.25	-10,91%
Silla Reclinomática	\$ 80.300,00	\$90,993.69	-13,32%

*Fuente: Datos procesados por el autor*

**Cuadro 52. Costo Total del Producto**

<b>COSTO TOTAL DE LOS PRODUCTOS</b>						
<b>Producto</b>	<b>Material Directo</b>	<b>Mano de Obra Directa</b>	<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>	<b>Costo Total de Fabricación</b>	<b>Gastos Totales</b>	<b>Costo Total del Producto</b>
Ropero Normal	\$37,361.65	\$3,319.24	\$2,885.49	\$43,566.38	\$2,850.91	\$46,417.30
Camarote Olímpico	\$128,128.52	\$11,543.39	\$8,682.21	\$148,354.13	\$7,418.01	\$155,772.14
Silla Deportiva	\$23,102.69	\$2,223.11	\$2,821.74	\$28,147.54	\$2,787.93	\$30,935.47
Cama Valentina	\$69,308.55	\$4,788.35	\$4,897.56	\$78,994.46	\$4,184.43	\$83,178.89
Mesa de Noche Valentina	\$18,900.02	\$2,636.27	\$2,599.12	\$24,135.41	\$2,220.66	\$26,356.07
Mesa Escuadra con Alas	\$38,999.50	\$2,472.60	\$3,354.28	\$44,826.38	\$2,865.87	\$47,692.25
Silla Reclinomática	\$67,767.59	\$7,220.86	\$8,630.99	\$83,619.44	\$7,374.25	\$90,993.69

*Fuente: Datos procesados por el autor*

## 8.7 PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)

Otro de los aspectos mas importantes a parte de los costos unitarios, para que la dirección puedan adoptar medidas y acciones de tipo comercial, financiera y organizativa es el punto de equilibrio, el cual parte del empleo de la utilidad neta, que depende de la relación costo-ventas, el volumen y la mezcla de productos para el caso de la empresa que tiene una variada gama.

El Punto de Equilibrio podría definirse como el nivel de actividad en el cual los ingresos son iguales a los costos y gastos y por tal razón no existe utilidad, como consecuencia de lo cual la empresa ni gana ni pierde.

Para el caso de metálicas Zuluaga, que es una empresa que produce una gama variada de productos se dio la importancia de determinar la mezcla de productos con la cual la empresa podría cubrir los costos fijos.

El punto de equilibrio se calcula para el estado actual de la empresa, determinándose de la siguiente manera:

- Al realizar el análisis del punto de equilibrio se realiza una separación de los costos y gastos fijos y variables de las actividades realizadas de la empresa.
- Se calculan las ventas para un mes o periodo determinado.
- Se determina el porcentaje de ventas de cada producto con respecto a las ventas totales en el periodo.
- Se determina el costo variable unitario (CVU) por producto (costo de materiales directos mas costo de mano de obra directa, este valor se extrae del cálculo de los costos unitarios realizado en la sección 9.6.

- Se calcula el margen de contribución (©) como un porcentaje del precio de venta de cada producto.

$$\text{©} = \frac{(\text{Pv} - \text{CVU})}{\text{Pv}}$$

Donde:

Pv: Precio de Venta

CVU: Costo Variable Unitario

- Se calcula el margen de contribución Ponderado (MCP).

$$\text{MCP} = \sum_{i=1}^6 \frac{\text{©}_i (\% \text{Ventas})_i}{100}$$

Donde:

i = producto i-esimo (i= 1, 2, 3, ..., 6)

©<sub>i</sub> = Margen de contribución del producto i.

(% ventas)<sub>i</sub> = Porcentaje de ventas del producto i.

Para la mezcla de productos que se tuvieron en cuenta para cubrir el punto de obtuvo un margen de contribución permitido de:

$$\text{MCP} = 0.33175$$

- Se determinan los costos fijos de la empresa (ANEXO E).

$$\text{CF} = \$ 8.893.620,20$$

- Se calcula el punto de equilibrio de la empresa

$$Pe = \frac{CF}{MCP}$$

- Al tener el punto de equilibrio para toda la empresa en el periodo, se puede calcular el punto de equilibrio en unidades y en pesos, el cual se fija en \$26.808.304.

- Punto de equilibrio por unidad en pesos

$$(Pe)_i = Pe * (\% \_ ventas)_i$$

Donde:

$(Pe)_i$ : Punto de Equilibrio del Producto

- Punto de equilibrio por unidad en unidades

$$(Pe)_i' = \frac{(Pe)_i}{(Pv)_i}$$

Donde:

$(Pe)_i$ : Punto de Equilibrio del Producto i en pesos

$(Pe)_i'$ : Punto de Equilibrio del Producto i en unidades

El Valor obtenido del punto de equilibrio del cuadro 53. Muestra que la empresa debe vender como mínimo \$26.808.304 para no tener pérdidas en el periodo determinado. En el cuadro también se puede identificar una posible mezcla de productos cuyo valor mínimo podría cubrir los costos y gastos generados en la empresa.

**Cuadro 53. Punto de Equilibrio**

Producto	Ventas	% de ventas	Costo variable unitario	Margen de contribución ©	Margen de contribución permitido MCP	Punto de equilibrio (\$)	Punto de equilibrio (Und)
Ropero normal	\$ 9.612.000	34,75	\$ 40.732,98	32,11	11,159	\$ 9.315.694,54	155
Silla deportiva corriente	\$ 1.692.000	6,12	\$ 24.967,32	32,52	1,989	\$ 1.639.841,36	44
Silla mecedora plegable	\$ 703.000	2,54	\$ 24.029,30	27,18	0,691	\$ 681.328,89	21
Columpio	\$ 336.000	1,21	\$ 30.679,15	34,73	0,422	\$ 325.642,26	7
Comedor para niño	\$ 464.000	1,68	\$ 25.749,43	41,48	0,696	\$ 449.696,45	10
Peinadora valentina	\$ 120.000	0,43	\$ 63.493,68	29,45	0,128	\$ 116.300,81	1
Cama 1,40	\$ 6.001.000	21,69	\$ 69.490,72	31,87	6,915	\$ 5.816.009,46	57
Mesa estética	\$ 950.000	3,43	\$ 59.885,79	36,96	1,269	\$ 920.714,71	10
Camarote olímpico 1,00	\$ 2.820.000	10,19	135.386,51	49,86	5,083	\$ 2.733.068,93	10
Mesa escuadra alas	\$ 2.797.000	10,11	\$ 39.608,16	26,65	2,695	\$ 2.710.777,95	50
Mesa escuadra normal	\$ 2.041.000	7,38	\$ 35.079,98	26,92	1,986	\$ 1.978.082,87	41
Mesa CD	\$ 125.000	0,45	\$ 47.856,13	31,63	0,143	\$ 121.146,67	2
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 27.661.000</b>				<b>33,175</b>	<b>\$ 26.808.304,88</b>	

*Fuente: Datos Procesados por el Autor*

## **9. CONTROL DE INVENTARIOS**

### **9.1 FUNCIÓN DEL CONTROL DE INVENTARIOS**

El control de los inventarios le permitirá a Metálicas Zuluaga mantener los niveles apropiados tanto de materiales, producto en proceso y producto terminado. El estudio principalmente se enfocará en los inventarios de producto terminado por tal razón será importante conocer las variables que inciden para realizar su control, como es la velocidad de rotación para tener en cuenta la utilización del espacio destinado para su almacenamiento y la producción a tiempo de la cantidad propicia.

Además, para tener control del sistema de inventarios de la empresa es necesario tener en cuenta varios aspectos importantes, entre los cuales se encuentran;

- La formulación de políticas de inventarios.
- El desarrollo de procedimientos para contabilizar los inventarios.
- La asignación de la responsabilidad de los inventarios a un individuo en específico.
- El desarrollo de informes del estado de los inventarios a la administración.

### **9.2 SISTEMA DE INVENTARIOS**

Para establecer el sistema de inventarios es necesario tener conocimiento de los volúmenes que se encuentran en la planta para poder colocar órdenes de producción y restablecer las existencias cuando los inventarios lleguen a un

nivel determinado; punto de reorden, lo cual resolverá las preguntas del sistema de inventarios para la gestión de un stock, que cantidad pedir y en que momento.

Antes de empezar a analizar el modelo que mejor aplica para el control de los inventarios se realizó un análisis de los procedimientos que se encontraban establecidos para el almacenamiento y control de los inventarios.

**9.1.1 Inventario de Materia Prima.** En el control de la recepción de materiales, aquellos que ingresan a la planta son inspeccionados antes de iniciarse su proceso en los centro de trabajo a los que son destinados.

Se tienen definidas ciertas características que debe cumplir el material para poder ser aceptado e ingresado, ejemplo;

- Características que debe cumplir la tubería;

Debe tener determinadas medidas, No debe encontrarse húmeda, oxidada, o con abolladuras.

Enseguida de hacer esta verificación, el material que es aceptado se envía a un lugar definido para cada tipo, para que pueda seguir el proceso de fabricación en cualquier momento.

Los rechazados se apartan y se les da un tratamiento de recuperación o no se reciben.

La realización del control de recepción se maneja por medio visual en el cual un operario toma una cantidad de materiales que varía según las cantidades que ingresan, e identifica el cumplimiento de características como medidas, calibres, estado del material, etc...

Dentro del análisis se encontró que el principal material utilizado para la fabricación de los muebles es el tubo de diferentes diámetros y calibres, para la adquisición de estos la empresa cuenta con una ventaja ya que el tiempo de entrega de los distribuidores es relativamente corto (periodos de 1 a 2 días).

Teniendo la anterior información el 1 de agosto de 2006 se realizó un conteo y una valoración del inventario de tubos generando los siguientes resultados:

**Cuadro 54. Materiales en existencia a 1 de agosto de 2006**

<b>MATERIAL</b>	<b>EXISTENCIA</b>
Tubo 6 mt. 1" C 22	211
Tubo 6 mt. 1" C 20	80
Tubo 6 mt. 1 1/2" C 20	31
Tubo 6 mt. 1 1/4" C 22	50
Tubo 6 mt. 7/8" C 20	99
Tubo 6 mt. 3/4" C 20	62
Tubo 6 mt. 5/8" C 22	133
Tubo 6 mt. 5/8" C 20	74
Tubo 6 mt. 1/2" C 22	203
Tubo 6 mt. 7/8" C 22	77
Tubo 6 mt. 3" C 20	12
Tubo 3 mt. 3/8" C 20	132
Tubo cortado de 1" 270cm (residuo ropero)	381
Tubo cuadrado 3/4"	5
Tubo cuadrado 1/2"	7
Tubo cuadrado 2*1	2

*Fuente: Conteo directo a los inventarios*

Valorando las cantidades anteriores se calcula un monto aproximado de 9 millones de pesos, el cual se puede reducir en gran parte, teniendo en cuenta que; los proveedores no realizan descuentos significativos por las cantidades altas que requiera la empresa con la demanda que tiene, los tubos llegan a durar hasta 20 días en el estante de almacenamiento antes de entrar a producción y se tiene un tiempo de aprovisionamiento de 2 días, por otra parte el proveedor cubre la entrega de los materiales si se hace un pedido no menor a un monto de \$ 100.000, los cuales se pueden cubrir con una cantidad mínima de tubos (aproximadamente 15 Tubos, ver cuadro 25).

Al mantener cantidades en existencia tan grandes se generan costos de oportunidad, ya que esa cantidad de tubos dura en almacenamiento un tiempo considerable hasta el momento de llegar a utilizarse, por otra parte, si la tubería no llega a entrar en el proceso durante un periodo de tiempo largo, esta empieza a oxidarse, lo que hace incurrir con otros costos y mas tiempo de procesamiento.

Se indagó la causa de mantener un volumen tan alto de inventarios y se generaron varias respuestas, que fueron;

- Se realizaban pedidos muy altos para no cubrir con los gastos del acarreo, ya que el proveedor cubría este costo solo si se realizaban pedidos con un monto mínimo.
- Se almacenaban grandes cantidades para protegerse de épocas de escases del material.
- Se mantenían altos volúmenes para aprovechar épocas de escases y poder vender a otros fabricantes.
- Se pedían cantidades de tubería en exceso sin tener en cuenta las existencias.

- Se hacían grandes pedidos para aprovechar los descuentos que brindaban los proveedores.

Por otra parte, para los demás materiales utilizados en Metálicas Zuluaga no se tenía un lugar específico en donde se pudieran concentrar y controlar todos los materiales que se utilizaban. Existía una persona encargada de recibir y revisar si estaban completos haciendo una comparación con la remisión y la orden de pedido. Finalmente se almacenaban hasta que los operarios tomaran lo que necesitaban en cualquier momento del día a medida que fueran necesiéndolos y sin tener ningún tipo de control.

Para dar solución a los problemas generados por los factores anteriores y a la falta de control de los inventarios fue necesario tomar medidas como;

- Dar a conocer a la gerente, que el mínimo descuento que estaba logrando por pedir cantidades altas se estaba convirtiendo en un costo al tener que dedicar un mayor tiempo de fabricación (lijado por oxidación o repintura del artículo) al producto que se encontraba oxidando por tenerlo tanto tiempo almacenado, además de tener un costo de oportunidad por la cantidad de capital que estaba invertido sin generarle rentabilidad, se estableció la política de no mantener inversiones grandes de capital en inventarios de no ser necesario y realizar el pedido de materiales de acuerdo a la demanda de los productos. Resultado de esto se redujo el nivel de inventarios de productos como la tubería el cual redujo a un rango de 1 a 1.5 millones, lo cual es una reducción considerable comparada con la mostrada anteriormente.
- Manejar un programa flexible que permita realizar entregas frecuentes y en pequeñas cantidades por parte de los proveedores, lo anterior teniendo en cuenta que no se afecten los costos por pago de fletes, es

decir manejar las cantidades a tal punto que sean razonables y sean cubiertas en la mayoría de los casos por el mismo proveedor.

- Localizar un lugar específico (bodega) para el almacenamiento de las materias primas, insumos y algunas herramientas.
- Se realizó un inventario físico y se ordenaron los materiales de acuerdo a sus características, tamaño y uso.
- Se determinaron los materiales obsoletos y se les busco un uso.
- Se realizó una codificación de la mayoría de productos en grupos y subgrupos.
- Se asignó una persona directamente encargada del control de las salidas y entradas de material, revisión de las necesidades, la calidad de los materiales y la organización de la bodega.
- Se estableció un sistema de control de existencias sistematizado. Para llevar a cabo dicha acción se efectuó un reconocimiento al software contable (llamado "Trident") que tiene la empresa con algunas herramientas que podían facilitar el control de los inventarios, el software tiene varios elementos de entrada y salida como son;
  - Ingreso y salida de materiales;
  - Costo unitario del producto.
  - Proveedor
  - Localización del material

- Tiempo de reposición.
- Etc.

Con esta herramienta se lleva control de la existencia de materiales bastante conveniente ya que los resultados que se generan son de forma inmediata y por lo tanto se pueden tomar decisiones en tiempo real en caso de presentarse faltantes o de haberse llegado a un punto de reorden.

Al finalizar las actividades y controles anteriores se lograron mejores resultados de eficiencia y efectividad en el manejo del sistema productivo de la empresa.

**9.1.2 Inventario de producto en proceso.** Inicialmente el volumen manejado en Metálicas Zuluaga era muy elevado debido a diferentes causas generadas a partir de la falta de control que se tenía sobre;

*Las necesidades de cada pedido;* había una regular programación de la producción, lo que hacía que el pedido entrara a ser procesado sin contar con todos los materiales que requería para ser terminado.

*El manejo del stock de materiales;* existen varios materiales que para ser adquiridos e ingresados a la planta debe haberse realizado su ingreso desde varios días antes de presentarse la orden de producción, al no tener un stock de inventarios de este tipo de materiales, se generaba el estancamiento del producto en proceso y se tenía que esperar hasta la nueva llegada del material.

*Control de las actividades de los operarios;* como se comentó anteriormente, algunos operarios son contratados a destajo, con este tipo de contrato se generan muchas ventajas pues los operarios brindan un mayor rendimiento, pero también se presentan ciertas desventajas ya que al no tenerse control sobre las actividades que realizaban, se fabricaban partes de algunos

productos que no se requerían en el momento o se fabricaban mas de las cantidades que se solicitaban con el fin de generar mejores ingresos en la quincena.

Para dar solución a las situaciones anteriores se llevaron varias actividades que mejoraron la rotación de los productos que se encontraban en proceso, entre las cuales están;

- Se diseñó un formato que además de ser utilizado como orden de pedido en donde se plasman fechas de entrega, los productos a fabricar, cantidad, color y demás especificaciones para el cliente, sirviera para registrar todos los materiales necesarios y facilitar al jefe de producción la forma de exigir cantidades y llevar control de la parte del proceso en la que se encuentra el producto o productos en elaboración. Ver figura 26.

Para que los problemas anteriores no se vuelvan a presentar, es fundamental que el jefe de producción maneje el formato de orden de pedido rigurosamente ya que esta es una herramienta que le permitirá; Iniciar la fabricación de los pedidos contando con todos los materiales requeridos, hacer control de lo que hacen los operarios y saber en que parte del proceso se encuentra el pedido.

- Se desarrolló una herramienta (sección 10.3) que facilitara hacer una programación de materiales y tiempos para los productos en serie, lo cual evita que el producto se estanque por falta de material durante su elaboración.

Se realizó una charla con los operarios en la que se explicó el impacto que tenía la fabricación de cantidades adicionales a las solicitadas en los inventarios y en la programación de producción. Además se les mostró como esto afectaba a la empresa e incluso a ellos mismo en el pago de la nomina. También se especificó que los materiales que se encuentren en

inventario a partir de enero de 2007, están estrictamente destinados para cada uno de los pedidos que están realizados por el cliente

- Mantener en inventario de materia prima los materiales necesarios para las órdenes de producción que se hallan realizado, de tal manera que los operarios tengan conocimiento que se cuenta con el material exacto y no lo utilicen para fabricar cantidades adicionales a las que se encuentran en la orden, pues se puede presentar un desequilibrio en las necesidades de materiales.

**Figura 26. Orden de Fabricación**

ORDEN DE FABRICACION		No	
CLIENTE:		TEL.	
Fecha de pedido:		Fecha lim. de entrega:	
PRODUCTOS A FABRICAR		Cantidad	Color
Prod. 1:			
Prod. 2:			
Prod. 3:			
Prod. 4:			
Prod. 5:			
Prod. 6:			
Nota.  		Necesidad de materiales.	
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
Ref.			

*Fuente: Diseñada por el autor*

Dentro de la identificación de aquellos productos que estaban en proceso también se detectó una cantidad considerable de cortes de tubería que no tenía un uso destinado, estos cortes resultaban del residuo de la fabricación de otros productos, en especial de los roperos, el cual es el producto con mayor rotación en el momento.

Para dar solución a la anterior condición se realizaron diferentes acciones, que se enfocaron en utilizar la cantidad de cortes de los tubos existentes (Cantidad de tubo que queda como residuo del corte para otros productos).

Las acciones realizadas fueron:

- Fabricar productos en los cuales se pudieran utilizar la gran cantidad de cortes de tubos que habían almacenados.
- Se analizó y se identificó que además de ser el ropero el producto con mayor rotación también era del que más salían cortes de tubos que no podían utilizarse en otros artículos (ver cuadro 54, Tubo cortado de 1" 270cm), ya que los calibres que se manejaban en este no eran fácilmente aprovechables para otros productos. Al identificar este problema se indagó en el costo del tubo de 1" calibre 22 y se comparó con el de 1" calibre 20 (Ver cuadro 24) el cual es el material que prima en la fabricación del ropero. Se observó el incremento de costos que se generaría si se fabricara con calibre 20 para poder utilizar su parte restante que es de 2.70 metros en otro tipo de productos, se llegó a la conclusión que utilizando un calibre mayor no tendría un cambio relevante en el costo del producto y de esa forma si se podría reducir en gran parte los residuos generados.

Como resultado a estas actividades se mantienen en proceso la cantidad de artículos necesarios para cumplir con las exigencias de colores de los productos que se manejan en serie.

**9.1.3 Inventario de Producto Terminado.** Inicialmente, en la bodega existían volúmenes relativamente altos de productos que ya no tenían buena rotación por que habían pasado de moda o simplemente porque son productos que tienen una buena rotación y se deben mantener volúmenes altos para protegerse de la demanda tanto alta como variable que se pueda tener en el mes.

Para controlar este tipo de inventarios, se realizó un análisis que arrojó los resultados mostrados en los siguientes numerales.

### **Costos de los inventarios**

Los costos generados por los inventarios están directamente relacionados con los principios de la operación de cuando y en que cantidad fabricar, los costos considerados para el manejo de inventarios principalmente fueron:

- Costo de mantenimiento del inventario

Estos costos se tomaron principalmente como todos aquellos asociados con tener inventarios a la mano y no dejar de vender. Dentro de los costos que se tuvieron en cuenta como desembolso o no de dinero por dicho concepto se encontraron; el costo de mantenimiento de las instalaciones como la iluminación y deterioro del producto, costos de manipulación de los productos en el inventario y el costo en el cual se incurre por tener capital amarrado por mantener inventarios y otros costos de oportunidad.

De acuerdo a la mezcla de productos que se suele fabricar y a los inventarios del año 2006 se obtuvo el costo de mantenimiento. Cuadro 55

La estimación de los costos anteriormente mencionados partió de la información suministrada por la gerente y la contadora,

El costo generado, si la inversión fuera realizada en otro negocio que represente rentabilidad, (costo de oportunidad) se tomó a una tasa de 2% sobre el costo del producto.

#### **Cuadro 55. Costo de Mantenimiento**

<b>CONCEPTO</b>	<b>FACTOR</b>
Servicios Públicos (energía)	1%
Costo de manipulación de los productos	4%
Costo de Oportunidad (% sobre el costo del producto)	2%
Costo de oportunidad (espacio ocupado)	2%
Obsolescencia y deterioro	1%
<b>Costo total por mantenimiento</b>	<b>10%</b>

*Fuente: Datos Generados por la gerente y la contadora*

En el Anexo F se presenta el balance general de la empresa a Diciembre 31 de 2006 con el objeto de justificar los costos por mantenimiento de los productos.

- Costo de preparación del pedido

Para este tipo de costo se consideraron aquellos en los cuales se incurre al colocar una orden de producción como son los costos de oficina como la papelería, llamadas telefónicas y documentación, la preparación de los medios de trabajo y las herramientas. (Cuadro 56)

- Los costos de producción

El valor generado en la fabricación de un determinado producto (cuadro 52).

En el cuadro 56. Se muestran los costos de mantenimiento y preparación del pedido para los productos en estudio.

**Cuadro 56. Costo de los Inventarios**

<b>PRODUCTO</b>	<b>COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>COSTO DE PREPARACION</b>	<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>
Ropero Normal	\$43,566.38	\$ 4.000	10% del valor del producto
Camarote Olímpico	\$148,354.13	\$ 7.000	10% del valor del producto
Silla deportiva	\$28,147.54	\$ 4.500	10% del valor del producto
Cama valentina	\$78,994.46	\$ 5.000	10% del valor del producto
Mesa escuadra alas	\$44,826.38	\$ 4.500	10% del valor del producto
Silla Reclinomatica	\$83,619.44	\$ 9.000	10% del valor del producto

*Fuente: Estudio de Costos y Datos Generados por la gerente*

### **9.1.3.1 Propuesta del modelo para el manejo de inventarios.**

El modelo utilizado para el producto terminado es la fórmula de optimización de Wilson, la cual contempla la minimización de los costos totales de mantener inventario.

En la práctica se hace una modificación al modelo debido a ciertas limitaciones que existen en la planta como es la de la capacidad de almacenamiento. Para que en el modelo se tuviera en cuenta la restricción de capacidad se tiene que recurrir a la utilización de multiplicadores de Lagrange ( $\lambda$ ).

La fórmula de Wilson muestra que los costos totales son iguales a:

$$C_i(X) = \sum_{j=1}^n Cdp_j Q_j + \sum_{j=1}^n \frac{Cop_j}{x_j} Q_j + \sum_{j=1}^n 1/2 X_j P_j (Cdp_j + \frac{Cdo_j}{X_j}) \quad (1)$$

Donde:

$Q_j$  = la demanda durante un periodo de tiempo determinado del producto j.

$Cdp_j$  = Costos directos de producción por unidad de producto j.

$Cop_j$  = costos de preparación y organización de un pedido de producto j.

$X_j$  = la cantidad, la magnitud óptima del pedido para cada producto tipo j.

$P_j$  = Porcentaje del valor del producto j.

Si se tienen en cuenta las limitaciones de almacenamiento de inventario:

$$\sum_{j=1}^n V_j X_j \leq C$$

Donde:

$V_j$  = Volumen de almacenamiento necesarias para el mantenimiento de una unidad de producto j.

$C$  = Capacidad total disponible de la bodega.

Al mantener la anterior restricción se agrega un multiplicador  $\lambda$  a la ecuación 1, dándose la siguiente ecuación;

$$C_i(X) = \sum_{j=1}^n Cdp_j Q_j + \sum_{j=1}^n \frac{Cop_j}{x_j} Q_j + \sum_{j=1}^n 1/2 X_j P_j (Cdp_j + \frac{Cdo_j}{X_j}) + \lambda (C - \sum_{j=1}^n V_j X_j) \quad (2)$$

Para obtener el mínimo de la función, se deriva en función de  $X_j$  y  $\lambda$  y se iguala dicho resultado a 0, con lo que se obtiene el sistema de ecuaciones;

$$1/2P_j Cdp_j - \frac{Cop_j}{X_j^2} Q_j - V_j \lambda = 0 \quad (3)$$

$$C - \sum_{j=1}^n V_j X_j = 0 \quad (4)$$

De donde al despejar de la ecuación 3  $X_j$  se obtiene:

$$X_{jopt} = \sqrt{\frac{2Cop_j Q_j}{P_j Cdp_j - 2V_j \lambda}} \quad (5)$$

El cual es el nivel óptimo de inventario

De la ecuación 4 se puede deducir que la cantidad de pedido no puede superar la capacidad disponible del depósito por lo tanto:

$$(V_1 X_1 + V_2 X_2 + \dots + V_n X_n) = C \quad (6)$$

Las demás fórmulas utilizadas son:

$$N_j = \frac{Q_j}{X_j} \quad (7)$$

$N_j$ ; Número de pedidos con el cual se garantiza la satisfacción de la demanda.

$$t_j = \frac{T}{N_j} \quad (8)$$

$t_j$  = Intervalo de tiempo entre pedidos, es decir inicia cuando en el inventario tenemos  $X_j$  unidades de mercancía y termina cuando la cantidad de mercancía  $X_j$  es igual a cero.

Entre las demás variables a tener en cuenta para el uso del modelo de optimización se encuentran:

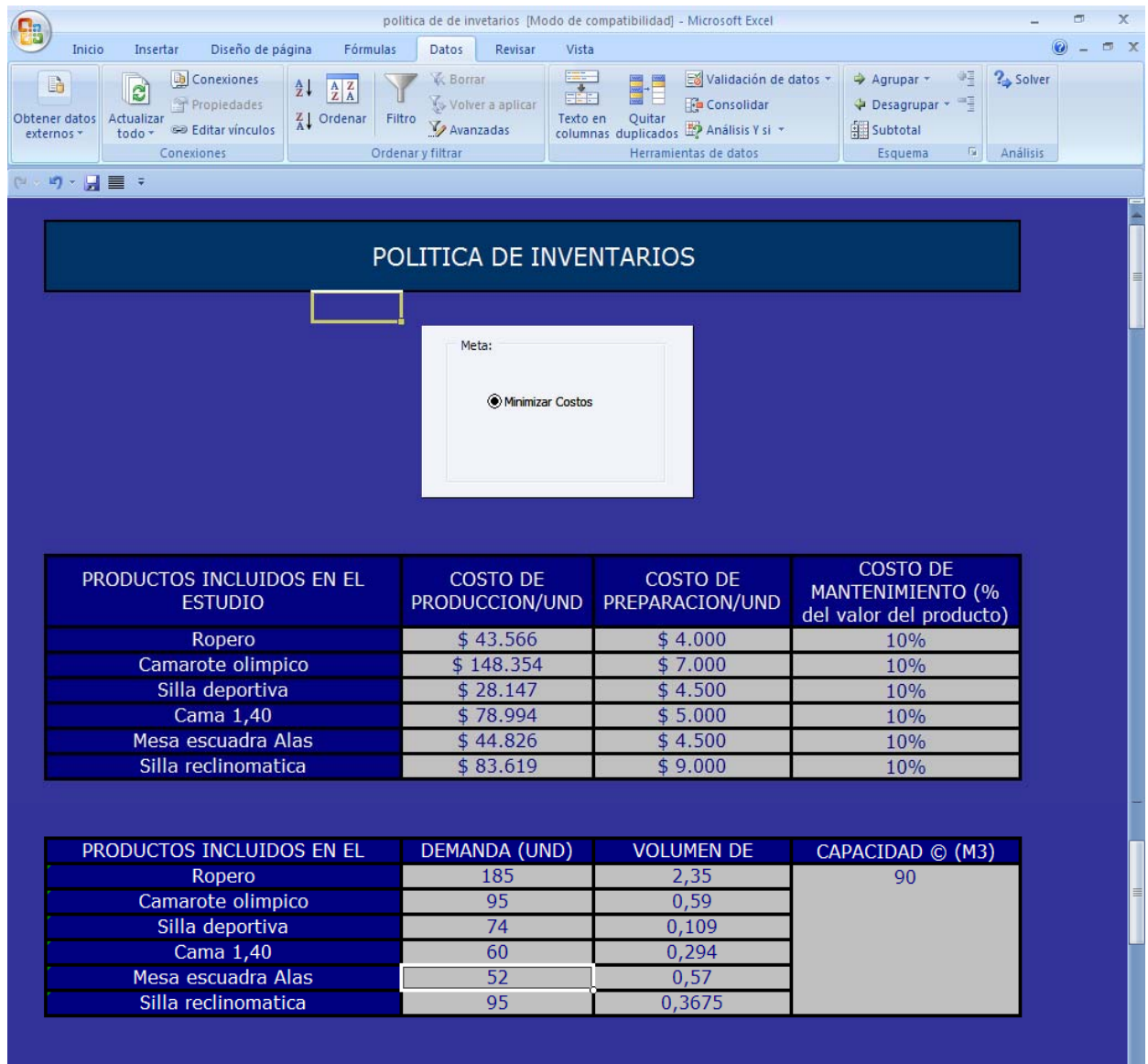
**Cuadro 57. Variables que influyen en el modelo de Inventarios**

PRODUCTO	DEMANDA	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO POR UNIDAD (M <sup>3</sup> )	CAPACIDAD ©
Ropero Normal	185	2.35	90
Camarote Olímpico	95	0.59	
Silla deportiva	74	0.109	
Cama 1.40	60	0.294	
Mesa escuadra alas	52	0.57	
Silla Reclinomática	95	0.3675	

*Fuente: Contabilidad y toma de medidas directa*

**9.1.3.2 Política de inventarios.** Teniendo en cuenta que la política de inventarios se deben mantener actualizada y que esta puede cambiar dependiendo de diferentes variables, se construyó una plantilla que brindara mayor flexibilidad en el momento de presentarse cambios, la plantilla también trabaja sobre el complemento de Excel llamado Solver en donde se definió una función objetivo que minimizara los costos (ecuación 2) y estuviera sujeta a diferentes restricciones (ecuaciones 3 y 4). Fig. 22

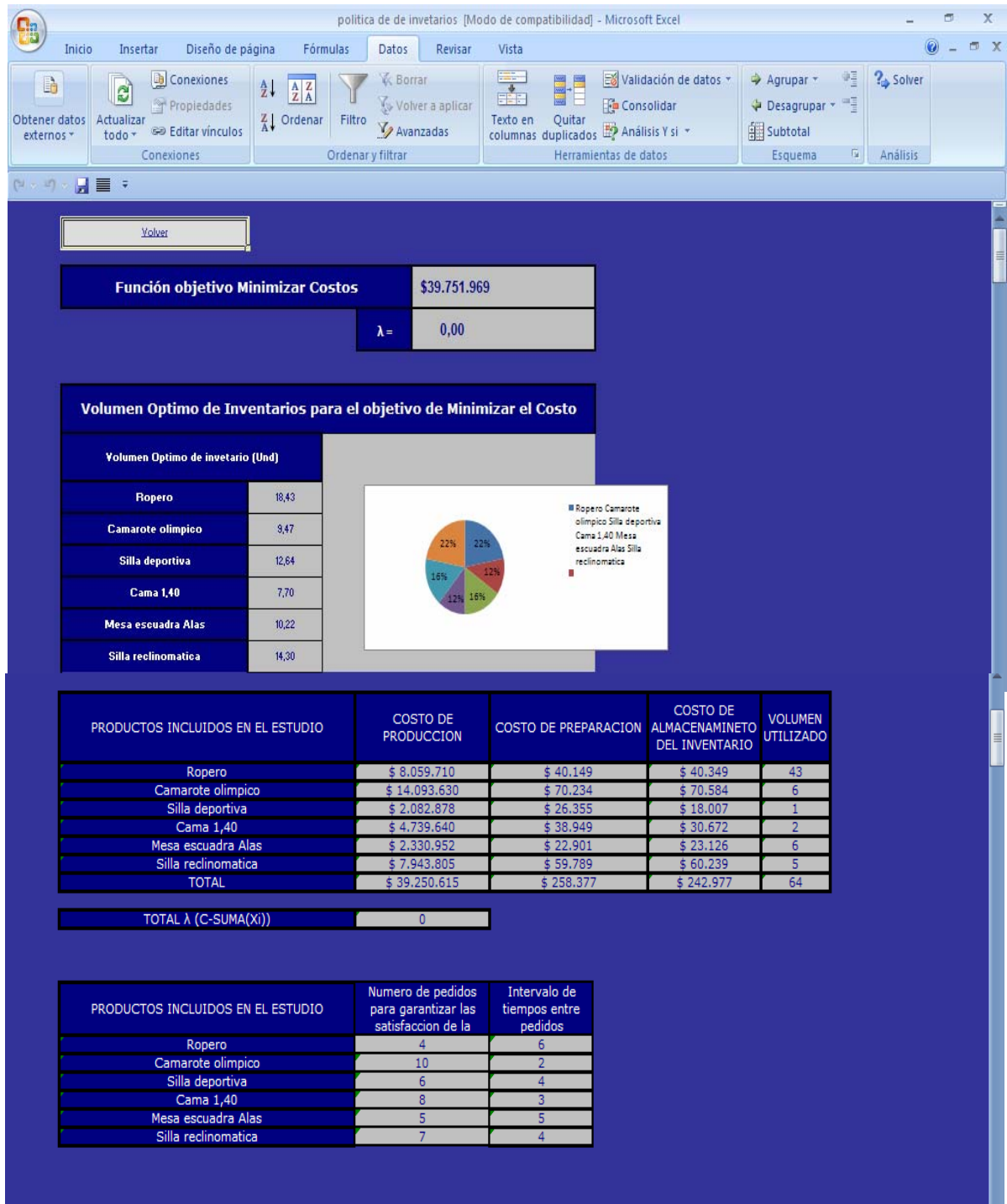
**Figura 27. Política de inventarios**



*Fuente: Estudio de costos, contabilidad y toma de medidas directa.*

Las anteriores condiciones pueden establecer que el volumen de inventarios que se debe mantener de cada producto es:

**Figura 28. Costos Mínimos y Volumen Óptimo de Inventarios**



*Fuente: Datos arrojados por Excel.*

Dentro del análisis de cada uno de los resultados generados por la plantilla se realizaron a forma de análisis de sensibilidad, ciertas variaciones para poder ver como se afectaba el costo total de mantener inventarios, en la experiencia

la gerente modificó inicialmente los valores de las cantidades que se debían tener en inventarios para disminuir el riesgo de no cubrir las necesidades de los clientes, con esta variación se observó que el costo total se aumentaba y por dicha razón las utilidades del mes se reducirían. Otra variación analizada fue la de ver la demanda que debía haber de cada producto para tener las unidades en inventario que habían definido según la experiencia de la gerente, la derivación de este análisis era que se debía tener un aumento considerable en la demanda de los productos para que la cantidad de unidades en inventario definidas por la empresa establecieran un costo mínimo.

## **10. PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

La planeación y el control son responsables de que estén disponibles todos los recursos necesarios en el tiempo debido y en el lugar adecuado con el fin de medir y determinar el avance de las operaciones conforme al programa que se ha establecido para un tiempo y lugar determinado.

### **10.1 PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Debido a que la demanda del sector de mueble es tan variable y que existen factores externos como; la variación de la estacionalidad en la demanda o en la producción (ejemplo el efecto de la temporada del mundial en la venta de sillas), la influencia por la moda y la demanda imprevista de bienes, influyen en el comportamiento de las ventas hay bastante complejidad al momento de realizar planeación mayor a un año, desde este punto de vista la empresa debe concentrarse prioritariamente en realizar la planeación a corto plazo.

En cuanto a la planeación de capacidades, en la sección 7. Se identificó la capacidad de producción de cada centro de trabajo y del sistema completo en donde con ayuda de la herramienta se pueden hacer variaciones para llegar a la forma de trabajo mas conveniente.

El análisis de la capacidad con que cuenta la empresa se hizo de dos formas:

- Un análisis individual (por producto) sin tener en cuenta la fabricación de otros productos, para tal fin se seleccionó el ropero ya que es el artículo estrella de la empresa.

El estudio partió de tomar los tiempos totales presentados en cada centro de trabajo para la elaboración de 7 roperos, en minutos:

Corte: 42. min.  $(278 \cdot 7 / 60)$

Soldadura: 106 min.  $(910 \cdot 7 / 60)$

Pintura: 107 min.  $((410 \cdot 7) + 3600) / 60$

Empaque: 23. min.

Lo anterior indica que el tiempo total que duran las 7 primeras unidades en lograr pasar por todos los centro de trabajo es de aprox. 4.63 horas (278. min.). Al saber la capacidad que tiene cada uno de los centros de trabajo se puede identificar que el cuello de botella podría ser pintura.

Analizando de una forma mas detallada se observa que el cuello de botella para el primer lote de producción sería pintura, pero este deja de serlo en el momento que se empieza a trabajar con los siguientes lotes, esto debido a que pintura puede realizar la labor de limpieza de los productos en proceso que vienen de lotes posteriores al mismo tiempo que se hornea la pintura del lote que ya ha pasado por este proceso, de esta manera se ha identificado que el puesto que limita la producción es soldadura (recurso restrictivo).

Al identificar el cuello de botella y tener en cuenta el factor de utilización de la planta podemos saber de una forma más acertada que la fábrica tiene una capacidad de producir 7 roperos cada Hora y cincuenta minutos (116 min.) aproximadamente.

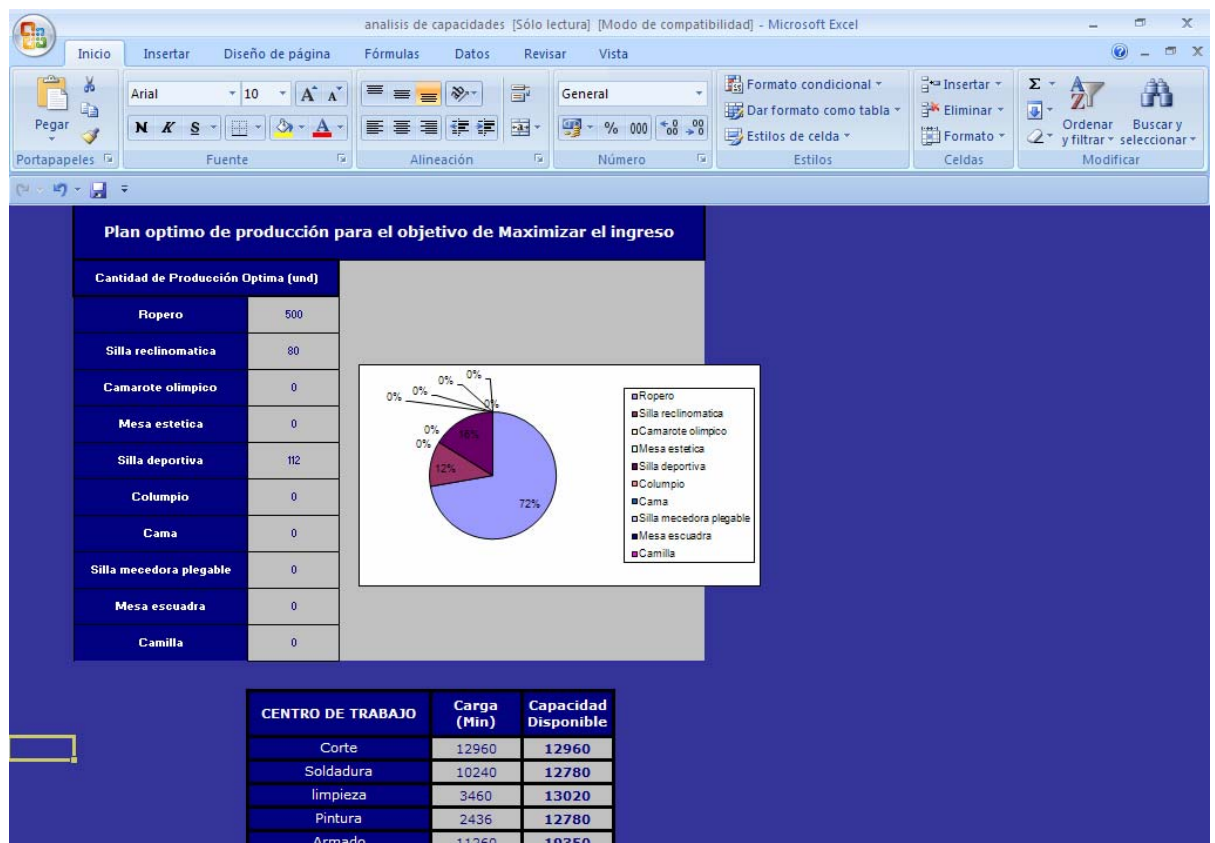
Se ha tomado un lote de 7 unidades debido a que se tuvo en cuenta el tiempo del horno, el cual tiene una Capacidad de 7 unidades de roperos, lo que hacia necesario saber el tiempo que necesitaban los demás centros para esta misma cantidad de unidades, para identificar el cuello de botella.

- Un análisis global teniendo en cuenta la fabricación de otros productos y no solo uno.

El análisis de capacidades que brinda la herramienta da la posibilidad de observar que el recurso restrictivo puede estar saltando de un centro de trabajo a otro dependiendo de los productos que se programen a elaborar y la fuerza de trabajo que se asigne para el periodo de estudio, entre otras variables.

En el ejemplo que se muestra en la Figura 29. Se puede apreciar que el recurso restrictivo se encuentra en el área de corte cuya carga para la cantidad de volumen fabricado se iguala a la capacidad disponible.

**Figura 29. Identificación de las restricciones del sistema**



*Fuente: Datos arrojados por el software Excel*

En la mayoría de los casos el recurso restrictivo de producción se encuentra en el área de soldadura

## **10.2 ORGANIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN**

Durante el periodo de práctica fue evidente la necesidad de organizar en Metálicas Zuluaga un departamento de planificación y control de producción que opere coordinadamente con los demás departamentos de la empresa con el propósito de especificar donde, en que productos y en que forma se requieren los esfuerzos y que clase de información se solicita para alimentar una estructura de control.

Entre los datos requeridos para montar dicha estructura se deben manejar:

- Un sistema para obtener y registrar los datos a tiempo real.
- Un buen sistema de comunicación para facilitar el flujo de instrucciones.
- La especificación de los datos de una forma constante para ser evaluados y tomar decisiones a partir de estos.

A partir de la información anterior podemos partir realizando diferentes análisis y controles como:

- Análisis de pedidos
- Control de stock
- Análisis de métodos.
- Control de maquinaria
- Preparación del trabajo
- Programación
- Etc.

## **10.3 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Una programación de la producción es un plan diario que dice en que tiempo y con que recursos deben ocurrir determinados eventos.

El manejo de la programación de Metálicas Zuluaga es elemental, pues se basa en un manejo de inventarios y de programación de necesidades de demanda por pedido diarias.

Todos los pedidos realizados a la planta se originan del área de ventas (almacén), donde se revisan las existencias en producto terminado físico, para así poder dimensionar la orden de producción que se realizará, de allí se fijan las fechas de entrega a los clientes, basados en la cantidad de pedidos que se tengan en el momento y la experiencia que tienen la gerente y los vendedores sobre los tiempos que pueden tardar los pedidos en producción, una vez ejecutada esta orden se envía a la planta de fabricación en donde es recibida por el jefe de producción, el cual procede a iniciar las actividades necesarias para la fabricación de los productos, entre las actividades se encuentran, pasar por cada área para solicitar información de los materiales que se requerían y poner a adelantar actividades con los materiales que existieran en el momento.

Durante el proyecto se hizo una inclusión a los procedimientos mostrados anteriormente, la inclusión consistió en el manejo de una herramienta que facilita la programación en cuanto a materiales, tiempos de fabricación y la forma de producir.

Para el buen manejo de la herramienta el encargado de la producción debe tener conocimiento de:

- Disponibilidad de Fuerza de trabajo, de maquinaria y equipos.
- Que recursos necesita para cada tarea.
- Cuando debe iniciarse la tarea y cual es el tiempo limite de entrega.
- Las ventajas o desventajas de agrupar ciertas tareas en un orden específico.

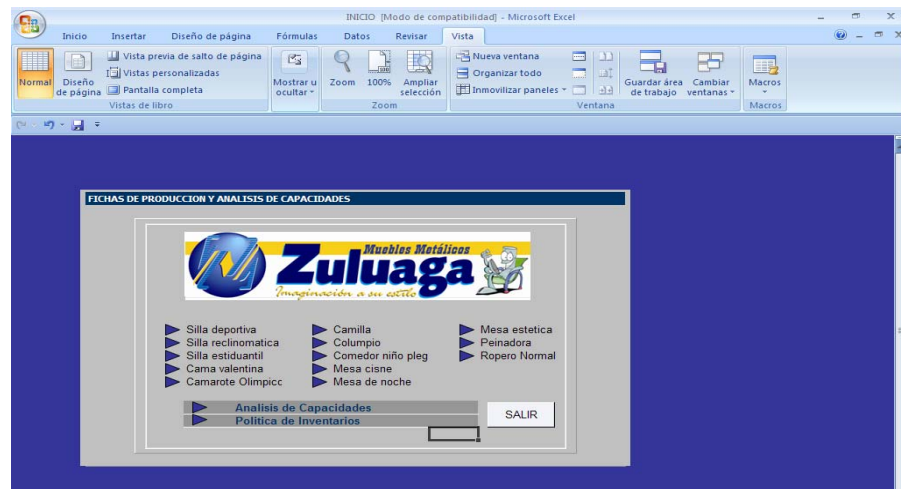
La herramienta esta subdividida en varias hojas de cálculo que generan una serie de datos según los recursos y la forma en que se planee trabajar.

La primera hoja de esta aplicación es un panel de movimiento, el cual contará con vínculos:

- A las fichas de producción de cada producto.
- A la herramienta de análisis de capacidades.
- Al sitio web de la empresa.

Este panel se muestra en la figura 30.

**Figura 30. Panel de selección de fichas de producción y análisis de capacidades**



*Fuente: Diseñado por el Autor*

Al seleccionar uno de los productos, la aplicación lo dirige a una ficha que permite ver el producto que se desea fabricar y cambiar diferentes variables que afectan tanto el tiempo como la cantidad de recursos que se pueden destinar para la producción, en pocas palabras permite hacer un análisis de sensibilidad en tiempo y materiales. Entre las variables que se pueden modificar están; la cantidad de productos que se desean fabricar, el recurso

humano que se va a destinar para dicho volumen de fabricación, las horas de trabajo de cada turno y el volumen de los lotes que se van a utilizar, además la hoja cuenta con hipervínculos que dirigen al encargado de la programación a diferentes ventanas tal como se muestra en la figura 31.

**Figura 31. Ficha técnica – Condiciones Variables**

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "FICHA SILLA RECLINOMÁTICA. [Sólo lectura] [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel". The ribbon includes Inicio, Insertar, Diseño de página, Fórmulas, Datos, Revisar, and Vista. The main content area has a dark blue background and contains the following elements:

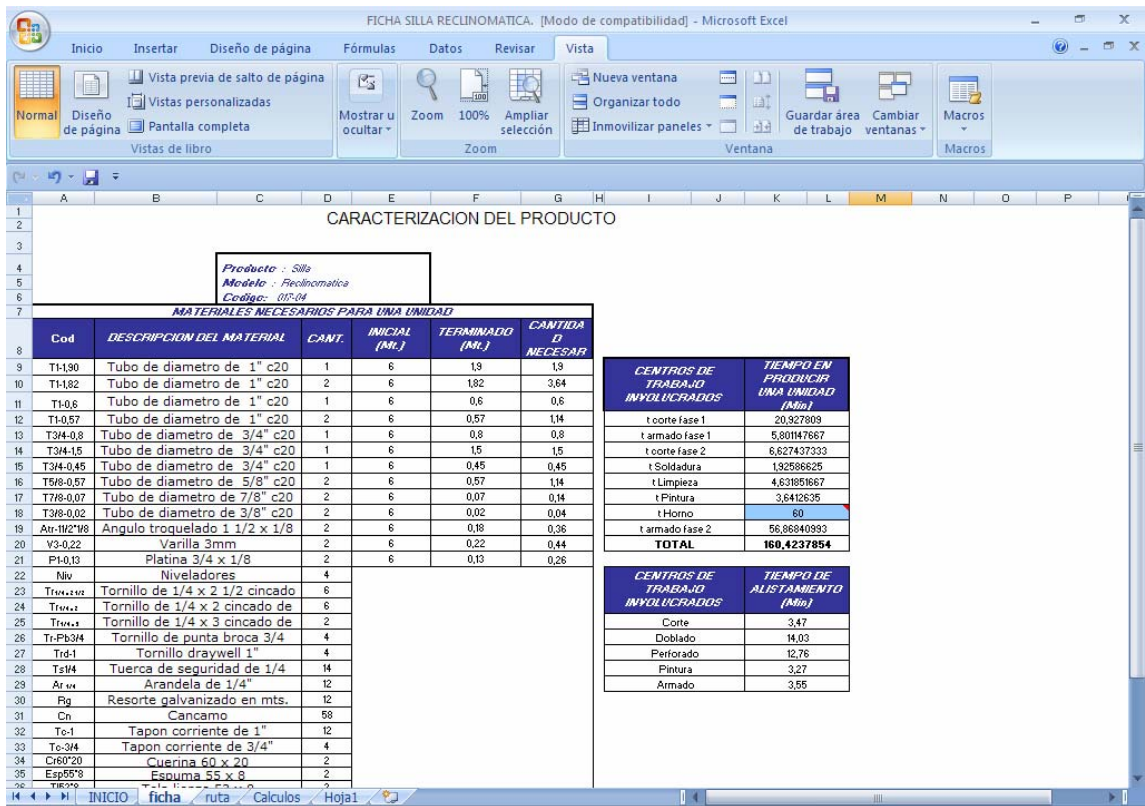
- Header:** "CANTIDAD DE SILLAS QUE DESEA FABRICAR" with the value "50".
- Navigation Links:** A vertical list of buttons with hyperlinks: "Ver caracterización del producto", "Calcular tiempo", "Calcular materiales", "Elementos del costo", and "Tiempo Estandar".
- Product Image:** An advertisement for "Silla Reclinomática (15 Posiciones)" by Zuluaga. It features an orange reclining chair and a logo with the text "Imaginación a su estilo!".
- Resource Table:** A table titled "RECURSO HUMANO" with the following data:

Departamento	# de Operarios
Dobladores	1
Soldadores	1
Limpiadores	1
Pintores	1
Armadores	1
- Summary Table:** A table with two columns: "Horas de trabajo diarias" (value: 8) and "Tamaño de lote a trabajar" (value: 60).

*Fuente: Diseñado por el Autor*

El link de caracterización del producto lleva a mostrar al analista de una forma general los tiempos y los materiales en que incurre la fabricación del producto por unidad. Figura 32.

**Figura 32. Caracterización del Producto**



Fuente: Diseñado por el Autor

La siguiente hoja llamada calcular tiempo Figura 33. Presenta información a partir de los datos que se ingresaron en la parte inicial, La hoja muestra el procedimiento utilizado para fabricar los artículos, materiales, las herramientas y maquinaria utilizados en cada una de las etapas del proceso. El resultados que genera es el tiempo de fabricación de la cantidad de unidades programadas, este tiempo se calcula a partir de los datos obtenidos del estudio de tiempos, las condiciones fijadas en la hoja inicial y la determinación del recurso restrictivo, el cual es resaltado en rojo por la plantilla en el momento que lo identifica. Cabe hacer notar que a medida que transcurre el tiempo se puede hacer cambiar la disposición de los recursos, por tal razón en momentos determinados existe la necesidad de hacer una reprogramación, lo que hace ver que el proceso de producción puede estar cambiando constantemente, ya que este es un sistema dinámico.

Entre la información que se puede obtener de la herramienta está la cantidad de materiales que se requieren para un volumen de producción, esta parte de la herramienta fue elaborada principalmente para favorecer el nivel de inventarios, asumir una mayor certeza de realizar los pedidos y tener una menor dependencia a los operarios ya que anteriormente para hacer un pedido de materiales se tenía que solicitar al operario un estimado de lo que necesitaría para fabricar un volumen determinado de productos. Figura 34.

La siguiente hoja llamada elementos del costo Figura 35. Muestra una plantilla que permite visualizar las diferentes clases de costos que se cargan al producto, el porcentaje de cómo afecta cada concepto al costo y el costo total de este mismo, la plantilla tiene un enlace a una hoja calculo, la cual permite hacer ciertas variaciones según cambien los costos de los materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación, por ejemplo, si el costo de un material que es utilizado para la fabricación de un determinado producto aumenta, solo se necesita registrar en la hoja de costo de materiales para que se actualice instantáneamente en todos los productos que utilicen dicho material.

Para ver la efectividad de la ficha, se tomó un caso en concreto que partió de la orden de fabricación de productos. En esta orden se indicó el producto demandado, las respectivas cantidades y los colores que se requerían.

**Caso:** En este caso la gerente ordenó la fabricación de 50 roperos normales, en la cual se especificó que 44 unidades tenían que ser color vino tinto, 3 negros, 2 Blanco humo y 1 azul petróleo.

Figura 33. Cálculo del tiempo de fabricación.

C2 TAMAÑO DE LOTE A TRABAJAR DE =												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2			<b>TAMAÑO DE LOTE A TRABAJAR DE =</b>		<b>10</b>			<b>UNIDADES</b>				
3			<b>CANTIDAD DE LOTES</b>		<b>5</b>							
4												
5			<b>CANTIDAD DE UNIDADES A</b>		<b>50</b>							
6												
7												
8												
OPER	DESCRIPCION	MATERIALES PROCESADOS Y/O UTILIZADOS EN LA OPERACION	DPTO	MAQ.	TIEMPO DE PRODUCCION DE UNA UNO POR OPERACION	HTAS	TIEMPO PARA LA PRODUCCION DEL PRIMER	TIEMPO POR DEPARTAMENTO (SIN ALISTAMIENTOS)	TIEMPO POR DEPARTAMENTO (CON ALISTAMIENTOS)			
1	Se utiliza un tubo de 6 mt. El cual es cortado de acuerdo a unas dimensiones previamente tomadas, que se han fijado para la construcción de la silla reclinomática.	T1-1,90;T1-1,82;T1-0,6;T1-0,57;T3/4-0,8;T3/4-1,5;T3/4-0,45;T5/8-0,57;T7/8-0,07;T3/8-0,02	Corte	Cortadora	2,42	Hombrosolo y metro	24,20245333	183,6450933	203,90			
2	Corte de los angulos que posteriormente se mandan troquelar y de los niveladores para las patas de las sillas	Atr-1/2*1/8;Niv		Cortadora	0,91	Hombrosolo y metro	9,085533333					
3	Los tubos cortados pasan a ser doblados para darles la forma deseada para ensamblar	T1-1,90;T1-1,82;T3/4-0,8;T3/4-1,5;T3/4-0,45		Dobladora	10,08	Hombrosolo y metro	100,84648					
4	Enseguida de que el tubo que ha sido previamente doblado se perfora para poderle meter la tornilleria	T1-1,90;T1-1,82;T1-0,6;T3/4-0,8;T5/8-0,57		Taladro de arbol	4,95	Hombrosolo y metro	49,51062667					
5	Se cortan unas platinas y dos varilla con unas dimensiones determinadas enseguida se perforan las platinas	V3-0,22;P1-0,13	Armado	Taladro de arbol,cizalla	3,54	Hombrosolo	35,41234667	96,13464	96,13			
6	Luego de haber perforado los tubos y las Platinas, se pulen para darles un mejor terminado,ademas tambien se pule el angulo que se ha troquelado	T1-1,90;T1-1,82;T1-0,6;T3/4-0,8;T5/8-0,57;V3-0,22;P1-0,13		Pulidora	6,07	-	60,72229333					
7	Se realiza un splanado doblado y perforado a dos tubos especiales de 5/8"-0,57,el cual posteriormente es mandado a galvanizar,	T5/8-0,57	Corte	Dobladora,Taladro	1,51	Mazo	15,07146667	69,37130667	82,73			

**Figura 34. Cálculo de Materiales**

F61    =D\$40\*ficha '!D30

**Material necesario para:** **50 Sillas Reclinomaticas**

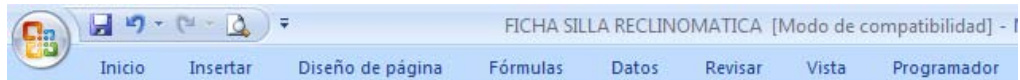
Miras comentario

MATERIAL PARA LA CANTIDAD SEÑALADA	UNIDAD	CANTIDAD
Tubo de diametro de 1" c20	Tubo	67
Tubo de diametro de 3/4" c20	Tubo	24
Tubo de diametro de 5/8" c20	Tubo	10
Tubo de diametro de 7/8" c20	Tubo	2
Tubo de diametro de 3/8" c20	Tubo	1
Angulo troquelado 1 1/2 x 1/8 (largueros de 6 mtrs)	Larguero	3
Varilla 3mm (larguero de 6 mtrs)	Larguero	4
Platina (larguero de 6 metros)	Larguero	3
Metros de manguera (nivelador)	Metros	14
Tornillo de 1/4 x 2 1/2 cincado de	Unidad	300
Tornillo de 1/4 x 2 cincado de	Unidad	300
Tornillo de 1/4 x 3 cincado de	Unidad	100
Tornillo de punta broca 3/4	Unidad	200
Tornillo drivol 1"	Unidad	200
Tuerca de seguridad de 1/4	Unidad	700
Arandela de 1/4"	Unidad	600
Resorte galvanizado (metros)	Metros	600
Cancamo	Unidad	2900
Tapon corriente de 1"	Unidad	600
Tapon corriente de 3/4"	Unidad	200
Cuerina (metros)	Metros	9
Espuma 55 x 8	Lamina	100
Tela lienzo (metros)	Metros	3
Laminas espuma 3 cm	Lamina	17
Tela de lona Tapizado (metros)	Metros	65
Empaque para silla reclinomatica	Unidad	50
Pintura electrostatica Kg.	Kg	4,9

Volver

Fuente: Datos Generados por el Software Excel

Figura 35. Elementos del costo

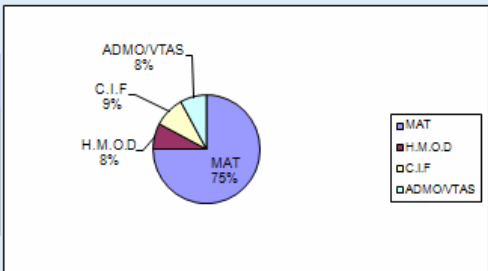


**COSTO UNITARIO DE LA SILLA RECLINOMATICA**

MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACION DE LA SILLA RECLINOMATICA				
MATERIALES DIRECTOS				
DESCRIPCION DEL MATERIAL	CANTIDAD	LARGO CITUBO	CANTIDAD EN	COSTO POR SILLA
Tubo de diametro de 1" c20	1	1,9	1,9	\$ 2.976,67
Tubo de diametro de 1" c20	2	1,82	3,64	\$ 5.702,67
Tubo de diametro de 1" c20	1	0,6	0,6	\$ 940,00
Tubo de diametro de 1" c20	1	0,57	0,57	\$ 893,00
Tubo de diametro de 3/4" c20	1	0,8	0,8	\$ 973,33
Tubo de diametro de 3/4" c20	1	1,5	1,5	\$ 1.825,00
Tubo de diametro de 3/4" c20	1	0,45	0,45	\$ 547,50
Tubo de diametro de 5/8" c20	2	0,57	1,14	\$ 1.235,00
Tubo de diametro de 7/8" c20	2	0,07	0,14	\$ 198,33
Tubo de diametro de 3/8" c20	2	0,02	0,04	\$ 14,67
Angulo troquelado 1 1/2 x 1/8	2	0,18	0,36	\$ 2.300,00
Varilla 3mm	2	0,22	0,44	\$ 146,67
Platina 3/4 x 1/8	2	0,13	0,26	\$ 1.352,00
Niveladores	4			\$ 134,40
Tornillo de 1/4 x 2 1/2 cincado de carriage	6			\$ 468,00
Tornillo de 1/4 x 2 cincado de carriage	6			\$ 480,00
Tornillo de 1/4 x 3 cincado de carriage	2			\$ 228,00
Tornillo de punta broca 3/4	4			\$ 112,00
Tornillo drivol 1"	4			\$ 40,00
Tuerca de seguridad de 1/4	14			\$ 378,00
Arandela de 1/4"	12			\$ 180,00
Resorte galvanizado	29			\$ 15.950,00
Canamo	58			\$ 4.060,00
Tapon corriente de 1"	12			\$ 276,00
Tapon corriente de 3/4"	4			\$ 88,00
Cuerina 60 x 20	0,12			\$ 624,00
Espuma 55 x 8	0,044			\$ 266,20
Tela lienzo 53 x 8	0,0424			\$ 28,27
Juego de lona Tapizado	1			\$ 25.200,00
Empaque para silla reclinomatica	1			\$ 1.200,00
Pintura Kg.	0,098			\$ 1.187,27
<b>TOTAL COSTO ESTANDAR DE MATERIAL DIRECTO</b>				<b>\$ 70.004,97</b>

ASIGNACION DE MANO DE OBRA			
MANO DE OBRA DIRECTA (SILLA RECLINOMATICA)			
CENTRO DE TRABAJO	CANT. DE PERSONAL	TIEMPO DEDICADO * UND (HORAS)	COSTO
Corte, Doblado y Troquelado			
Soldadura	2	0,51431224	\$ 5.000,00
Limpieza	1	0,08080489	\$ 145,00
Pintura	1	0,0635236	\$ 113,99
Armado	1	1,09330069	\$ 1.961,87
<b>COSTO ESTANDAR DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>			<b>\$ 7.220,86</b>

SILLA RECLINOMATICA		
MOD	1,75	%
MAT	\$ 70.004,97	75,09%
H.M.O.D	\$ 7.220,86	7,75%
C.I.F	\$ 8.630,99	9,26%
ADM/OVTAS	\$ 7.374,25	7,91%
<b>COSTO</b>	<b>\$ 93.231,07</b>	<b>100,00%</b>
Pv=c/1,3	\$ 111.877,28	
Pv=c/0,7	\$ 149.169,71	



Volver

Se acordó con el jefe de producción que se trabajaría de la siguiente forma:

- Un lote de fabricación de 50 Unidades.
- Recurso Humano: 1 Doblador y Cortador  
1 Soldador  
1 Limpiador  
1 Pintor  
1 Armador

Obteniendo los anteriores datos se observaron los resultados que generó el modelo, el cual mostró lo siguiente:

El tiempo de fabricación para los 50 roperos sería de 3.95 días.

Los materiales requeridos serían;

**Cuadro 58. Materiales para cincuenta roperos**

<b>MATERIAL PARA LA CANTIDAD SEÑALADA</b>	<b>CANTIDAD (UND)</b>
Tubo de diámetro de 1" C22	150
Tubo de diámetro de 1/2" C22	35
Tubo de diámetro de 7/8" C22	10
Tubo de diámetro de 5/8" C22	29
Juego de mallas	50
Tapón corriente 1"	300
Pintura Kg	12,5

*Fuente: Datos Generados por el Software Excel*

Después de finalizada la fabricación de la cantidad de roperos se compararon los resultados y se identificó que la cantidad de materiales solicitada había cumplido con exactitud las necesidades para esa producción, pero el tiempo de fabricación tenía un margen de diferencia ya que en la realidad se habían

tardado 4.26 días, al indagar la causa de variación del tiempo de fabricación se encontró que había sido afectada por ciertos factores:

- El operario de soldadura, al trabajar a destajo se ausentó 30 minutos del tiempo del horario normal de trabajo (por dos días).
- El operario de soldadura interrumpió en varias ocasiones su operación para establecer los topes en la dobladora para otro producto que entraba a producción enseguida de la fabricación de roperos.
- En un periodo de tiempo, el área de pintura estuvo adelantando a la par la fabricación de otros productos que se necesitaban en el momento.

Considerando los factores anteriores y teniendo en cuenta que se esta trabajando sobre un sistema dinámico, se puede observar que los resultados mostrados tienen un acercamiento con la realidad propicio para realizar una programación.

## CONCLUSIONES

- Se identificaron los productos que representan el mayor porcentaje de ventas en la empresa, con dicha información se pueden encaminar esfuerzos dirigidos a mejorar su producción y a reducir la diversidad de los materiales utilizados con el fin de que permitan reducir la diversidad de los componentes utilizados para fabricar dicho productos.
- La codificación de los productos fue realizada para facilitar la comunicación y su clasificación dentro de cada una de las líneas durante todo el proceso productivo, además también sirvió como identificación del producto en contabilidad.
- Se analizó y documentó la secuencia de operaciones que permiten la transformación de los insumos al producto final.
- La elaboración del estudio de tiempos para cada uno de los productos en estudio permitió tener de una forma más acertada un programa de trabajo, un análisis de capacidades donde se identifica el recurso restrictivo y el desarrollo del estudio de costos.
- Gracias a la herramienta de análisis de capacidades se identificó que el cuello de botella o recurso restrictivo se puede presentar según la mezcla de productos que se desee fabricar en un periodo determinado.
- Se identificó el costo que se debe cargar a cada uno de los productos por concepto de materiales, mano de obra, costos indirectos de fabricación y gastos de administración y ventas. Lo cual permitió fijar un costo estándar, tener un mayor conocimiento del margen de utilidad y manejar promociones

para impulsar dichos productos.

- El análisis de costos permitió hacer ciertas modificaciones en el precio de los productos ya que algunos se encontraban sobrevalorados y otros subvalorados de acuerdo con el margen de ganancia que tiene establecido la empresa.
- Las plantillas análisis de capacidad, ficha de producción y política de calidad elaboradas en Excel permiten hacer un análisis de sensibilidad sobre diferentes variables, además de facilitar una visión de la mejor forma de trabajar, cumplir con los tiempos establecidos con el cliente, aumentar la utilidad y reducir costos.
- La distribución de planta propuesta se realiza siguiendo la secuencia de recorrido del mayor porcentaje de productos, de tal manera que se identificó que la distribución debe ser por proceso, la cual permite disminuir el transporte tanto de personal como de materiales y por ende reducir costos.
- La propuesta del modelo de control de inventarios permitió identificar cuáles son los costos en que incurre la empresa al mantener unidades en inventario por encima de las que establece el modelo de Wilson cuya meta es la “minimización de los costos”.
- De acuerdo con el manejo de los inventarios actual, Metálicas Zuluaga está comprando los materiales necesarios para mantener el mínimo de inventarios de materia prima.
- En el momento de iniciar la rotación de algunas personas claves a partir de una etapa del proyecto, permitió a la empresa aumentar la capacidad de los recursos restrictivos que se presentaban en determinadas ocasiones en diferentes áreas de trabajo.

- Las interrupciones en el proceso productivo han sido disminuidas cuantiosamente, en gran parte por el mayor control de los operarios, la disponibilidad de materiales en el momento de la fabricación y las fechas pactadas con el cliente.
- Al calcular las cantidades que se deben encontrar en inventario de cada uno de los productos para minimizar costos, la gerencia tomó conciencia del aumento que puede generar en estos por un mal manejo de los inventarios.
- Las herramientas desarrolladas para facilitar la toma de algunas decisiones administrativas y productivas son de fácil uso, solo debe existir un compromiso y una buena aplicabilidad por parte de la persona o personas que la utilicen.

## RECOMENDACIONES

- Se estableció un análisis DOFA inicial que permite ver desde una forma más estratégica en que punto de mejora se encuentra el área productiva de la empresa, se recomienda hacer un enfoque en el tema de indicadores de gestión.
- Se recomienda tener un mayor control sobre la forma de trabajo de los empleados, ya que en esta empresa la forma de pago a estos tiene una correlación directa con los volúmenes de inventarios en proceso. Por ejemplo, en soldadura al pagarse a destajo, los operarios tienden a iniciar un trabajo para adelantar la fabricación de un producto pero sin darle culminación lo que impide que este pase a la siguiente operación y aumente el inventario de producto en proceso.
- Es necesario que el personal de la empresa sea capacitado y participe activamente con todas las actividades que se realizan en la fábrica, pues el potencial de crecimiento de la empresa es bastante alto y por ende necesita generar provecho de su principal recurso.
- Se recomienda construir un programa de mantenimiento preventivo.
- La empresa debe programar y mantener acciones de mejora de acuerdo al diagnóstico de desperdicios realizado durante la realización de la práctica.

## BIBLIOGRAFIA

CHASE, Richard. AQUILANO, Nicolas. JACOB, Robert. Administracion de Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá. Mc Graw Hill. 2000.

PABON B. Hernán. Fundamentos de Costos. Bucaramanga. Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2003.

ORTIZ P. Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la empresa. Ediciones Universidad Industrial de Santander.

O.I.T, Introducción al estudio del trabajo, Editorial Limusa, S.A., 1998.

DILEEP R SULE, Instalaciones de manufactura. Ubicación, planeación y diseño-Thomson Editores, S.A

JAMES L. RIGGS. Sistemas de producción. Noriega – Editores, México 1998.

KALENATIC Dusko, BLANCO Luis Ernesto, Aplicaciones computacionales y producción.

[www.misionpyme.com](http://www.misionpyme.com)

[www.bancomext.com](http://www.bancomext.com)

## **ANEXOS**

### ANEXO A. Productos Codificados

PRODUCTO	CÓDIGO
Cama Adriana	01101
Cama Cosmo	01102
Cama Country Oso	01103
Cama Danubio	01104
Cama Fantasía	01105
Cama Kioto doble	01106
Cama Kioto sencilla	01107
Cama Margarita	01108
Cama Milano	01109
Cama Milenium	01110
Cama Rally	01111
Cama Romana	01112
Cama 3" Raqueta	01113
Cama A 3"	01114
Cama Azteca	01115
Cama Carioca	01116
Cama Carioca Country	01117
Cama Carioca Júnior	01118
Cama Country Escudo	01119
Cama Country Escudo Plana	01120
Cama Country Normal	01121
Cama Country Ola	01122
Cama Cuna Fantasía	01123
Cama Cuna Margarita	01124
Cama Cuna Oso	01125
Cama Cuna Rally	01126
Cama Cuna Valenciana	01127
Cama Flor Country	01128
Cama Isabela 3"	01129
Cama River	01130
Cama somier 3"	01131
Cama trébol	01132
Cama Valentina Económica	01133
Cama Valeria Piña	01134
Cama Viena	01135
Cuna Andrey	01201
Cuna Niko	01202
Cuna Princesa 70 x 130	01203

PRODUCTO	CÓDIGO
Camarote 3 en 3"	01301
Camarote 3" Country	01302
Camarote 3" Malla	01303
Camarote Country Olímpico	01304
Camarote doble S 3"	01305
Camarote G en 3"	01306
Camarote Karioca	01307
Camarote Kids	01308
Camarote Multifamiliar	01309
Camarote Olímpico	01310
Camarote Pina	01311
Camarote Tabla	01312
Camarote Tenis 3"	01313
Camarote Volante	01314
Somier	01315
Comedor 2148	01401
Comedor 2085	01402
Comedor 2150	01403
Comedor Arcano	01404
Comedor Arpa	01405
Comedor Bima	01406
Comedor Elíptico	01407
Comedor Harris	01408
Comedor Infantil Plegable	01409
Comedor metalmadera 4 puestos	01410
Comedor Orión	01411
Comedor Thailandia	01412
Comedor Trevi	01413
Sala Caracol Giratoria	01501
Sala de arco 3" (2*1)	01502

Sala Romana 3"	01503
Sala Sanitario	01504

PRODUCTO	CÓDIGO
Ropero Clásico	01601
Mesa Múltiple	01602
Mesa TV – Playstation	01603
Mesa TV 2 Puestos	01604
Mesa TV – CD	01605
Mesa TV Cisne	01606
Mesa TV escuadra	01607
Mesa TV Poni	01608
Milán 72	01609
Milán Súper	01610
Mueble Multicomputo	01611
Multimueble Picis	01612
Multimueble Stik	01613
Colupio Infantil	01614
Solterón	01615
Biblioteca Power Boys 2"	01616
Biblio Estudio Power Boys	01617
Silla plancha	01618
Mesa de Noche	01619
Ropero Desarmable	01620
Silla deportiva equipos	01701
Silla Mecedora Plegable	01702
Silla Plegable en lona	01703
Silla Reclinomática	01704
Silla tres posiciones	01705
Peinadora Diana	01801
Peinadora Kin-Zise	01802


Peinadora Oasis	01803
Peinadora Paty	01804
Peinadora Trébol	01805
Peinadora Vanesa	01806
Peinadora Valentina	01807
Muñequero Barbie	025501
Muñequero Esquinero sport	025502
Muñequero Country	025503
Esquinero Orquídea	025504

## ANEXO B. Suplementos por descansos y necesidades personales.


SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	HOMBRE	MUJER		HOMBRE	MUJER
<b>Por necesidades personales</b>	5	7	<b>Condiciones Atmosféricas</b>		
<b>Base por fatiga</b>	4	4	(Calor y humedad, variable)	0 a 10	0 a 10
SUPLEMENTOS VARIABLES					
<b>Por trabajar de pie</b>	2	4	<b>Concentración Intensa</b>		
			Trabajo de cierta precisión	0	0
<b>Por postura anormal</b>			Trabajo de precisión o fatigoso	2	2
Ligeramente cómoda	0	1	Trabajo de gran precisión o muy fatigoso	5	5
Incómoda (inclinado)	2	3			
Muy Incomoda (Echado, estirado)	7	7	<b>Ruido</b>		
			Continuo	0	0
<b>Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantamiento, tirar, empujar)</b>			Intermitente y fuerte	2	2
			Intermitente y muy fuerte	5	5
			Estridente y fuerte	5	5
Peso levantado en kilos:					
2,5	0	1			
5	1	2	<b>Tension mental</b>		
7,5	2	3	Proceso moderadamente complejo	1	1
10	3	4	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
12,5	4	6	Muy complejo	8	8
15	5	8			
17,5	7	10			
20	9	13			
22,5	11	16	<b>Monotonía</b>		
25	13	20	Trabajo algo monótono	0	0
30	17	(max)	Trabajo bastante monótono	1	1
35,5	22		Trabajo muy monótono	4	4
Mala Iluminación			<b>Tedio</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo aburrido	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo aburrido	2	2
Absolutamente Insuficiente	5	5	Trabajo muy aburrido	5	5

## ANEXO C. TOMA DE TIEMPOS


### ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
<b>Nombre del producto /pieza</b>	Ropero Normal				
<b>Fecha</b>	10 Sep. de 2006				
<b>Nombre del analistas: Yiber Esteban González Gil</b>					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir 3 tubos 1"- 3,30m	105	21,1	22,155	12	24,81
Corte para conseguir 4 tubos 5/8"- 0,82m	105	25,6	26,88	12	30,11
Corte para conseguir 8 tubos 1/2"- 0,345m	100	53,29	53,29	12	59,68
Corte para conseguir 1 tubo 7/8"- 1,06m	105	7,15	7,5075	12	8,41
Corte para conseguir 3 tubos 1/2"- 0,365m	105	19,26	20,223	12	22,65
Doblado 3 tubos 1"-3,30 m	95	203,14	192,983	12	216,14
Doblado 1 tubo 7/8"-1,6 m	100	39,15	39,15	12	43,85
Troquelado del tubo de 7/8" - 1,06	100	9,45	9,45	12	10,58
Soldadura	105	894,42	939,141	12	1051,84
Limpiado de la estructura	100	285,74	285,74	12	320,03
Pintado de la estructura	100	120,1	120,1	12	134,51
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	110	150,91	166,001	12	185,92
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>5708,53</b>
Alistamiento en corte	105	51	53,55	12	59,98
Alistamiento en doblado	105	176,98	185,829	12	208,13
Alistamiento en soldadura	100	136,74	136,74	12	153,15
Alistamiento en pintura	105	108,1	113,505	12	127,13
Alistamiento Horno	100	65,26	65,26	12	73,09
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>621,47</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
<b>Nombre del producto /pieza</b>	Camarote olimpico				
<b>Fecha</b>	18 Sep. de 2006				
<b>Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir 4 tubos 3"- 0,90m	95	75,3	71,535	12	80,12
Corte para conseguir 4 tubos 3"- 0,60m	100	68,47	68,47	12	76,69
Corte para conseguir 4 tubos 3/4"- 0,94m	100	27,87	27,87	12	31,21
Corte para conseguir 6 tubos 3/4"- 1,00m	105	32,03	33,6315	12	37,67
Corte para conseguir 6 tubo 1/2"- 1,45m	100	33,45	33,45	12	37,46
Corte para conseguir 1 tubo 3/4"- 1,20	100	9,24	9,24	12	10,35
Corte para conseguir 1 tubo 1/2"- 0,56m	105	8,19	8,5995	12	9,63
Corte para conseguir 2 tubos 7/8" - 0,95	100	12,41	12,41	12	13,90
Corte para conseguir 3 tubos 7/8" - 0,28	95	19,78	18,791	12	21,05
Corte 6 platinas 3/4 x 1/8"- 0,10m	95	19,52	18,544	12	20,77
Corte 16 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	100	46,74	46,74	12	52,35
Doblado de 6 tubos 1/2" - 145m	100	59,47	59,47	12	66,61
Doblado 1 tubo 3/4"- 1,20	105	36,14	37,947	12	42,50
Pulido 4 tubos 3" - 0,60m	100	59,61	59,61	12	66,76
Pulido 4 tubos 3" - 0,90m	95	67,1	63,745	12	71,39
Corte del tubo de 1,45 en 2 partes	95	121,78	115,691	12	129,57
Ajuste de las piezas cortadas	90	299,76	269,784	12	302,16
Doblado de 6 tubos 3/4" - 1,00m	95	362,45	344,3275	12	385,65
Perforado 16 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	105	300,79	315,8295	12	353,73
Pulido 16 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	105	298,75	313,6875	12	351,33
Soldadura del cabecero y picero	100	756,94	756,94	12	847,77
Soldadura 4 Chambranas	105	517,5	543,375	12	608,58


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
Nombre del producto /pieza	Camarote olimpico				
Fecha	18 Sep. de 2006				
Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Roscado platinas	100	485,74	485,74	12	544,03
Limpieza del cabecero y picero	105	670,19	703,6995	12	788,14
Limpieza de las chambranas	100	244,76	244,76	12	274,13
Pintura del cabecero y picero	105	474,54	498,267	12	558,06
Pintura de las 4 chambranas	95	348,52	331,094	12	370,83
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	100	171,41	171,41	12	191,98
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>9944,42</b>
Alistamiento de corte	100	161,73	161,73	12	222,61
Alistamiento de doblado	105	186,97	196,3185	12	250,26
Alistamiento de perforado	100	62,14	62,14	12	148,01
Alistamiento de Soldadura	100	157,51	157,51	12	268,55
Alistamiento de pintura	95	211,6	201,02	12	247,54
Alitamiento Horno	105	187,69	197,0745	12	260,02
alistamiento de armado	90	43,51	39,159	12	50,58
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>1447,58</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
Nombre del producto /pieza	Silla Deportiva				
Fecha	26 de Sep . de 2006				
Nombre del analistas : Yiber Esteban Gonzalez Gil					
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir tubo 1"- 1,85m	95	8,86	8,417	12	9,43
Corte para conseguir tubo1"- 1,75m	100	7,56	7,56	12	8,47
Corte para conseguir tubo1"- 1,55m	100	8,14	8,14	12	9,12
Corte para conseguir tubo1"- 1,25m	90	10,23	9,207	12	10,31
Corte para conseguir tubo1"- 0,54m	90	11,26	10,134	12	11,35
Doblado tubo 1"-1,85 m	105	30,79	32,3295	12	36,21
Doblado tubo 1"-1,75 m	105	27,86	29,253	12	32,76
Doblado tubo 1"-1,55 m	100	32,42	32,42	12	36,31
Doblado tubo 1"-1,25 m	105	30,17	31,6785	12	35,48
Doblado tubo 1"-0,54 m	100	12,92	12,92	12	14,47
Perforado tubo 1"-1,85	95	27,67	26,2865	12	29,44
Perforado tubo 1"-1,75	100	24,45	24,45	12	27,38
Perforado tubo 1"-1,55	95	26,82	25,479	12	28,54
Perforado tubo 1"-1,25	100	22,41	22,41	12	25,10
Perforado tubo 1"- 0,54	100	15,61	15,61	12	17,48
Pulido tubo 1"-1,85	95	18,97	18,0215	12	20,18
Pulido tubo 1"-1,75	100	18,6	18,6	12	20,83
Pulido tubo 1"-1,55	105	17,42	18,291	12	20,49
Pulido tubo 1"-1,25	100	21,65	21,65	12	24,25
Pulido tubo 1"-0,54	100	10,54	10,54	12	11,80
Corte para conseguir varilla 5/16" - 0,6 m	100	68,17	68,17	12	76,35


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

Nombre del producto /pieza	Silla Deportiva				
Fecha	26 de Sep . de 2006				
Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil					
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Pulido varilla 5/16" - 0,6 m	100	7,29	7,29	12	8,16
Roscado varilla 5/16" - 0,6 m	105	50,36	52,878	12	59,22
Corte para conseguir platina 1/8" x 3/4" 11 cm	100	5,62	5,62	12	6,29
Corte para conseguir platina 1/8" x 3/4" 7cm	105	5,4	5,67	12	6,35
Perforado platina 1/8" x 3/4" 7 cm	90	52,25	47,025	12	52,67
Perforado platina 1/8" x 3/4" 11 cm	95	54,73	51,9935	12	58,23
Pulido platina 1/8" x 3/4" 11 cm	90	59,23	53,307	12	59,70
Pulido platina 1/8" x 3/4" 7 cm	95	57,46	54,587	12	61,14
Limpiado tubo 1" - 1,85m	105	40,76	42,798	12	47,93
Pintado tubo 1" - 1,85 m	100	44,271	44,271	12	49,58
Limpiado tubo 1" - 1,75m	95	46,21	43,8995	12	49,17
Pintado tubo 1" - 1,75 m	100	40,21	40,21	12	45,04
Limpiado tubo 1" - 1,55m	95	51,53	48,9535	12	54,83
Pintado tubo 1" - 1,55 m	100	42,78	42,78	12	47,91
Limpiado tubo 1" - 1,25m	100	45,16	45,16	12	50,58
Pintado tubo 1" - 1,25 m	95	47,52	45,144	12	50,56
Limpiado tubo 1" - 0,54m	100	39,75	39,75	12	44,52
Pintado tubo 1" - 0,54 m	95	52,48	49,856	12	55,84
Pintado platinas	95	48,26	45,847	12	51,35
Pintado varilla de rosca	105	14,31	15,0255	12	16,83
Homeado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	115	528,17	607,3955	12	680,28
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>5661,95</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

<b>Nombre del producto /pieza</b>		Silla Deportiva			
<b>Fecha</b>		26 de Sep . de 2006			
<b>Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Alistamiento en corte	100	84,45	84,45	12	94,58
Alistamiento en doblado	100	657,27	657,27	12	736,14
Alistamiento en perforado	100	697,78	697,78	12	781,51
Alistamiento en pintura	100	187,15	187,15	12	209,61
Alistamiento horno	100	183,12	183,12	12	205,09
Alistamiento en Armado	100	121,64	121,64	12	136,24
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>2163,18</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

Nombre del producto /pieza		Cama valentina				
Fecha		1 Oct. de 2006				
Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil						
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)	
Corte para conseguir 2 tubos 3"- 0,80m	105	28,67	30,1035	12	33,72	
Corte para conseguir 2 tubos 3"- 0,40m	100	29,01	29,01	12	32,49	
Corte para conseguir 3 tubos 3/4"- 1,40m	100	18,29	18,29	12	20,48	
Corte para conseguir 2 tubos 3/4"- 1,34m	105	13,83	14,5215	12	16,26	
Corte para conseguir 1 tubo 1/2"- 0,38m	100	9,14	9,14	12	10,24	
Corte para conseguir 2 tubo 1/2"- 0,26m	95	15,84	15,048	12	16,85	
Corte para conseguir 2 tubo 1/2"- 1,00m	100	13,04	13,04	12	14,60	
Corte para conseguir 2 tubo 1/2"- 1,20m	105	11,67	12,2535	12	13,72	
Corte 8 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	100	23,78	23,78	12	26,63	
Doblado de 2 tubos 1/2" - 120m	105	23,98	25,179	12	28,20	
Doblado de 2 tubos 1/2" - 100m	100	28,98	28,98	12	32,46	
Doblado de tubos 3/4" - 140m	100	197,54	197,54	12	221,24	
Pulido 2 tubos 3" - 0,40m	100	26,04	26,04	12	29,16	
Pulido 2 tubos 3" - 0,80m	95	29,84	28,348	12	31,75	
Perforado 8 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	100	176,24	176,24	12	197,39	
Pulido 8 platinas 3/4 x 3/16"- 0,15m	105	198,74	208,677	12	233,72	
Soldadura del cabecero y picero	105	805,8	846,09	12	947,62	
Soldadura Chambrana	105	246,36	258,678	12	289,72	
Roscado platinas	95	251,34	238,773	12	267,43	


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
<b>Nombre del producto /pieza</b>	Cama valentina				
<b>Fecha</b>	1 Oct. de 2006				
<b>Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Limpieza del cabecero y piecero	95	417,74	396,853	12	444,48
Limpieza de las chambranas	100	118,72	118,72	12	132,97
Pintura del cabecero y piecero	100	185,74	185,74	12	208,03
Pintura de las 2 chambranas	95	179,42	170,449	12	190,90
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	95	130,41	123,8895	12	138,76
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>7178,83</b>
Alistamiento en corte	100	113,88	113,88	12	127,55
Alistamiento en doblado	105	69,41	72,8805	12	81,63
Alistamiento en perforado	100	56,74	56,74	12	63,55
Alistamiento de soldadura	105	152,78	160,419	12	179,67
Alistamiento en pintura	100	124,98	124,98	12	139,98
Alistamineto Homo	100	126,78	126,78	12	141,99
Alistamiento en Armado	100	34,14	34,14	12	38,24
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>772,60</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
Nombre del producto /pieza	Mesa de noche valentina				
Fecha	3 Oct. de 2006				
Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir 2 tubos 1 1/2"- 0,6m	105	20,13	21,1365	12	23,67
Corte para conseguir 2 tubos 1 1/2"- 0,4m	105	19,96	20,958	12	23,47
Corte para conseguir 4 tubos 1/2"- 0,28m	105	35,58	37,359	12	41,84
Corte para conseguir 2 tubos 1/2"- 0,40m	95	22,83	21,6885	12	24,29
Corte para conseguir 1 tubos 1/2"- 0,365m	100	11,97	11,97	12	13,41
Corte para conseguir 1 tubos 1/2"- 0,385m	90	14,42	12,978	12	14,54
Doblado 2 tubos 1 1/2"-0,4 m	95	116,25	110,4375	12	123,69
Pulido todos los tubos	105	45,31	47,5755	12	53,28
Soldadura	95	640,1	608,095	12	681,07
Limpiado de la estructura	95	124,95	118,7025	12	132,95
Pintado de la estructura	105	62,78	65,919	12	73,83
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	100	618,96	618,96	12	693,24
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>5499,27</b>
Alistamiento corte	100	104,32	104,32	12	116,84
Alistamiento doblado	95	123,42	117,249	12	131,32
Alistamiento de soldadura	105	49,78	52,269	12	58,54
Alistamiento de pintura	100	108,1	108,1	12	121,07
Alistamiento Horno	105	132,65	139,2825	12	156,00
Alistamiento Armado	100	78,62	78,62	12	88,05
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>671,82</b>

## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
Nombre del producto /pieza	Mesa escuadra alas				
Fecha	5 Oct. de 2006				
Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir 2 tubos 1"- 0,75m	95	18,45	17,5275	12	19,63
Corte para conseguir 2 tubos 1"- 1,35m	100	15,78	15,78	12	17,67
Corte para conseguir 6 tubos 1/2"- 0,615m	105	48,73	51,1665	12	57,31
Corte para conseguir 2 tubos 1/2"- 0,39m	100	16,74	16,74	12	18,75
Corte para conseguir 4 tubos 1/2"- 0,315m	100	24,82	24,82	12	27,80
Corte para conseguir 4 tubos 1/2"- 0,22m	95	27,64	26,258	12	29,41
Doblado 2 tubos 1"- 1,35m	95	138,41	131,4895	12	147,27
Doblado 2 tubos 1/2"- 0,39m	105	69,32	72,786	12	81,52
Pulido de 6 tubos 1" - 1,50m	95	86,14	81,833	12	91,65
Pulido de 2 tubos 5/8" - 0,365m	105	28,92	30,366	12	34,01
Soldadura	100	873,18	873,18	12	977,96
Limpiado de la estructura	102	362,45	369,699	12	414,06
Pintado de la estructura	100	86,75	86,75	12	97,16
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Armado	105	371,51	390,0855	12	436,90
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>6051,10</b>
Alistamiento corte	95	91,74	87,153	12	97,61
Alistamiento de doblado	100	71,55	71,55	12	80,14
Alistamiento de Soldadura	100	65,54	65,54	12	73,40
Alistamiento de Pintura	100	124,62	124,62	12	139,57
Alistamiento de armado	100	178,76	178,76	12	200,21
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>590,94</b>


## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
<b>Nombre del producto /pieza</b>	Silla reclinomatica				
<b>Fecha</b>	7 Oct. de 2006				
<b>Nombre del analistas: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte para conseguir tubo 1"- 1,90m	95	12,42	11,799	12	13,21
Corte para conseguir 2 tubos 1"- 1,82m	95	16,41	15,5895	12	17,46
Corte para conseguir tubo 1"- 0,6m	95	12,17	11,5615	12	12,95
Corte para conseguir 2 tubos 1"- 0,57m	100	10,93	10,93	12	12,24
Corte para conseguir 1 tubo 3/4"- 0,8m	95	12,35	11,7325	12	13,14
Corte para conseguir 1 tubo 3/4"- 1,5m	105	9,87	10,3635	12	11,61
Corte para conseguir 1 tubo 3/4"- 0,45m	100	11,47	11,47	12	12,85
Corte para conseguir 2 tubos 7/8"- 0,07m	100	15,17	15,17	12	16,99
Corte para conseguir 2 tubos de 5/8"- 0,57m	100	12,48	12,48	12	13,98
Corte para conseguir 2 tubos 3/8	100	18,56	18,56	12	20,79
Corte para conseguir 2 angulos 1 1/2 x 1/8 18cm	95	32,75	31,1125	12	34,85
Corte para conseguir 4 niveladores	100	17,56	17,56	12	19,67
Doblado tubo 1"-1,90 m	100	143,89	143,89	12	161,16
Doblado 2 tubos 1"-1,82 m	95	207,15	196,7925	12	220,41
Doblado tubo 3/4" - 0,8 m	100	65,36	65,36	12	73,20
Doblado tubo 3/4" - 1,5 m	95	109,17	103,7115	12	116,16
Doblado 2 tubos 3/4" - 0,45 m	95	32,1	30,495	12	34,15
Perforado tubo 1"-1,90m	105	24,91	26,1555	12	29,29
Perforado de 2 tubos 1" - 1,82m	100	80,62	80,62	12	90,29
Perforado tubo 1" - 0,6m	95	36,16	34,352	12	38,47
Perforado 2 tubos 1"-0,57	95	72,26	68,647	12	76,88
Perforado tubo 3/4"-0,8	95	58,38	55,461	12	62,12

## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

ESTUDIO POR CRONÓMETRO					
<b>Nombre del producto/pieza</b>	Silla reclinomática				
<b>Fecha</b>	7 Oct. de 2006				
<b>Nombre del analista: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Corte de platinas	95	7,78	7,391	12	8,28
Perforado de plantinas	95	59,64	56,658	12	63,46
Corte de varillas	100	125,66	125,66	12	140,74
Corte para conseguir 2 tubos 3/8"- m	95	18,56	17,632	12	19,75
Pulido tubo 1"-1,90	95	17,5	16,625	12	18,62
Pulido 2 tubos 1"-1,82	100	32,63	32,63	12	36,55
Pulido 2 tubos 1"-0,57	95	34,64	32,908	12	36,86
Pulido tubo 1"-0,6	100	15,44	15,44	12	17,29
Pulido tubos 3/4"-0,8	105	12,1	12,705	12	14,23
Pulido 2 angulos	105	187,96	197,358	12	221,04
Aplanado esquinas de 2 tubos 5/8" - 0,57m	100	16,06	16,06	12	17,99
Doblado 2 tubos 5/8" - 0,57m	105	26,87	28,2135	12	31,60
Perforado 2 tubos 5/8"- 0,57	105	34,73	36,4665	12	40,84
Segundo Perforado tubo 1" - 90m	95	102,98	97,831	12	109,57
Segundo Perforado 2 tubos 1" - 0,57m	95	128,58	122,151	12	136,81
Segundo Perforado tubo 3/4" - 50m	100	70,91	70,91	12	79,42
Soldadura	105	102,85	107,9925	12	120,95
Limpiado de todas las partes	100	259,73	259,73	12	290,90
Pintado de las partes	105	194,46	204,183	12	228,68
Horneado	100	3600	3600	0	3600,00
Corte del resorte	95	359,56	341,582	12	382,57
Puesta del cancamo en los extremos del resorte	95	579,98	550,981	12	617,10
Armado	97	2367,34	2296,3198	12	2571,88
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL</b>					<b>9906,99</b>

## ESTUDIO POR CRONÓMETRO

<b>ESTUDIO POR CRONÓMETRO</b>					
<b>Nombre del producto /pieza</b>		Silla reclinomática			
<b>Fecha</b>		7 Oct. de 2006			
<b>Nombre del analista: Yiber Esteban Gonzalez Gil</b>					
ELEMENTOS	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO SEGUNDOS	TIEMPO NORMALIZADO SEGUNDOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ASIGNADO (seg)
Alistamiento de corte	100	298,71	298,71	12	334,56
Alistamiento de doblado	95	827,99	786,5905	12	880,98
Alistamiento de perforado	100	715,42	715,42	12	801,27
Alistamiento de pintura	95	192,98	183,331	12	205,33
Alistamiento del horno	105	163,75	171,9375	12	192,57
Alistamiento de armado	100	198,85	198,85	12	222,71
<b>TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTOS</b>					<b>2637,42</b>

## ANEXO D. Financiación

Los créditos vigentes son los que a continuación enumeramos y el destino ha sido parte para adecuación de la planta física:

<b>Entidad Financiera</b>	<b>Monto Inicial</b>	<b>Saldo</b>	<b>Vencimiento</b>
Créditos Rotativos Coomultrasan	50	25.000.000	Noviembre de 2007
Crédito de Coomultrasan	50	45.793.000	2009
Crédito Rotativo Davivienda	5	4.240.000	Noviembre de 2009
Crédito BanSuperior	15	8.118.293	Octubre de 2007

*Fuente: Contabilidad de Metálicas Zuluaga*

**ANEXO E. Resultados de la operación 2004, 2005, 2006**

**ESTADO DE RESULTADOS**

Desde Enero 1 hasta Diciembre 31 de 2004

VENTAS	434.200.490
COSTO DE VENTAS	<u>295.400.000</u>
UTILIDAD BRUTA	138.800.490
GASTOS DE OPERACIÓN	<u>88.500.000</u>
UTILIDAD OPERACIONAL	50.300.490
OTROS INGRESOS	-
OTROS EGRESOS	<u>-</u>
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS E INTERESES	50.300.490
GASTOS FINANCIEROS	<u>7.500.000</u>
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b><u>42.800.490</u></b>

## ESTADO DE RESULTADOS

Desde Enero 1 hasta Diciembre 31 de 2005

VENTAS	389.652.430
OTROS INGRESOS	2.461.000
COSTO DE VENTAS	<u>204.039.909</u>
UTILIDAD BRUTA	185.612.521
GASTOS DE OPERACIÓN	<u>161.352.079</u>
UTILIDAD OPERACIONAL	24.260.442
OTROS INGRESOS	-
OTROS EGRESOS	<u>-</u>
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS E INTERESES	24.260.442
GASTOS FINANCIEROS	<u>6.742.820</u>
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b><u>17.517.622</u></b>

## ESTADO DE RESULTADOS

Desde Enero 1 hasta Diciembre 31 de 2006

VENTAS	424.787.855
COSTO DE VENTAS	<u>207.248.000</u>
UTILIDAD BRUTA	217.539.855
GASTOS DE OPERACIÓN	<u>127.700.079</u>
UTILIDAD OPERACIONAL	89.839.776
OTROS INGRESOS	9.354.000
OTROS EGRESOS NO OPERACIONES CONS	<u>59.036.691</u>
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS E INTERESES	40.157.085
GASTOS FINANCIEROS	<u>4.781.588</u>
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b><u>35.375.497</u></b>

COMPORTAMIENTO DE VENTAS/AÑO				
Año	2003	2004	2005	2006
Ventas	415.200.000	422.100.000	389.652.430	424.787.855
Razón		1,02	0,92	1,09

**ANEXO F. Balance general 2006**

**BALANCE GENERAL**  
**CLAUDIA MILENA ZULUAGA DUQUE**  
 CC. 24,436,290  
 A DICIEMBRE 31 DE 2006

<b>ACTIVO</b>		<b>PASIVO</b>	
Activo Corriente	<u>111.227.000</u>	Pasivo Corriente	<u>68.333.922</u>
Caja	167.000	Obligaciones financieras	38.832.000
Bancos	1.010.000	Proveedores	29.501.922
Cuentas por cobrar clientes	46.372.000	Acreedores varios	-
Inventarios*	63.678.000	Impuestos por Pagar	-
Inversiones	-		
Anticipos	-	<b>Pasivo Largo Plazo</b>	<b>45.793.376</b>
<b>Activo Fijo</b>	<u><b>298.696.795</b></u>	Obligaciones financieras	45.793.376
Bienes Raices	150.000.000	Obligaciones Hipotecarias	-
Maquinaria y Equipo	80.000.000	Otras obligaciones	-
Muebles y Enseres	2.610.000		
Equipo de Computo	1.780.000	<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>114.127.298</b>
Inversiones	64.306.795		
<b>Otros Activos Largo Plazo</b>		<b>PATRIMONIO</b>	<u><b>295.796.497</b></u>
		Capital	260.421.000
		Utilidad del Ejercicio	35.375.497
		Superavit de Capital	-
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>409.923.795</b>	<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	<b>409.923.795</b>

\*En la cuenta de inventarios entran a consideración aquellos por concepto de materias primas, producto en proceso y producto terminado



**ANEXO H, Cotización Horno curado pintura polvo**

Bogotá 9 de febrero de 2007

Señores:

**METALICAS ZULUAGA**

Atn. Sra. **CLAUDIA ZULUAGA DUQUE.**

CIUDAD

**COTIZACION HORNO CURADO PINTURA POLVO**

**COTIZACION 168**

Respetada señora:

En atención a su solicitud gustosamente nos permitimos informarle sobre algunos de nuestros modelos de hornos de pintura polvo los cuales presentan las siguientes características de diseño y fabricación. Anexo a esta información, adjuntamos nuestra propuesta económica.

Por lo anterior estamos siempre a sus gratas órdenes.

**ING LUIS ALEXANDER BUITRAGO**

GERENTE GENERAL

## **1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **1.1 SISTEMA ELECTRICO**

Se instalará la opción denominada **PPVEQ0100** para el siguiente modelo de Horno : modelo **10HVOSIN**. Con los accesorios y características que se indican en la ficha técnica.

Este modelo cuenta con:

- 1 sensor de temperatura para el horno.
- 1 pantalla de cristal liquido de 4X20 caracteres y luz electro luminiscente.
- Comunicación serial con el computador rs 232.
- 3 salidas de relevo de 110 vol. Para control del horno.

Nota: En este párrafo se incluye la instalación de la red para uso del computador y poder almacenar los datos en tiempo real. con un alcance máximo de 50 m.

El software data grafico tiene procesos de Curado por tiempo, estadísticos y genera trazabilidad de todos los movimientos productivos en la fabrica. Son una excelente herramienta para procesos de certificación ISO.

### **TABLERO ELÉCTRICO.**

El tablero esta fabricado con lámina cold rolled cal. 18, acabado con pintura electrostática y una tapa en acero inoxidable con grabado del sistema eléctrico. Los componentes internos son:

#### **Actuadores:**

- Quemador 600.000 BTU.
- Turbina centrifuga.
- Alarma de final de proceso.
- Alarma de Fallo de quemador.

### **1.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN**

#### **VENTILADORES**

Se diseñara construirán e instalara dos turbinas centrifugas para la unidad inductora de aire.

### **1.3. SISTEMA DE CALEFACCIÓN.**

## **INTERCAMBIADOR DE CALOR.**

Este es en acero inoxidable 304 utiliza el proceso de mezcla de gases.

## **QUEMADOR.**

Este es para gas natural marca Johannes su potencia es de 600.000 Btu.

## **1.4. SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA.**

### **DEFLECTORES.**

Estos vienen instalados en el entretecho y una de las paredes su función es distribuir el calor dentro de el horno en forma homogénea.

### **PANELES AISLADOS.**

Los paneles de las paredes y techo son en lámina galvanizada y su aislamiento térmico es de 4" espesor, su aislamiento es lana de vidrio.

### **PUERTAS.**

Estructuradas con lámina galvanizada y ángulo, su aislamiento es lana de vidrio además su espesor es 4". Las medidas son: 1,6 m de ancho x 2 m de altura. Cantidad (2). Apertura pivotada tipo container para uso túnel.

## **1.5. DIMENSIONES DE LA CÁMARA**

**Medidas totales externas** : 2,2 m frente, 4,2 m fondo, 3,2 m de altura.

**Medidas útiles** : 1,8 m frente, 4 m fondo, 2,2 m de altura.

### ***BENEFICIOS.***

- El sistema de deflectores homogeniza el calor dentro de el horno. Dando un acabado y curado totalmente homogéneo.
- La generación de calor con cámara de combustión abierta acelera los procesos a minutos.
- La calidad de sus procesos es controlada y supervisada por la más moderna tecnología de software en el mercado.
- Poder tener estadística de todos los procesos los pone en un ritmo de alta competitividad y excelencia.
- Ud. No solo tiene una excelente herramienta de trabajo, también tiene una herramienta para **certificación de procesos ISO900**.

- Su excelente aislamiento térmico economiza el consumo eléctrico, y gas también disminuye los tiempos de trabajo.

#### **4. ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE PLANOS**

Diseñar y calcular el sistema de calefacción y circulación de aire para el horno utilizando calefacción generada con un quemador de gas. También controlando el flujo de aire y la presión del mismo, manejando estándares de modularidad y eficiencia.

#### **5. MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE EL HORNO.**

Todos los equipos anteriormente señalados EQUINTEC se compromete a diseñarlos construirlos e instalarlos según planos entregados.

#### **6. OBLIGACIONES DEL VENDEDOR.**

El vendedor se compromete a suministrar e instalar el equipo en forma idónea, con los equipos técnicos y humanos requeridos para los montajes por su cuenta y riesgo, lo que no implica ningún contrato laboral con el comprador.

Todos los equipos suministrados por EQUINTEC anteriormente descritos tienen un año de garantía, siempre y cuando se realicen los mantenimientos necesarios, además del buen manejo de los equipos. No cubre daños ocasionados por fallas en la línea eléctrica o deficiencias en el manejo de la cámara o desperfectos ocasionados por el clima.

Al finalizar la fabricación y montaje de todos los equipos se entregarán oportunamente capacitación y asesoría al personal operativo del horno. También se entregaran fichas técnicas y manuales de usuario con curvas de proceso.

#### **7. OBLIGACIONES DEL COMPRADOR.**

El comprador se compromete a instalar oportunamente las acometidas necesarias para el buen funcionamiento de la cabina horno en punto cero (agua, luz, gas, aire, desfuegos). Garantizando las capacidades y el buen funcionamiento e instalándolas donde el vendedor lo requiera.

En caso de ser necesario el comprador se compromete a realizar oportunamente obras civiles tales como: tejas de protección, polo a tierra para redes eléctricas, protecciones para lluvia y/o viento de la cámara y todos sus equipos.

Con la entrega de planos el comprador se compromete a desarrollar todas las obras indicadas en los mismos, en forma idónea. Y a exonerar de responsabilidad alguna al vendedor de el mal funcionamientos de las obras por mala interpretación de los planos.

#### **8. TIEMPOS DE ENTREGA.**

- Día 1. Firma del contrato y pago del primer anticipo.
- Día 8. Entrega del proyecto firma de planos.
- Día 42. Llegada de equipos para inicio de montaje en la bodega del comprador.
- Día 58. Encendido de la cámara y ajustes.
- Día 60. Entrega del horno capacitación de personal.

## 9. CARACTERÍSTICAS.



## 10. VALOR DEL CONTRATO

Teniendo en cuenta los puntos anteriores a continuación permitimos colocar a su disposición nuestra propuesta económica con los siguientes alcances.

Suma que el comprador pagara al vendedor así:

**Horno de polimerizado** : \$ 62'870.000.00 (*Modular*).

- 60% al firmar el contrato.
- 30% Para despachar los equipos al montaje.
- 10% al entregar el equipo.

5% de descuento por pago de contado. Estos costos no asumen impuestos.