



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

**DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE  
ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.**

**María Esther García Flores**

Asesorado por el M.A. Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE  
ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARÍA ESTHER GARCÍA FLORES**

ASESORADO POR EL M.A. ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE  
ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 2 de febrero de 2015.

**María Esther García Flores**



Guatemala, 19 de enero de 2016.  
REF.EPS.DOC.20.01.16.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano:

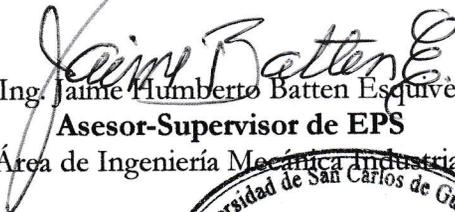
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **María Esther García Flores**, Carné No. **200714952** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
**Asesor-Supervisor de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 19 de enero de 2016.  
REF.EPS.D.20.01.16

Ingeniero  
Juan José Peralta  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Peralta:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **María Esther García Flores** quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **María Esther García Flores**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.039.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **María Esther García Flores**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Juan José Peralta Dardón**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, marzo de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

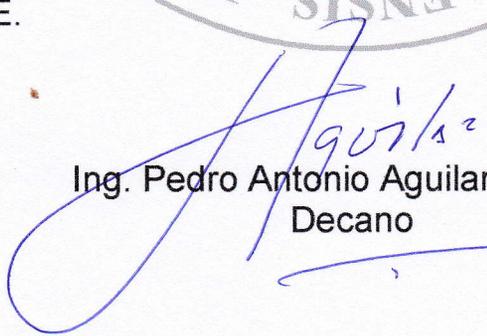


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.119-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO Y MEJORA A TRAVÉS DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **María Esther García Flores**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, marzo de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser guía, amigo, maestro, fuente de paz, fortaleza y amor en mi vida. Permitiéndome alcanzar esta meta.
<b>Virgen María</b>	Por sus bendiciones, protección e infinito amor.
<b>Mi madre</b>	Elizabeth Flores, por su amor, dedicación, guía, apoyo incondicional y ser un modelo a seguir.
<b>Mi abuela y madre</b>	Esther Azmitia (q. e. p. d.), por todo su amor, por ser uno de los pilares de mi vida y ser el ángel que me cuida a diario.
<b>Mi tía y madre</b>	Rosa María Flores, por su amor, apoyo incondicional y enseñarme a ser una persona honesta y con visión.
<b>Mi primo</b>	Edgar Alveño Flores, por su apoyo, amor y compartir experiencias de vida como mi hermano incondicional.
<b>Mi padre</b>	Efraín García, por su amor y apoyo.

**Mi tía**

Margarita Reynoso, por todo su amor y apoyo.

**Mis tíos**

Francisca Azmitia (q. e. p. d.), Teresa Bonilla de Reynoso (q. e. p. d.), Raúl Reynoso (q. e. p. d.) y Clara Luz Gregorio de Flores (q. e. p. d.), por marcar mi vida con su amor y enseñanzas.

**Familia Tórtola Tejeda**

Por su apoyo durante mi vida, especialmente en el presente trabajo de graduación. Gracias por hacerme sentir parte de familia.

**Mi familia de vida**

Rebeca González Ponciano, Estela Valle Pérez y familia Loyo Ramírez, por todo el cariño, apoyo incondicional, consejos y lindos momentos compartidos.

**Mis amigos**

Naty Carrera, Fernando Medina, Adán Guancín, Álvaro Hernández, Eliu Diéguez, Julio Arriola y Alejandro Tahuite, por su apoyo y amistad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Ing. César Charchalac** Por todo su apoyo, orientación y haber compartido su experiencia profesional durante el desarrollo del presente trabajo.
- Ing. Jaime Batten** Por el tiempo dedicado y orientación brindada en la realización de mi proyecto de EPS.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser mi segundo hogar durante los años de mi formación profesional. En especial a la Facultad de Ingeniería por los conocimientos y principios inculcados.
- Diveco, S. A.** Por el apoyo recibido para el desarrollo de mi proyecto de EPS, en especial a la Licda. Claudia Mendoza y al Departamento de Mantenimiento.





2.	DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A. ....	11
2.1.	Condiciones actuales .....	11
2.1.1.	Descripción situación actual nueva planta de amueblados de salas .....	11
2.2.	Propuesta de mejora .....	15
2.2.1.	Herramienta neumática .....	16
2.2.1.1.	Especificaciones técnicas herramienta neumática.....	16
2.2.1.2.	Consumo individual metros cúbicos/minuto de herramienta neumática.....	18
2.2.1.3.	Cálculo de caudal a abastecer para herramienta neumática.....	18
2.2.1.4.	Presión de trabajo del circuito neumático.....	19
2.2.2.	Selección de tubería.....	19
2.2.2.1.	Material.....	19
2.2.2.2.	Diámetro.....	20
2.2.2.3.	Aislamiento de tubería.....	21
2.2.3.	Distribución reguladores de presión de cada tubería .....	22
2.2.4.	Diagrama neumático del circuito .....	23
2.2.5.	Determinación tipo de ambiente de trabajo .....	26
2.2.6.	Selección de maquinaria para circuito neumático ...	27
2.2.6.1.	Selección de tipo de compresor .....	27
2.2.6.1.1.	Compresor integrado ....	28

	2.2.6.1.2.	Compresor diseño estándar .....	29
	2.2.6.2.	Selección potencia de compresor .....	31
	2.2.6.3.	Cálculo de capacidad tanque de almacenamiento .....	32
	2.2.6.3.1.	<i>Bypass</i> .....	33
	2.2.6.3.2.	Dreno condensado en tanque de almacenamiento .....	34
	2.2.6.4.	Selección de secador .....	34
2.2.7.		Cuarto de compresores .....	36
	2.2.7.1.	Cálculo cimiento cuarto de compresores.....	36
	2.2.7.2.	Diseño cuarto de compresores y distribución de maquinaria neumática .....	38
	2.2.7.3.	Diagrama de distribución maquinaria cuarto de compresores .....	40
	2.2.7.4.	Cálculo de material eléctrico para el funcionamiento cuarto de compresores.....	41
2.2.8.		Descripción del funcionamiento de circuito neumático .....	43
2.2.9.		Mantenimiento circuito neumático .....	43
	2.2.9.1.	Plan de mantenimiento .....	44
	2.2.9.1.1.	Plan de mantenimiento herramienta neumática .....	44

	2.2.9.1.2.	Plan de mantenimiento tubería .....	45
	2.2.9.1.3.	Plan de mantenimiento compresor .....	45
	2.2.9.2.	Programación planes de mantenimiento.....	47
	2.2.9.3.	Controles de mantenimiento.....	48
	2.2.9.3.1.	Control de mantenimiento herramienta neumática.....	48
	2.2.9.3.2.	Control de mantenimiento tubería .....	50
	2.2.9.3.3.	Control de mantenimiento compresor .....	51
	2.2.10.	Costos .....	52
	2.2.10.1.	Material, equipo, herramientas y cuarto de compresores.....	52
	2.2.10.2.	Mano de obra .....	53
3.		PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.....	55
	3.1.	Edificio industrial .....	55
	3.1.1.	Dimensiones de la planta .....	55
	3.1.2.	Tipo de edificio .....	56

3.1.3.	Techo industrial .....	57
3.1.4.	Ventilación industrial.....	58
3.1.5.	Piso industrial .....	60
3.1.6.	Pintura industrial.....	61
3.1.7.	Iluminación industrial .....	61
3.1.8.	Control de ruidos .....	66
3.2.	Distribución de planta .....	68
3.2.1.	Selección tipo de distribución de planta.....	68
3.2.2.	Distribución de maquinaria .....	70
3.2.3.	Distribución de lugares de trabajo .....	73
3.3.	Diagramas actuales.....	73
3.3.1.	Diagrama de operaciones actual .....	74
3.3.1.	Diagrama de flujo de operaciones actual.....	82
3.3.2.	Diagrama de recorrido actual.....	91
3.3.3.	Diagrama bimanual actual .....	92
3.4.	Indicadores .....	93
3.4.1.	Eficiencia .....	93
3.4.2.	Eficacia .....	95
3.5.	Estudio de tiempos .....	96
3.5.1.	Selección del operario .....	96
3.5.2.	Calificación del operario .....	97
3.5.3.	Método para la toma de tiempos .....	98
3.5.4.	Cálculo de número de observaciones.....	98
3.5.5.	Cálculo de tiempo promedio .....	100
3.5.6.	Cálculo tiempo estándar .....	106
3.5.6.1.	Tiempo normal.....	107
3.5.6.2.	Tiempo estándar.....	114
3.5.7.	Tolerancias (suplementos) .....	121
3.5.8.	Análisis de las operaciones .....	122

3.5.9.	Diagramas mejorados .....	122
3.5.9.1.	Diagrama de operaciones mejorado .....	122
3.5.9.2.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado .....	130
3.5.9.3.	Diagrama de recorrido mejorado.....	138
3.5.9.4.	Diagrama bimanual mejorado .....	139
3.5.10.	Mejoras al método de trabajo .....	140
3.5.11.	Balance de líneas.....	141
3.5.11.1.	Cálculo de eficiencia .....	141
3.5.11.2.	Cálculo de eficacia .....	143
3.5.11.3.	Número de personas.....	144
3.5.11.4.	Producción .....	145
4.	CAPACITACIÓN DE PERSONAL SOBRE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	147
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	147
4.2.	Plan de capacitación .....	148
4.2.1.	Programa de actividades.....	149
4.2.2.	Contenido de capacitación .....	150
4.2.3.	Metodología.....	151
4.3.	Evaluación.....	151
4.4.	Resultados .....	152
	CONCLUSIONES.....	155
	RECOMENDACIONES .....	157
	BIBLIOGRAFÍA.....	159
	APÉNDICES.....	163
	ANEXOS.....	175

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa ubicación planta de amueblados de salas.....	2
2.	Organigrama Diveco, S. A.....	7
3.	Árbol de problemas .....	13
4.	Árbol de objetivos.....	14
5.	Pistola Senco SNS45XP para grapa calibre 5/4" .....	16
6.	Pistola Senco SFW09 para grapa calibre 3/8" .....	17
7.	Especificaciones técnicas tubería hierro galvanizado .....	21
8.	Cinta aislante multiuso <i>duct tape</i> marca 3M.....	22
9.	Regulador neumático .....	23
10.	Diagrama de circuito neumático del área de producción .....	24
11.	Porcentajes de humedad relativa de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	26
12.	Datos técnicos serie <i>aircenter</i> Kaeser (compresor integrado).....	28
13.	Compresor Kaeser integrado .....	29
14.	Datos técnicos serie SM Kaeser (compresor estándar) .....	30
15.	Compresor Kaeser diseño estándar.....	30
16.	Tanque de almacenamiento.....	32
17.	Datos técnicos tanque de almacenamiento.....	33
18.	Campos de aplicación de los diferentes métodos de secado.....	35
19.	Dimensiones de cimentación cuarto de compresores .....	37
20.	Comportamiento del flujo de aire del cuarto de compresores .....	39
21.	Distribución maquinaria cuarto de compresores .....	40
22.	Formato para control mantenimiento herramienta neumática .....	49
23.	Formato para control mantenimiento anual de tubería.....	50

24.	Formato para control de mantenimiento compresor .....	51
25.	Dimensiones planta de amueblados de salas Diveco, S. A. ....	55
26.	Área de producción y bodegas .....	56
27.	Techo área de producción .....	57
28.	Dimensiones de ventanas para área de producción .....	59
29.	Ubicación de ventiladores industriales modelo CBP-W 650 .....	59
30.	Características técnicas ventiladores CBP-W 650.....	60
31.	Plano de distribución de luminarias área de producción.....	65
32.	Estudio de sonoridad planta central Diveco, S. A. ....	67
33.	<i>Layout</i> distribución de nueva planta de amueblados de sala Diveco, S. A. ....	69
34.	Bloques para áreas de producción .....	70
35.	Distribución de maquinaria área de costura.....	72
36.	Diagrama de operaciones actual .....	75
37.	Diagrama de flujo de operaciones proceso serie 100.....	82
38.	Diagrama de recorrido proceso serie 100.....	91
39.	Diagrama bimanual ensamble funda mueble 3 asientos .....	92
40.	Tabla de ciclos a observar General Electric.....	99
41.	Diagrama de operaciones mejorado .....	123
42.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado .....	130
43.	Diagrama de recorrido mejorado .....	138
44.	Diagrama bimanual mejorado.....	139

## TABLAS

I.	Especificaciones técnicas pistola Senco SNS45XP .....	17
II.	Especificaciones técnicas pistola Senco SFW09.....	18
III.	Accesorios de circuito neumático.....	23
IV.	Datos técnicos secador serie TBH 14.....	36
V.	Material eléctrico para cuarto de compresores .....	42

VI.	Programación de mantenimiento para los elementos que componen el circuito neumático .....	47
VII.	Costos circuito neumático .....	52
VIII.	Niveles de reflectancia y alturas ideales de lámparas.....	62
IX.	Datos producción diaria, semanal y mensual serie 100 .....	94
X.	Calificación colaboradores de producción.....	97
XI.	Número de observaciones en los procesos de cada área.....	99
XII.	Tiempo promedio de procesos en área de corte.....	100
XIII.	Tiempo promedio de procesos en área de costura .....	101
XIV.	Tiempo promedio de procesos en área estructuras .....	101
XV.	Tiempo promedio de procesos en blanqueado brazos .....	102
XVI.	Tiempo promedio de procesos en blanqueado mueble 3 asientos .....	102
XVII.	Tiempo promedio de procesos en blanqueado muebles 1 asiento .....	103
XVIII.	Tiempo promedio de procesos en tapicería brazos .....	103
XIX.	Tiempo promedio de procesos en tapicería mueble 3 asientos .....	104
XX.	Tiempo promedio de procesos en tapicería muebles 1 asiento .....	104
XXI.	Tiempo promedio de procesos en área llenado almohada .....	105
XXII.	Tiempo promedio de procesos en área plantilla de cartón.....	105
XXIII.	Tiempo promedio de procesos en área de calidad .....	106
XXIV.	Tiempo promedio de procesos en área de empaque.....	106
XXV.	Tiempo normal de procesos en área de corte.....	107
XXVI.	Tiempo normal de procesos en área de costura .....	108
XXVII.	Tiempo normal de procesos en área de estructuras .....	108
XXVIII.	Tiempo normal de procesos en blanqueado brazos .....	109
XXIX.	Tiempo normal de procesos en blanqueado mueble 3 asientos .....	110
XXX.	Tiempo normal de procesos en blanqueado muebles 1 asiento .....	110
XXXI.	Tiempo normal de procesos en tapicería brazos .....	111
XXXII.	Tiempo normal de procesos en tapicería mueble 3 asientos .....	111
XXXIII.	Tiempo normal de procesos en tapicería muebles 1 asiento .....	112

XXXIV.	Tiempo normal de procesos en área plantilla de cartón .....	112
XXXV.	Tiempo normal de procesos en área llenado almohada .....	113
XXXVI.	Tiempo normal de procesos en área de calidad .....	113
XXXVII.	Tiempo normal de procesos en área de empaque .....	114
XXXVIII.	Tiempo estándar de procesos en área de corte .....	115
XXXIX.	Tiempo estándar de procesos en área de costura.....	115
XL.	Tiempo estándar de procesos en área de estructuras.....	116
XLI.	Tiempo estándar de procesos en blanqueado brazos .....	116
XLII.	Tiempo estándar de procesos en blanqueado mueble 3 asientos.....	117
XLIII.	Tiempo estándar de procesos en blanqueado muebles 1 asiento.....	117
XLIV.	Tiempo estándar de procesos en tapicería brazos .....	118
XLV.	Tiempo estándar de procesos en tapicería mueble 3 asientos.....	118
XLVI.	Tiempo estándar de procesos en tapicería muebles 1 asiento.....	119
XLVII.	Tiempo estándar de procesos en área llenado de almohada .....	119
XLVIII.	Tiempo estándar de procesos en área plantilla de cartón .....	120
XLIX.	Tiempo estándar de procesos en área de calidad .....	120
L.	Tiempo estándar de procesos en área de empaque .....	121
LI.	Suplementos asignados en áreas de producción .....	121
LII.	Tiempos estándar de cada estación .....	141
LIII.	Minutos estándar permitidos.....	142
LIV.	Distribución de colaboradores para cada estación de trabajo .....	145
LV.	Operación más lenta.....	145
LVI.	Capacitación: uso adecuado de extinguidores (servicio técnico de extinguidores) .....	149
LVII.	Contenido de capacitación sobre uso de extinguidores.....	150

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>w</b>	Ancho
<b>hp</b>	Caballos de fuerza
<b>CA</b>	Caudal de aire
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>db</b>	Decibeles
<b>Ef</b>	Eficiencia
<b>EM</b>	Espacio entre lámparas
<b>Fl</b>	Flujo luminoso
<b>Ft</b>	Flujo luminaria
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>km/h</b>	Kilómetros por hora
<b>L</b>	Largo
<b>psi</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>l</b>	Litros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/min</b>	Metro cúbico por minuto
<b>min</b>	Minuto
<b>ME</b>	Minutos estándar
<b>MP</b>	Minutos permitidos
<b>#</b>	Número

<b>N</b>	Número de personas balance de líneas
<b><math>\pi</math></b>	Pi
<b>cfm</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>%</b>	Porcentaje
<b>R</b>	Producción por minuto balance de líneas
<b>Pt</b>	Producto terminado
<b>"</b>	Pulgada
<b>Q</b>	Quetzales
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>T.E</b>	Tiempo estándar
<b>T.N</b>	Tiempo normal
<b>T.C</b>	Tiempo promedio
<b>V</b>	Voltios
<b>W</b>	Watts

## GLOSARIO

<b>Aislante</b>	Cualquier material que impide la transmisión de la energía en cualquiera de sus formas.
<b>Balance de líneas</b>	Agrupación de las actividades secuenciales en centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo.
<b>Blanqueado</b>	Proceso en el que se le coloca esponja a la estructura de madera de cada elemento del amueblado de sala.
<b><i>Bushing</i></b>	Palabra en inglés para buje, elemento de una máquina donde se apoya un eje.
<b><i>Bypass</i></b>	Palabra en inglés para baipás, derivación o acortamiento de una ruta.
<b>Capacitación</b>	Conjunto de medios que se organizan de acuerdo con un plan, para lograr que un individuo adquiera destrezas.
<b>Caudal</b>	Volumen de líquido o gas que pasa por una sección normal en unidad de tiempo.

<b>Cavidad zonal</b>	Procedimiento empleado para determinar el número y el tipo de luminarias o lámparas que se necesitan para proveer un nivel medio de iluminación deseada sobre el plano de trabajo.
<b>Circuito neumático</b>	Instalaciones empleadas para generar, transmitir y transformar fuerzas y movimientos por medio del aire comprimido.
<b>Cometida</b>	Derivación desde la red de distribución de la empresa suministradora hacia la edificación.
<b>Compresor</b>	Máquina que, por medio del aumento de la presión logra desplazar fluidos compresibles.
<b>Condición insegura</b>	Condiciones físicas y materiales presentes en cualquier instalación que puedan originar un accidente.
<b>Conexión trifásica</b>	Sistema de tres tensiones alternas, acopladas y desfasadas 120° entre sí.
<b>Corrosión</b>	Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
<b>Cuarto de compresores</b>	Espacio donde se ubicarán los equipos que suministrarán aire comprimido al circuito neumático.

<b>Diagrama bimanual</b>	Representación sincronizada y gráfica de la secuencia de actividad de las manos del trabajador.
<b>Diagrama de flujo</b>	Representación gráfica de un proceso.
<b>Diagrama de operaciones</b>	Representa gráficamente un cuadro general de como se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que se refiere a las principales operaciones e inspecciones.
<b>Diagrama de recorrido</b>	Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, que muestra dónde se realizan todas las actividades.
<b>Diámetro</b>	Es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia.
<b>Eficacia</b>	Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares.
<b>Eficiencia</b>	Forman en que se usan los recursos de la empresa.
<b>Embrinado</b>	Proceso previo a blanqueado en donde se le coloca tela de embrinado a la estructura y la selfa para soporte.
<b>Estudio de mercado</b>	Iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica.

<b>Estudio de tiempos</b>	Técnica para determinar con mayor exactitud posible, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.
<b>Extinguidores</b>	Artefacto que sirve para apagar fuegos.
<b>Flujo luminaria</b>	Cantidad de lúmenes que emite una lámpara.
<b>Flujo luminoso</b>	Cantidad de luz percibida por el ojo de una determinada fuente.
<b>Hierro galvanizado</b>	Hierro revestido de cinc para evitar la corrosión o herrumbre.
<b>Hormigón</b>	Material de construcción formado por una mezcla de piedras menudas y un tipo de argamasa (cal, cemento, arena y agua).
<b>Humedad relativa</b>	Relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada.
<b>Impermeable</b>	Material que no permite el paso de la humedad, el agua u otro líquido.
<b>Lubricación</b>	Acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.

<b>Luxes</b>	Unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación.
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado de correcto funcionamiento.
<b>Niple</b>	Trozo muy corto de cañería con rosca macho, en al menos uno de sus extremos.
<b>Pistola neumática</b>	Herramienta que funciona a través de aire comprimido.
<b>Plan de producción</b>	Recoge todos los aspectos técnicos y organizativos que conciernen a la fabricación de productos o prestación de servicios.
<b>Polietileno líquido</b>	Material impermeabilizante.
<b>Prototipo</b>	Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales.
<b>Regulador de presión</b>	Equipos que controlan la presión de salida, equilibra la fuerza de un muelle ajustable, con las fuerzas causadas por las presiones de entrada y salida.
<b>Salastrón</b>	Estructura de madera de un mueble de sala.

<b>Secador refrigerativo</b>	Equipo que quita la humedad del aire comprimido enfriándolo hasta cerca del punto de congelación.
<b>Seguridad industrial</b>	Área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria
<b>Selfa</b>	Material utilizado en el proceso de embrinado para soporte del respaldo de los muebles de sala.
<b>Suplementos</b>	Ajustes al tiempo normal basado en varias demoras personales de trabajo y ambiental.
<b>Tiempo estándar</b>	Tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.
<b>Tiempo normal</b>	Tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.
<b>Tiempo promedio</b>	Tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos.
<b>Válvula de cierre</b>	Válvula de acción manual utilizada para detener el flujo de gases o líquidos en un circuito.
<b>Zinc</b>	Metal maleable dúctil y de color gris.

## RESUMEN

El diseño e instalación de un circuito neumático para una nueva planta de producción permite cumplir a detalle con las necesidades específicas del nuevo artículo a producir. Esto a través de un proceso de selección de equipo neumático, herramienta neumática, distribución de salidas de aire, material para la tubería del circuito, equipo de protección, mantenimiento de equipos y herramienta, hasta tener una comparación costo-beneficio.

Se continúa con la fase de servicio técnico profesional. En la fase de investigación, se seleccionó el tipo de distribución de la nueva planta de amueblados de sala para determinar las adecuaciones a realizarse al edificio previo al inicio de actividades.

Con base en un sistema de gestión se realizó un estudio de tiempos al proceso de producción de amueblados de salas serie 100, documentando dicho proceso en diagramas actuales y mejorados con el fin de retroalimentar al área de producción de la nueva planta, logrando cambios significativos en la productividad.

Por último, en la fase de docencia, se capacitó al personal en temas de seguridad industrial tomando como base el Acuerdo Gubernativo 229-2014. Esto a través de charlas informativas, evaluaciones de conocimiento sobre el tema, concientización sobre uso de equipo de protección personal y realizando un análisis de situación actual de la planta en cumplimiento del acuerdo antes mencionado.



# OBJETIVOS

## General

Realizar el diseño e instalación de un circuito neumático y los elementos que lo abastecerán, adecuándose a las necesidades del proceso de producción de la nueva planta de amueblados de sala Diveco, S. A.

## Específicos

1. Seleccionar la maquinaria adecuada que abastecerá de aire comprimido al circuito neumático del área de producción.
2. Proponer a través de una planificación los controles y rutinas de mantenimiento para cada elemento del circuito neumático.
3. Conocer la capacidad de producción y el tiempo que se tarda la planta en producir un amueblado de sala a través del diagrama de flujo de proceso actual.
4. Comparar la eficiencia y eficacia del proceso actual con la propuesta de mejora, a través de un balance de líneas.
5. Identificar operaciones, transportes, demoras y demás elementos que retrasan el proceso de producción a través de un estudio de tiempos.

6. Aumentar el porcentaje de conocimiento de los colaboradores sobre temas de seguridad industrial, cumpliendo con un plan de capacitación.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una necesidad por parte de las empresas de tener y mantener una presencia en el mercado, Diveco, S. A. no es la excepción, con el firme propósito de expandir su cartera de productos y cumplir con las demandas del cliente se decide comenzar con la producción de un nuevo producto siempre orientado al descanso y confort.

Con base en la infraestructura de una de sus bodegas, estudio de mercado, proyección de costos y estadísticas de mejora de producción con uso de aire comprimido, los directores de la empresa dan la orden para comenzar con los prototipos de amueblados de sala, los cuales permitirán conocer las necesidades del área de producción de la nueva planta, convirtiéndolos en los parámetros para la adecuación del edificio industrial, diseño de circuito neumático, selección de equipos y herramienta neumática, para finalizar con la instalación de un sistema neumático capaz de abastecer la demanda proyectada al inicio de operaciones y una demanda con crecimiento a mediano plazo.

Para cumplir con una de las políticas de la empresa que se orienta a la mejora continua, se realizó un análisis del proceso al inicio de actividades de la nueva planta de amueblados de sala, un estudio de tiempo para lograr conocer tiempos estándar de las diferentes operaciones de cada área de producción y que a su vez permitió conocer operaciones, transportes, demoras innecesarias o con posibilidad de mejora en el proceso, incrementando la eficiencia y productividad de la planta.

Diveco, S. A. al ser una empresa comprometida con el bienestar y seguridad de sus colaboradores aprobó la capacitación en temas de seguridad industrial y concientización de la importancia del uso de equipo de protección personal, disminución de actos inseguros y brindar condiciones seguras de trabajo.

Con base en de lo mencionado anteriormente, el presente trabajo aplica los conceptos a través del diseño, análisis, estandarización, optimización y mejora del proceso de producción de amueblados de sala, mediante la instalación de un sistema neumático capaz de abastecer las necesidades de la planta a corto y mediano plazo, mejora continua del actual proceso y capacitación de colaboradores.

# **1. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN**

## **1.1. Datos generales**

A continuación se hace una descripción general de la empresa, la historia de su formación, ubicación actual, sus políticas, valores, recursos, estructura organizacional, organigrama y las actividades actuales a nivel nacional y centroamericano.

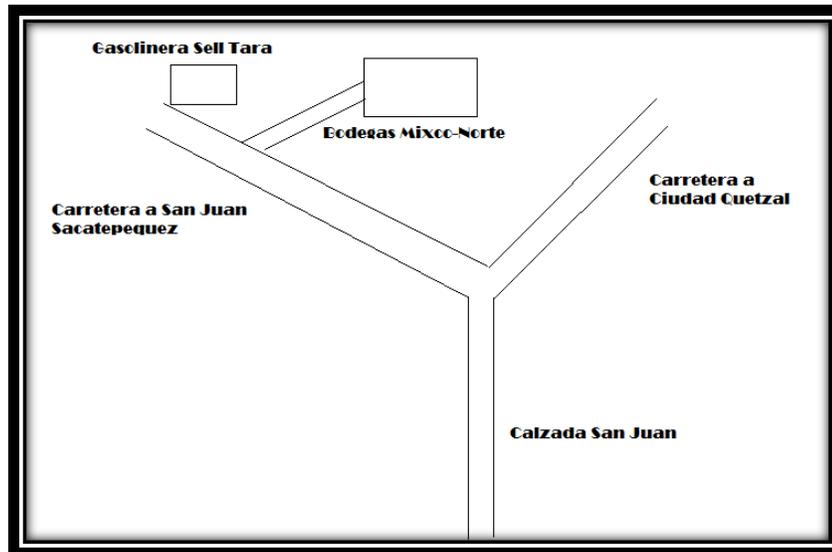
### **1.1.1. Nombre**

La corporación tiene por nombre Diveco, S. A., pero a nivel nacional y centroamericano se le conoce como Camas Olympia.

### **1.1.2. Ubicación**

La planta central se ubica en la 48 avenida 1-56 zona 3 de Mixco, colonia El Rosario, Guatemala C. A. La nueva planta de salas se ubica en el kilómetro 16,5 ruta a San Juan Sacatepéquez interior complejo Mixco - norte, Guatemala C. A.

Figura 1. **Mapa ubicación planta de amueblados de salas**



Fuente: elaboración propia.

### **1.1.3. Antecedentes**

Camas Olympia comienza sus actividades en 1971 como una fábrica de esponja, produciendo masivamente planchas de esponja de diferentes densidades y tamaños. En 1976 se invierte en maquinaria para fabricación de camas ingresando de esta manera al mercado nacional.

En 1996 se adquiere la franquicia estadounidense “Therapedic International” y se lanza al mercado el modelo. En 1998 se abre la planta de producción en Tegucigalpa, Honduras, la cual abastece junto a la planta de Guatemala la demanda a nivel centroamericano. En el 2003 se adquiere la representación de la marca Serta para toda Centroamérica y Panamá, en ese mismo año Camas Olympia califica para ser miembro de ISPA (International Sleep Products Association). En el 2004 se inician operaciones en Costa Rica.

Hoy en día Camas Olympia es la fábrica de camas más grande en Centro América. Con sus diferentes modelos, es la marca más vendida y reconocida por su alta calidad y garantía.

#### **1.1.4. Misión**

“Brindar un servicio de alta calidad, enfocando sus operaciones en la regionalización y el fortalecimiento de sus marcas.” <sup>1</sup>

#### **1.1.5. Visión**

“Ser en la región de Centro América el proveedor líder de productos y servicios de calidad para dormir y descansar bien y penetrar al sureste de México. A través de creatividad, innovación, tecnología y administración estratégica de recursos.” <sup>2</sup>

#### **1.1.6. Valores**

- “Integridad: ayudando a nuestros colaboradores a alcanzar el bienestar en todas las facetas de su vida.
- Respeto a la dignidad humana: fomentando en los colaboradores el que tiene todo ser humano, el cual debe respetarse siempre.
- Trabajo arduo: trabajando constantemente en la mejora individual de las atribuciones para conseguir las metas como empresa.

---

<sup>1</sup> Diveco, S. A. *Misión y visión de la empresa*. <http://grupo-diveco.com/index.php/quienes-somos>. Consulta: 25 de abril de 2015.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

- Lealtad: como familia Diveco S.A. sienten respeto por todos los integrantes, compromiso por su trabajo y fidelidad hacia la empresa, al respetar todos los valores y principios de la misma.
- Trabajo en equipo: grupo Diveco S.A. fomenta el trabajo en equipo al integrar a todas las áreas de trabajo en cada cambio, mejora y emprendimiento de nuevos proyectos para obtener una retroalimentación.
- Excelencia: se busca a través de la mejora continua entregar al cliente un producto de la más alta calidad.
- Responsabilidad empresarial: teniendo un abastecimiento de madera proveniente de un área en continua reforestación propiedad de Diveco, S. A. la empresa contribuye a no dañar el medio ambiente en el proceso de producción.”<sup>3</sup>

#### **1.1.7. Política**

“Mejorar la calidad de vida del cliente a través de sistemas de descanso que brindan confort, confiabilidad y calidad superior comprobados, soportado por un equipo de trabajo comprometido en proporcionar un servicio de excelencia que satisfaga las expectativas y consolide relaciones comerciales a largo plazo.”<sup>4</sup>

#### **1.1.8. Recursos**

Se toman como recursos: maquinaria, equipo, materia prima, herramientas, directores, coordinadores regionales, coordinadores por departamento y colaboradores.

---

<sup>3</sup> Diveco, S. A. *Valores de consejo de familia, valores de SGC y propuesta de valor*. <http://grupo-diveco.com/index.php/quienes-somos>. Consulta: 25 de abril de 2015.

<sup>4</sup> *Ibíd.*

### 1.1.8.1. Físicos

- Maquinaria
  - Máquinas de costura plana
  - Máquinas *overlock*
  - Máquinas de costura especializadas
  - Montacargas
  - Máquinas ensambladoras
  - Máquinas de alambre
- Equipo
  - Pistolas neumáticas
  - Mesas
  - Carretas
  - Estanterías
  - Racks de almacenamiento
- Materia prima
  - Esponja de diferentes tamaños y densidades
  - Madera
  - Grapas
  - Alambre de diferentes calibres
  - Pistolas de pegamento
  - Telas de diferentes tipos, colores y diseños
- Herramientas
  - Martillos
  - Metros
  - Alicates

### **1.1.8.2. Humanos**

Cuenta con personal operativo dividido en cada área de operaciones. Cada de una de las mismas cuenta con un facilitador, quien se encarga de informar la cantidad de artículos a producir, tamaño y modelo.

Se cuenta con un área administrativa formada por asistentes, secretarias, contadores, coordinadores nacionales y regionales, gerentes regionales de las siguientes áreas: producción, logística, cadena de suministros, finanzas, mercadeo, recursos humanos, ingeniería y sistemas e informática.

Los altos mandos se encuentran en la Gerencia General de la corporación, los cuales son escogidos por la Dirección General, conformada por los accionistas de la empresa.

#### **1.1.8.2.1. Estructura organizacional**

La estructura organizacional de Diveco, S. A. se rige a un tipo funcional, ya que existe un gerente para cada departamento que integra la organización que informa, reporta y obedece a un Gerente General y Junta de Directores.

El mando en la organización se rige bajo un estilo consultivo, ya que el Gerente General de la empresa y Junta de Directores toma la decisión final con base en informes, estudios y opiniones de los gerentes de los diferentes departamentos que integran Diveco, S. A.

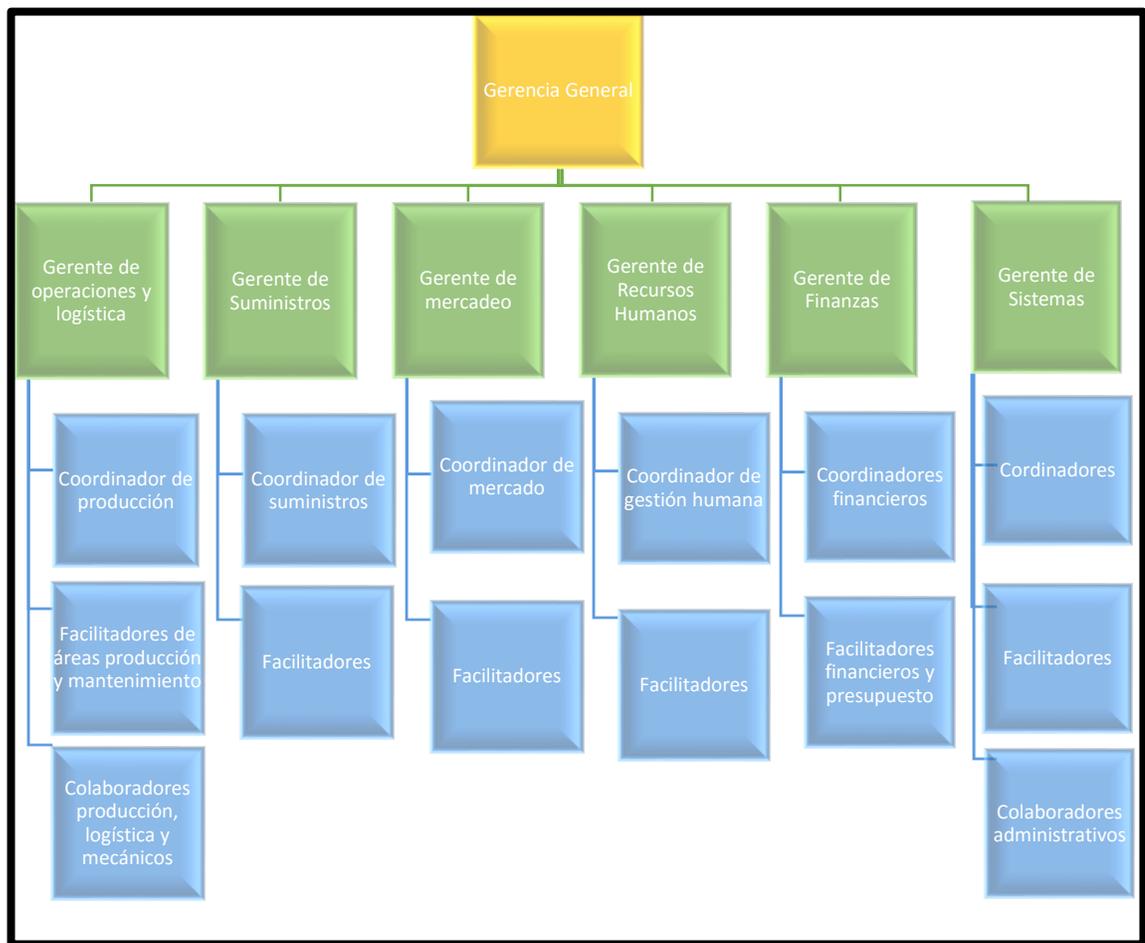
En los altos mandos (Gerencia General, Junta de Directores y Gerencias por departamentos) se observa la toma de decisiones estratégicas; en los mandos intermedios (coordinadores de departamentos) se observa la toma de

decisiones tácticas y los facilitadores de cada área que integra los departamentos para la toma de decisiones de tipo operativo.

### 1.1.8.2.2. Organigrama

La siguiente figura representa gráficamente y de una forma simplificada la estructura organizacional que tiene Diveco, S. A.

Figura 2. Organigrama Diveco, S. A.



Fuente: Departamento de Gestión Humana Diveco, S. A.

### **1.1.9. Actividades actuales**

En la actualidad Diveco, S. A. tiene una planta en Zacapa que abastece de madera a la planta central, donde se fabrica esponja de diferentes densidades y camas que satisfagan las diferentes necesidades del mercado. Diveco, S. A. tiene tiendas en donde vende artículos para complementar la cama que el cliente seleccione.

#### **1.1.9.1. Productos que se fabrican**

Siempre buscando estar a la vanguardia y conociendo lo que el cliente busca y necesita, Diveco, S. A., ha creado un modelo de cama para cada gusto, necesidad, brindando salud, confort y descanso. Entre los productos que ofrece la empresa están:

- Camas
  - Sistema de descanso funcional
  - Sistema de descanso saludable
  - Sistema de descanso placentero
- Almohadas
- Set de sábanas
- Base con rodos
- Esponja
  - Bobinada
  - Laminada
  - Bloques

### **1.1.9.2. Presencia a nivel centroamericano**

A nivel centroamericano, Diveco, S. A. distribuye, vende y comercializa las marcas de camas Olympia, Blue Confort, Therapedic, Serta, King Koil, Buendía, y Luxor.



## **2. DISEÑO DE CIRCUITO NEUMÁTICO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.**

### **2.1. Condiciones actuales**

Se detalla la situación actual de Diveco, S. A. previo a la aprobación del proyecto, las actividades que se llevaron a cabo previo al diseño del circuito neumático y toda la selección de equipo y herramienta.

#### **2.1.1. Descripción situación actual nueva planta de amueblados de salas**

La empresa no cuenta con antecedentes de funcionamiento de un circuito neumático para la planta de amueblados de salas, ya que el mismo comenzará de cero.

Como primer paso para la aprobación de la creación de un nuevo producto de confort se tuvo una reunión en la que participaron los directores generales, gerente general de la corporación y los jefes de las áreas de: mercado, finanzas, producción y mantenimiento. En la misma se dio a conocer la idea del proyecto, lo que se quería lograr con este nuevo producto y la visión que se tenía a un mediano y largo plazo. El Departamento de Mercadeo fue el encargado de realizar un estudio para conocer el segmento al que iría dirigido: los amueblados de salas, los posibles distribuidores, precios, modelos tentativos y requerimientos de los consumidores finales del producto.

Al tener el estudio de mercado y presentarlo ante la Junta Directiva de la empresa y los jefes de áreas, se decide el plan a seguir por cada área.

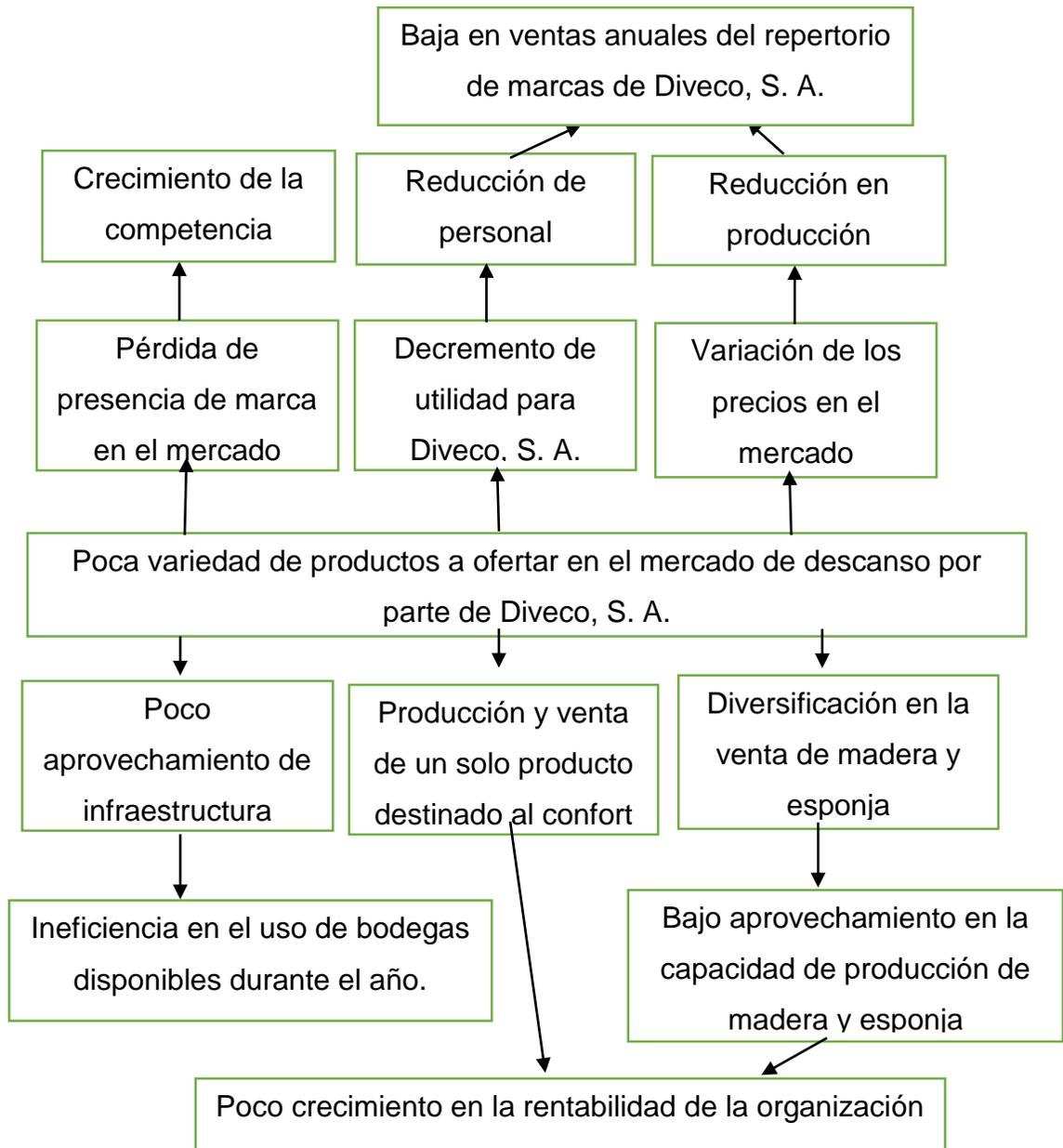
En el caso de mercado se continúa con un plan de mercado; con base en este plan, producción asigna el espacio en el que se producirá este nuevo producto para cubrir con la posible demanda, y comienza a elaborar los diferentes prototipos de las posibles series que se fabricarán; el departamento de finanzas lleva el control de la inversión en la nueva planta. Mantenimiento con ayuda del Área de Producción, realizan una prueba para conocer si la madera que provee la planta en Zacapa servirá para la nueva planta de amueblados.

La primera prueba consistió en utilizar en una pieza de madera tipo A (más blanda) y una pieza de madera tipo B (más dura), clavos y martillo, realizando la inserción de clavos de forma manual, teniendo como resultados que se necesita en algunas ocasiones más de un golpe para colocar el clavo, en la madera de tipo B el operario debe ejercer bastante fuerza para poder insertar el clavo, el ciclo de inserción es menor a 1 clavo/segundo.

La segunda prueba se llevó a cabo con una pistola neumática que se utiliza en el área de camastrón de la planta central; esto debido a ya que se trabaja con madera proveniente de la planta en Zacapa, teniendo como resultados: un flujo constante en la colocación de la grapa, pudiendo alcanzar una velocidad máxima de 15 ciclos/segundo; al trabajar con aire comprimido la pistola neumática tiene una presión mínima de 80 psi con la que logra la inserción de la grapa en un disparo sin rajadura en la madera. Los resultados obtenidos en el diagnóstico por medio del método de observación fueron proporcionados por el jefe del área de mantenimiento de Diveco, S. A.

El siguiente árbol de problemas muestra cómo el circuito neumático proporciona los medios para que se puedan cumplir los fines de la nueva planta.

Figura 3. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

La certeza de tener un aumento de productividad y una reducción de costos se obtiene de estudios realizados constantemente de la efectividad de tener un sistema automatizado; alimentado con aire comprimido a través de circuitos neumáticos en la planta central de Diveco, S. A.

El coordinador regional de mantenimiento de Diveco, S. A. al tener el diseño de la distribución de la planta, aprobado y con el visto bueno para la utilización de aire comprimido en el proceso de producción de la nueva planta de producción, asigna el diseño del circuito neumático, cuarto de compresores, selección de maquinaria neumática, tubería e instalación del mismo a la estudiante epesista como parte de su proyecto de EPS (Ejercicio Profesional Supervisado). Mientras se llevaba a cabo todo lo relacionado con el circuito neumático, el gerente de división de salas y el facilitador de producción de la planta de amueblados de salas realizan los diseños y prototipos de los diferentes modelos, para su aprobación por parte de los directores generales.

Al tener finalizado el circuito neumático se prosiguió a la validación por parte del área de producción, de que dicho circuito cumpliera con los requisitos para producir las series de amueblados de sala aprobadas por los directores generales de la corporación.

## **2.2. Propuesta de mejora**

Para mejorar la situación actual de la empresa se debe de diseñar e instalar un circuito neumático que abastecerá toda el área de producción. Para que este circuito funcione se deberá hacer una selección de herramienta neumática, diámetro y tipo de tubería, maquinaria para cuarto de compresores y el mantenimiento que se deberá hacer para cada elemento del nuevo circuito neumático.

## 2.2.1. Herramienta neumática

La herramienta neumática que solicita el área de producción para las áreas de carpintería, tapicería, embrinado y blanqueado son: una pistola para el área de carpintería que pueda insertar una grapa calibre 5/4" y otra para las otras áreas que inserten una grapa calibre 3/8".

### 2.2.1.1. Especificaciones técnicas herramienta neumática

Para la selección de las pistolas neumáticas se tomó en cuenta que tanto la madera, esponja y tela que se utilizará en los amueblados de sala son materia prima en el proceso de fabricación de camas en la planta central.

La planta central trabaja con la marca Senco por tener una amplia variedad de herramientas para diferentes operaciones, garantía, durabilidad de la herramienta y asesoría del proveedor. Las pistolas que trabajan con los calibres que solicita producción son: Senco SNS45XP (para grapa de 5/4") y Senco SFW09 (para grapa de 3/8").

Figura 5. **Pistola Senco SNS45XP para grapa calibre 5/4"**



Fuente: Senco Brand, Inc. *Instrucciones de operación Senco SNS45XP*. p.1.

Tabla I. **Especificaciones técnicas pistola Senco SNS45XP**

Español ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	SNS44XP		SNS45XP		SNS50XP		SQS55XP	
Presión de operación mínima y máxima	80–120 psi	5,5–8,3 bar						
Consumo de aire (60 ciclos por minuto)	6.31 scfm	178 liter	5.52 scfm	156 liter	6.54 scfm	185 liter	6.54 scfm	185 liter
Entrada de aire	3/8 in. NPT							
Velocidad máxima (ciclos por segundo)	12	12	15	15	15	15	15	15
Peso	4.5 lbs.	2.0 kg	5.1 lbs.	2.3 kg	5.9 lbs.	2.7 kg	5.9 lbs.	2.7 kg
Capacidad de grapas por cargador	160	160	160	160	160	160	130	130
Tamaño de la herramienta: Altura	11 in.	279 mm	11 in.	279 mm	12 in.	305 mm	12 in.	305 mm
Tamaño de la herramienta: Longitud	15 in.	381 mm	14 in.	356 mm	14 3/8 in.	365 mm	14 3/8 in.	365 mm
Tamaño de la herramienta: Ancho (Cuerpo)	3 1/4 in.	82 mm	3 1/2 in.	90 mm	3 5/8 in.	92 mm	3 5/8 in.	92 mm
Tamaño de la herramienta: Ancho (Brazo)	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Senco Brand, Inc. *Instrucciones de operación Senco SNS45XP*. p.10.

Figura 6. **Pistola Senco SFW09 para grapa calibre 3/8"**



Fuente: Senco Brand, Inc. *Instrucciones de operación Senco SFW09*. p.1.

Tabla II. **Especificaciones técnicas pistola Senco SFW09**

Presión de operación mínima y máxima	3,5–6,6 bar	50–95 psi
Consumo de aire (60 ciclos por minuto)	21,8 liter	.77 scfm
Entrada de aire	1/4 in. NPT	1/4 in. NPT
Velocidad máxima (ciclos por segundo)	15 (Sencomatic)	15 (Sencomatic)
Peso	0,95 kg	2.1 lbs.
Capacidad de grapas por cargador	168	168
Tamaño de la herramienta: Altura	152 mm	6 in.
Tamaño de la herramienta: Longitud	235 mm	9 1/4 in.
Tamaño de la herramienta: Ancho (Cuerpo)	41 mm	1 5/8 in.

Fuente: Senco Brand, Inc. *Instrucciones de operación Senco SFW09*. p.8.

### 2.2.1.2. Consumo individual metros cúbicos/minuto de herramienta neumática

Cada pistola Senco SNS45XP consume 0,1553 m<sup>3</sup>/min; se utilizará en el área de carpintería; la pistola Senco SFW09 consume 0,0218 m<sup>3</sup>/min por unidad; se utilizará en las áreas: recubrimiento, tapicería, calidad y empaque.

### 2.2.1.3. Cálculo de caudal a abastecer para herramienta neumática

- 6 pistolas Senco SNS45XP = 6 x 0,1563 m<sup>3</sup>/min
- Consumo total de pistolas Senco SNS45XP = 0,9378 m<sup>3</sup>/min
- 12 pistolas Senco SFW09 = 12 x 0,0218 m<sup>3</sup>/min
- Consumo total pistolas Senco SFW09 = 0,2616 m<sup>3</sup>/min
- Consumo total herramienta neumática de circuito = 1,20 m<sup>3</sup>/min
- Equivalente a 42,38 cfm

#### **2.2.1.4. Presión de trabajo del circuito neumático**

En la tabla I se observa que las pistolas SNS45XP (área de carpintería) necesitan una presión mínima de 80 psi y una máxima de 120 psi, de la tabla II. se sabe que las pistolas SFW09 (área de tapicería) necesitan una presión mínima de 50 psi y una máxima de 95. Por lo tanto el compresor deberá suministrar una presión real en todas las herramientas neumática de 80 psi.

#### **2.2.2. Selección de tubería**

Para la selección de tubería se tomará en cuenta el material que presente mayores ventajas según el diseño y el diámetro adecuado que permita el flujo requerido para el abastecimiento del área de producción, con visión de expansión a un mediano plazo.

##### **2.2.2.1. Material**

El hierro galvanizado presenta las siguientes ventajas para el diseño del circuito neumático:

- El baño de zinc protege ante la corrosión, descomposición y debilitamiento de la tubería.
- Presenta una baja dilatación.
- Resistencia los impactos
- Permite unión de roscado.
- Costo económico en comparación con otros materiales que poseen las mismas ventajas.

Las desventajas que presenta este material no afectan en este diseño ya que toda la tubería se instalará aérea.

### 2.2.2.2. Diámetro

Se conoce que el consumo requerido para abastecer el circuito del área de producción es de 1,20 m<sup>3</sup>/min. Se calcula el flujo aproximado para una tubería de 1 ½ " de diámetro para que sea la principal.

$$q = v * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * \pi$$

q = flujo másico en m<sup>3</sup>/min

v = velocidad del aire en m/min

d = diámetro tubería en m

Se asume una velocidad del aire en el sistema de 1 m/min

$$d = 1.5 (2,546) = 3,82 \text{ m}$$

$$q = (1) \left(\frac{3,82}{2}\right)^2 * \pi$$

$$q = 11,46 \text{ m}^3/\text{min}$$

La tubería de 1 ½ " cumplirá con el flujo de aire demandado de 1,20 m<sup>3</sup>/min y con la demanda futura con visión de expansión a un mediano plazo. La tubería seleccionada para ser la tubería principal del circuito es una de 1 ½ " y para las caídas de presión para cada conexión de herramienta neumática son tuberías de ¾ " y 3/8", todas de hierro galvanizado. La siguiente tabla indica las especificaciones técnicas de la tubería seleccionada.

Figura 7. Especificaciones técnicas tubería hierro galvanizado

Tamaño Nominal	Diámetro Externo	BS-1387, LIVIANO CEDULA 20				BS-1387, MEDIANO CEDULA 30				ASTMA-53 CEDULA 40			
		Espesor Pared	Presión P.S.I.	Peso Kilos	Diámetro Interno	Espesor Pared	Presión P.S.I.	Peso Kilos	Diámetro Interno	Espesor Pared	Presión P.S.I.	Peso Kilos	Diámetro Interno
1/8"	10.30									1.73	700.00	2.16	6.84
1/4"	13.50									2.24	700.00	3.72	9.22
3/8"	17.50									2.31	700.00	5.10	12.48
1/2"	21.40	2.03	700.00	5.71	17.34					2.77	700.00	7.56	15.76
3/4"	27.00	2.34	700.00	8.40	22.32					2.87	700.00	10.08	20.96
1"	34.01	2.64	700.00	12.06	28.72					3.38	700.00	15.00	26.28
1 1/4"	42.09	2.64	700.00	15.42	36.81					3.56	1000.00	20.28	35.08
1 1/2"	48.40	2.95	700.00	19.56	42.50					3.68	1000.00	24.30	40.94
2"	60.30	2.95	700.00	24.66	54.40					3.91	1000.00	32.58	52.48
2 1/2"	76.20	3.25	700.00	34.80	69.70	3.66	700.00	39.12	68.88	5.16	1000.00	51.72	62.88
3"	88.90	3.25	700.00	40.50	85.65	4.06	700.00	50.82	84.84	5.49	2220.00	67.68	83.41
4"	114.30	3.66	700.00	56.70	110.64	4.47	700.00	72.60	108.91	6.02	1900.00	97.26	108.28
5"	141.30					4.88	700.00	97.20	130.04	6.55	1670.00	130.56	128.20
6"	166.00					4.88	700.00	115.20	155.44	7.11	1520.00	169.38	154.08

Fuente: *Hierro galvanizado*. Google [www.facenil.com/tuberias/hierrogalvanizado.htm](http://www.facenil.com/tuberias/hierrogalvanizado.htm). Consulta: 25 de noviembre de 2015.

Se sabe que la presión de trabajo mínima será de 80 psi y la máxima de 120 psi; la tubería de hierro galvanizado de los diámetros seleccionados tiene una resistencia a la presión de 700 psi.

### 2.2.2.3. Aislamiento de tubería

El aislamiento que se colocará en la tubería será de tipo térmico por medio de cinta aislante.

Se utilizará una cinta aislante multiuso *duct tape* marca 3M, que tiene una larga duración, es fácil de remover y aparte de la protección térmica ofrece una prevención a la corrosión. La cinta aislante se colocará en todas las uniones de la tubería del circuito neumático y del cuarto de compresores.

Figura 8. **Cinta aislante multiuso *duct tape* marca 3M**



Fuente: *duct tape 3M* google. <http://importcomp.com/>. Consulta: 17 de agosto de 2015.

### **2.2.3. Distribución reguladores de presión de cada tubería**

Los reguladores neumáticos que se deberán colocar en cada una de las tuberías donde exista salida de aire regularán el flujo de aire que se le suministrará a cada herramienta. Este accesorio neumático es necesario para garantizar que no exista un desgaste temprano en la tubería o en la herramienta neumática del circuito.

En total deberán colocarse 19 reguladores de presión para cubrir todas las salidas de aire, para el funcionamiento de herramienta neumática.

#### Características técnicas regulador de presión

- La sección de paso restringida puede ajustarse por medio de un tornillo moleteado.
- Construcción: regulador de flujo unidireccional.
- Margen de presión: 20 – 1000 kPa (0,2 – 10 bar).
- Caudal: 0–85l/min en sentido libre: 100 – 110 l/min.

Figura 9. **Regulador neumático**



Fuente: *Regulador neumático*. [www.tecnoautomat.com](http://www.tecnoautomat.com). Consulta: 18 de agosto de 2015.

#### 2.2.4. Diagrama neumático del circuito

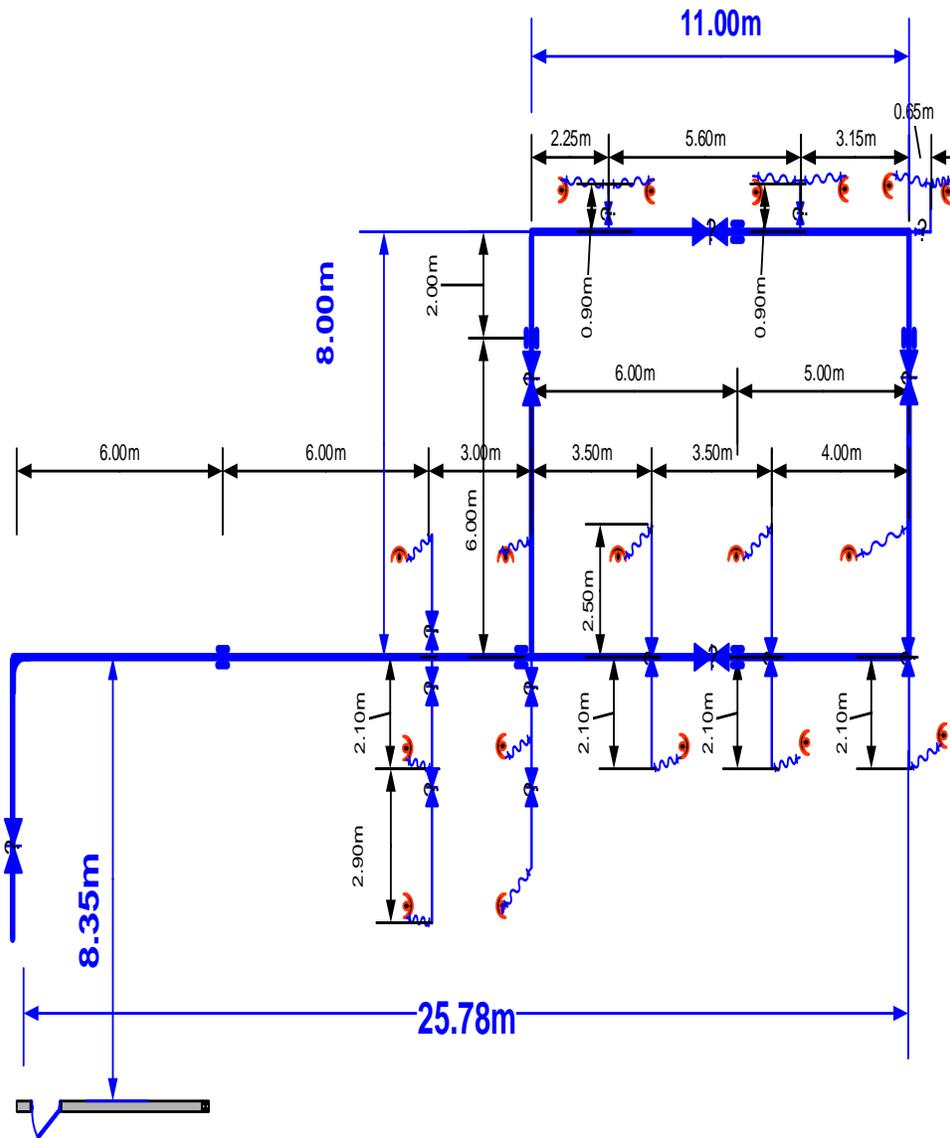
El circuito que abastecerá el área de producción de la planta de amueblados de sala tendrá un diseño de red abierta, con una tubería principal de diámetro de 1 ½ " de hierro galvanizado. Cada salida de aire para herramienta neumática tendrá un regulador de presión. El caudal requerido para abastecer la herramienta neumática será de 1,20 m<sup>3</sup>/min. Los accesorios que incorporaron al diseño neumático se presentan a continuación:

Tabla III. **Accesorios de circuito neumático**

Figura de accesorio	Figura en diagrama	Nombre	Cantidad	Longitud equivalente
		Codo R=d	3	2,4 m
		Válvula instalada	5	60 m
		Unión reductora	11	11 m
		Manguera en espiral	18	-----

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de circuito neumático del área de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

Para calcular la caída de presión que tendrá el sistema se utiliza la fórmula:

$$\Delta p = \frac{1,6^8 \times q^{1,8} \times L}{d^5 \times p}$$

Donde:

q = caudal en m<sup>3</sup>/s

L = longitud lisa

d = diámetro interno de tubería

p = presión en bar

La caída de presión para la tubería principal es:

$$\Delta p = \frac{1,6^8 \times 0,02^{1,8} \times 63,78}{42,50^5 \times 8,62} = 2 \times 10^{-9}$$

Para tubería de 3/4

$$\Delta p = \frac{1,6^8 \times 0,02^{1,8} \times 20,25}{22,32^5 \times 8,62} = 1,59 \times 10^{-8}$$

Para tubería de 3/8 (como no se tiene accesorios para este tramo se elimina el 1,6<sup>8</sup> de la ecuación).

$$\Delta p = \frac{0,02^{1,8} \times 5,80}{9,53^5 \times 8,62} = 7,48 \times 10^{-9}$$

La caída de presión total del sistema es de:

$$2 \times 10^{-9} + 1,59 \times 10^{-8} + 7,48 \times 10^{-9} = 0,0264 \text{ bar} = 0,3828 \text{ psi}$$

### 2.2.5. Determinación tipo de ambiente de trabajo

Como ambiente de trabajo se tomará el área donde se ubica la planta de amueblados de sala, siendo el municipio de San Juan Sacatepéquez. Para conocer si el ambiente de trabajo es un ambiente húmedo o un ambiente seco se tomará en cuenta el porcentaje de humedad relativa en el aire.

Los datos de la humedad relativa del ambiente en el municipio de San Juan Sacatepéquez se obtuvieron de los registros anuales del Insivumeh; para conocer esta humedad relativa, entidad cuenta con un higrógrafo y un termohigrógrafo (información obtenida de la página web del Insivumeh). La siguiente imagen muestra el registro desde 1995 hasta el 2013.

Figura 11. **Porcentajes de humedad relativa de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**

1995	76	76	77	81	8	88	86	89	92	88	83	84	77
1996	71	77	77	77	83	87	86	83	88	86	82	77	81
1997	77	76	75	77	77	82	79	81	88	86	87	81	81
1998	79	76	74	73	77	80	88	88	90	84	86	79	81
1999	81	79	78	79	8	90	85	87	87	90	87	69	77
2000	68	64	70	68	79	79	74	78	82	78	77	73	74
2001	76	72	71	68	69	74	74	74	79	73	72	71	73
2002	70	67	68	67	77	80	78	80	85	81	80	78	76
2003	73	74	73	74	81	84	81	76	83	81	76	69	77
2004	71	73	71	70	75	77	78	74	83	76	72	71	74
2005	67	66	73	69	75	85	82	80	81	80	77	71	76
2006	70	69	70	<i>N/D</i>	63	80	77	72	79	81	75	73	74
2007	69	73	74	75	77	81	80	85	84	84	78	71	78
2008	74	67	67	66	73	79	77	75	80	77	80	80	75
2009	77	73	71	71	76	80	79	81	86	81	80	79	78
2010	75	78	77	84	84	87	94	89	86	79	69	74	81
2011	75	79	72	73	73	76	77	81	84	80	73	72	76
2012	78	72	70	73	79	81	75	80	80	79	75	73	76
2013	72	72	70	72	75	78	78	83	86	81	76	76	77

Fuente: *Humedad relativa*. Google [www.insivumeh.gob.gt](http://www.insivumeh.gob.gt). Consulta: 02 de abril de 2015.

Como se puede observar, el porcentaje de humedad en el ambiente oscila entre 70 y 81; lo que se considera que es más cercano al 100 %, siendo este número indicador de saturación de agua en el aire. Por lo que se concluye que el ambiente en el que trabajará la planta de amueblados de salas es húmedo.

### **2.2.6. Selección de maquinaria para circuito neumático**

La maquinaria neumática que se ubicará en el cuarto de compresores deberá abastecer un caudal de 1,20 m<sup>3</sup>/min. En el cuarto de compresores se tendrá un compresor, un tanque de almacenamiento y un secador.

La marca que se prefirió para la maquinaria es Kaeser por su pronta entrega, en comparación de la segunda empresa en consideración Olztad, S. A. que ofrece compresores de marca Quincy, calidad del equipo (comprobado con la maquinaria neumática de la planta central de Diveco, S. A.), mantenimiento del equipo por parte de técnicos capacitados por parte de Kaeser Compresores de Guatemala, garantía del equipo y amplio inventario de repuestos para la maquinaria neumática marca Kaeser.

#### **2.2.6.1. Selección de tipo de compresor**

El compresor que abastecerá el caudal requerido por producción de 1,20 m<sup>3</sup>/min neumático puede ser de diseño estándar de tipo tornillo o un compresor integrado (compresor, tanque de almacenamiento y secador).

La ventaja del compresor integrado ante el de diseño estándar es el espacio que ocupa, ya que con este no se deben hacer conexiones neumáticas o eléctricas para cada elemento, mientras que en el de diseño estándar sí.

Por otra parte, el diseño estándar ofrece la ventaja de seguir en funcionamiento para no afectar la producción, en caso de que el tanque o secador deje de funcionar.

### 2.2.6.1.1. Compresor integrado

El compresor integrado es el diseño que tiene el tanque de almacenamiento y el secador dentro de la carcasa del compresor, haciendo de esta manera todos los elementos dependientes y ocupa menos espacio que los diseños estándar; pero al no funcionar uno de los elementos se debe parar por completo la producción. Este diseño se encuentra para las siguientes potencias de motor: 7,5 hp, 10 hp y 15 hp.

Figura 12. Datos técnicos serie *aircenter* Kaeser (compresor integrado)

Versión AIRCENTER - con secador refrigerativo y tanque de almacenamiento de aire comprimido										
Modelo	Presión de trabajo	Caudal *) paquete completo pres. trabajo	Presión máxima	Potencia nominal motor	Potencia consumida por el secador refrigerativo	Volumen tanque de almacenam.	Conexión de aire comprimido	Dimensiones L x A x A	Nivel de presión sonora**)	Peso
	psi	cfm	psi	hp	kW			mm	dB(A)	kg
Aircenter SM 7.5	125 160 217	32 27 19	125 160 217	7.5	0.35	270	G 3/4	630 x 1200 x 1716	66	390
Aircenter SM 10	125 160 217	42 35 27	125 160 217	10	0.35	270	G 3/4	630 x 1200 x 1716	67	400
Aircenter SM 15	125 160 217	53 44 34	125 160 217	15	0.35	270	G 3/4	630 x 1200 x 1716	68	410

Fuente: Kaeser de Guatemala. *Manual de compresores de tronillo serie SM*. p.9.

Figura 13. **Compresor Kaeser integrado**



Fuente: *Compresores tipo tornillo*. Google [www.keaser.com.gt](http://www.keaser.com.gt). Consulta: 22 de abril de 2015.

#### **2.2.6.1.2. Compresor diseño estándar**

El diseño estándar es un compresor de tipo tornillo que necesita la distribución de cada elemento del cuarto de compresores a 0,60 m, para que se pueda realizar el mantenimiento sin ningún inconveniente. Las conexiones neumáticas se harán a través de tubería de hierro galvanizado de 1 ½ " de diámetro.

El diseño estándar viene con potencias de motor de: 7,5 hp, 10 hp y 15 hp, teniendo las especificaciones técnicas que se incluyen en la tabla siguiente:

Figura 14. Datos técnicos serie SM Kaeser (compresor estándar)

Modelo	Presión de trabajo psi	Caudal *) paquete completo a presión de trabajo cfm	Presión máxima psi	Potencia nominal motor hp	Potencia consumida por el secador refrigerativo kW	Conexión de aire comprimido	Dimensiones L x A x A mm	Nivel de presión sonora **) dB(A)	Peso kg
SM 7.5	125 160 217	32 27 19	125 160 217	7.5	-	G 3/4	630 x 762 x 1100	66	200
SM 10	125 160 217	42 35 27	125 160 217	10	-	G 3/4	630 x 762 x 1100	67	210
SM 15	125 160 217	53 44 34	125 160 217	15	-	G 3/4	630 x 762 x 1100	68	220

Fuente: Kaeser de Guatemala. *Manual de compresores de tornillo serie SM*. p.9.

Figura 15. Compresor Kaeser diseño estándar



Fuente: *compresores tipo tornillo*. Google [www.kaeser.com.gt](http://www.kaeser.com.gt). Consulta: 22 de abril de 2015.

### 2.2.6.2. Selección potencia de compresor

Se sabe que el caudal a abastecer es de 1,20 m<sup>3</sup>/min; entonces se determinó que el compresor debe suministrar una presión mínima al circuito de 80 psi (8,62 bar); relacionando el caudal y presión con la potencia se tiene que:

$$\text{Potencia (hp)} = \frac{\text{Presión (psi)} \times \text{caudal (galones por minuto)}}{1714}$$
$$1,20 \text{ m}^3/\text{min} = 317,04 \text{ galones por minuto}$$
$$\text{Potencia} = \frac{80 \times 317,04}{1714} = 14,80 \text{ hp}$$

Esta potencia es teórica ya que se tiene una variación en la eficiencia de rendimiento según el proveedor del equipo se tiene que:

- Compresor estándar de 10 hp entrega una presión máxima de 125 psi y un caudal de 42 cfm (1,195 m<sup>3</sup>/min), teniendo una relación de:

$$1 \text{ hp a } 125 \text{ psi} = 0.1133 \text{ m}^3/\text{min}$$

- Compresor estándar de 15 hp entrega una presión máxima de 125 psi y un caudal de 53 cfm (1,501 m<sup>3</sup>/min) teniendo una relación de:

$$1 \text{ hp a } 125 \text{ psi} = 0,1 \text{ m}^3/\text{min}$$

Al hacer la relación se determina que el compresor de 10 hp que ofrece Kaeser Guatemala satisface la necesidad de caudal y presión del circuito neumático, teniendo en consideración la pérdida de presión del sistema de 0,3828 psi.

El compresor de 7.5 hp no se consideró como opción, ya que no entrega el caudal que necesita el circuito neumático.

### 2.2.6.3. Cálculo de capacidad tanque de almacenamiento

Para que el tanque de almacenamiento realice la función de separar el condensado por medio de gravedad se debe cumplir lo siguiente:

$$\text{Capacidad tanque (m}^3\text{)} = \frac{\text{Caudal de compresor en } \frac{\text{m}^3}{\text{min}}}{3}$$

$$\text{Capacidad tanque} = 1,19 / 3 = 0,3966 \text{ m}^3$$

$$0,3966 \text{ m}^3 = 396,60 \text{ l}$$

Con visión de expansión de la planta de amueblados se selecciona un tanque con capacidad de almacenamiento de 500 l.

Figura 16. Tanque de almacenamiento



Fuente: *Tanques de almacenamiento*. Google [www.kaeser.com.gt](http://www.kaeser.com.gt). Consulta: 22 de abril de 2015.

Figura 17. Datos técnicos tanque de almacenamiento

Volumen depósito Litros	Sobrepresión máx. admisible bar				Superficie galvanizada	Versión		Resumen datos técnicos versión galvanizada						Peso kg.
	11	16	45	50		vertical	horizontal	Versión vertical 11 bar			Versión horizontal 11 bar			
								Altura mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Longitud mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	
90	●	-	-	-	●	●	-	1160	350	2 × G ½	-	-	-	37
150	○	○	-	-	●	○	○	1190	450	2 × G ¾ detrás	1050	450	2 × G 2	55
250	○	○	-	-	●	○	○	1580	500	2 × G ¾ detrás	1465	500	2 × G 2	75
350	○	○	-	-	●	○	○	1810	550	2 × G 1 detrás	1640	550	2 × G 2	80
500	○	○	-	-	●	○	○	1925	600	2 × G 1 detrás	1780	600	2 × G 2	110
900	●	-	-	-	●	●	-	2210	795	2 × G 2; 2 × G 1½	-	-	-	215
1000	○	○	-	-	●	○	○	2265	800	2 × G 1½; 2 × G 2	2150	800	1 × G 2, 1 × G ½	215
2000	○	○	-	-	●	○	○	2375	1150	4 × G 2½	2180	1150	2 × G 2	420
3000	○	○	-	-	●	○	○	2710	1250	4 × G 2½	2610	1250	2 × G 2½	605
4000	○	○	-	-	●	○	○	2985	1400	4 × DN 100	2810	1400	2 × G 2½	920
5000	○	○	-	-	●	○	○	3570	1400	4 × DN 100	3470	1400	4 × DN 100	950
6000	○	○	-	-	●	○	○	3500	1600	4 × DN 100	3570	1600	4 × DN 100	1140
8000	○	○	-	-	●	○	○	4400	1600	4 × DN 200	4400	1600	4 × DN 200	1680
10000	○	○	-	-	●	○	○	5415	1600	4 × DN 200	5400	1600	4 × DN 200	2100

<b>Accesorios</b> 	<b>Juego de grifería</b> formado por llave de bola, válvula de seguridad, manómetro, llave de salida, juntas y piezas pequeñas.		<b>ECO DRAIN</b> Purgador electrónico de condensados para una mayor seguridad. Se puede suministrar como set completo, con piezas de montaje compatibles con su depósito de aire comprimido.
---	--	---	---

Fuente: Kaeser de Guatemala. *Manual de depósitos aire comprimido*. p.3.

### 2.2.6.3.1. Bypass

La tubería de *bypass* estará localizada en la parte superior del tanque de almacenamiento como una tubería paralela que va directo al secador, esto con el fin de tener una desviación, ya sea como regulador del flujo de aire o como un paso directo al filtro, para la el suministro de aire al área de producción.

El paso directo será habilitado al momento en que el secador del circuito deje de funcionar, evitando de esta manera el paro de actividades en el área de producción.

#### **2.2.6.3.2. Dreno condensado en tanque de almacenamiento**

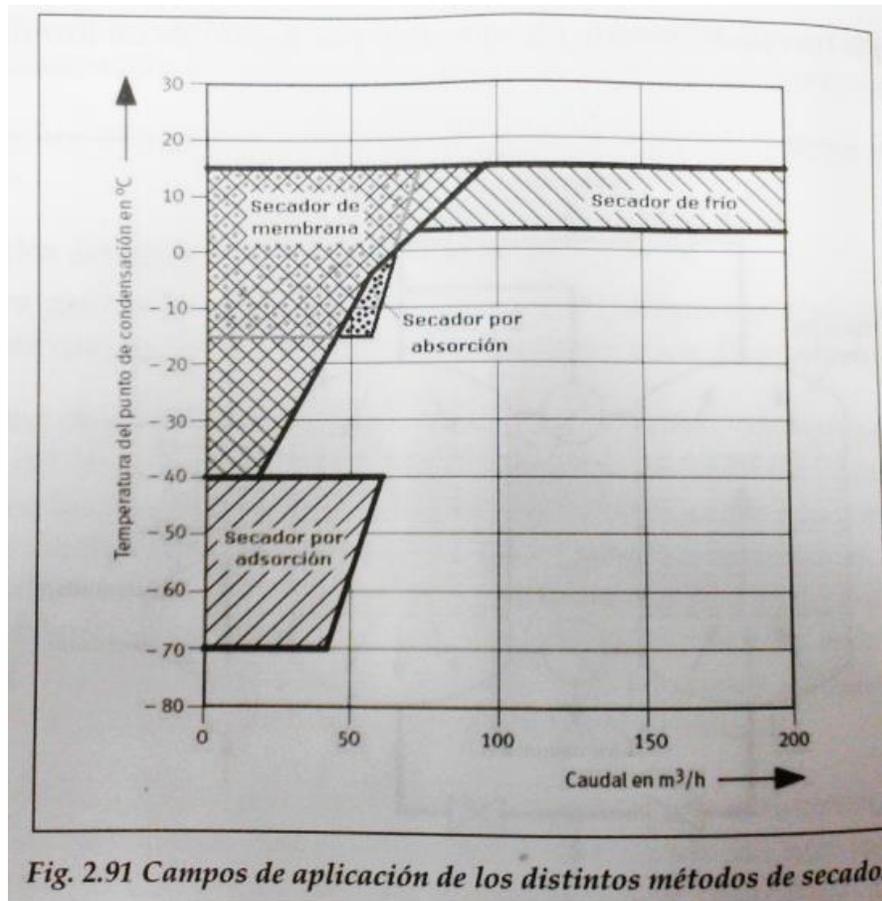
El drenaje de condensado en el tanque de almacenamiento se llevará a cabo por medio de la fuerza de gravedad y por el enfriamiento del aire comprimido, gracias a la derivación térmica, facilitando de esta manera la evacuación del condensado.

Para cumplir con esta función del tanque de almacenamiento, la tubería de entrada del aire se encontrará en la parte inferior, y la salida en la parte superior del tanque.

#### **2.2.6.4. Selección de secador**

El secador que se seleccionó para el circuito es un secador refrigerativo, teniendo como apoyo para la selección, la gráfica incluida. Para comprender la gráfica el secador refrigerativo tiene un punto de condensación entre 3 y 5 °C, y el caudal del compresor es de  $1,19 \text{ m}^3/\text{min} = 71,40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Figura 18. Campos de aplicación de los diferentes métodos de secado



Fuente: CREUS SOLE, Antonio. Neumática e hidráulica. p.138.

El secador refrigerativo será uno de la serie TBH 14, que utiliza un refrigerante R 134<sup>a</sup> y tiene los siguientes datos técnicos:

Tabla IV. **Datos técnicos secador serie TBH 14**

Flujo	Pérdida de presión	Calibre de presión	Temperatura ambiente	Peso	Largo X ancho X alto
1,20 m <sup>3</sup> /min	0,18 bar	3 a 16 bar	+ 3 a +50 C°	33 kg	0,462 X 0,525 X 0,548

Fuente: Kaeser de Guatemala. *Manual de secadores refrigerativos serie TAH/TBH/TCH*. p.6.

### 2.2.7. Cuarto de compresores

El cuarto donde se ubicará toda la maquinaria neumática se construirá en la parte frontal externa de la planta; esto con el fin de reducir el ruido en el área de producción, proporcionar la ventilación que requiere el tipo de compresor seleccionado, distribuir la maquinaria de tal forma que sea de fácil acceso para llevar a cabo el mantenimiento y reducir la temperatura para no sobrepasar los 45 C° (temperatura recomendada por Kaeser Compresores).

#### 2.2.7.1. Cálculo cimiento cuarto de compresores

Cuando se van a instalar varias máquinas en un mismo cuarto donde exista una separación similar entre ellas, se recomienda cimentar una losa común fuerte y rígida. El área que debe tener el cuarto de compresores es la siguiente:

$$A_c = \frac{20 (1+k) V_p * P}{f_s}$$

$A_c$  = área de cimentación

$K$  = coeficiente de restitución variante entre 0 a 0,5

$$V_p = \sqrt{2 gh}$$

$P$  = peso actual de los diferentes elementos en kg

$f_s$  = presión permisible en el suelo

$f_s$  para grava = 15 ton/m<sup>2</sup>

$h$  = altura máxima de los componentes

$P$  = 0,90 kg

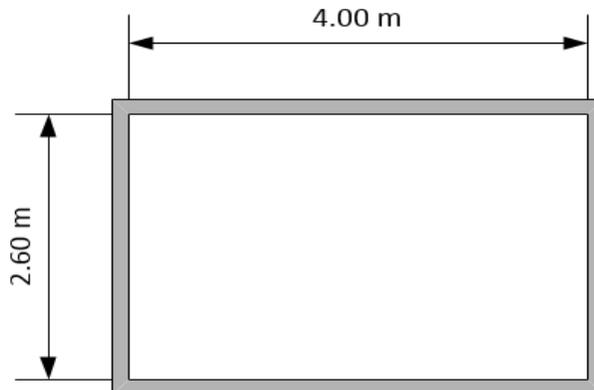
$k$  = 0,5 ton

$V_p = \sqrt{2(9,8)(1,5)} = 5,42$  m/s

$A_c = \frac{20(1+0,5)5,42 \cdot 0,90}{15} = 9,76$  m<sup>2</sup>

Para cubrir con el mínimo del área para el cuarto de compresores se realizará la cimentación en un área de 10,40 m<sup>2</sup>.

Figura 19. **Dimensiones de cimentación cuarto de compresores**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

El espesor del cimiento será de 0,20 m para garantizar que sea rígida y fuerte. El reforzamiento de la losa se hará con varillas de acero de  $\frac{3}{4}$  ", asumiendo un área de acero de 35 cm<sup>2</sup>, para garantizar la fuerza en la losa se colocó el siguiente número de varillas:

Área de acero de cada barra = 2,85 cm<sup>2</sup>

Número de barras =  $\frac{35}{2,85} = 13$  barras

A una distancia de =  $\frac{4 - 0,15}{12} = 0,32$  m

### **2.2.7.2. Diseño cuarto de compresores y distribución de maquinaria neumática**

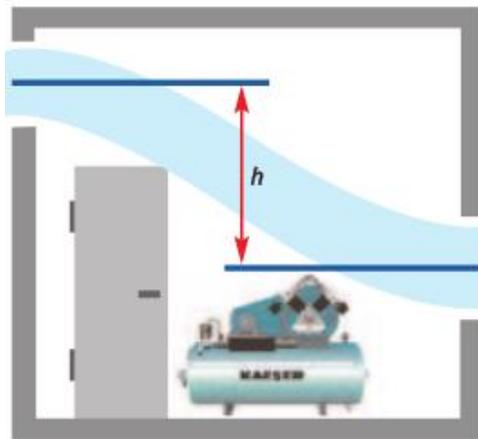
El diseño del cuarto de compresores abarca la estructura del mismo, las dimensiones de las ventanas que se dejarán para la ventilación del equipo, mientras que la distribución detallará la ubicación de cada elemento del cuarto de compresores y la distancia entre ellos.

Para la estructura se decide utilizar perfiles de acero; esto con el fin de utilizar material que quedó del desmontaje de *racks* de bodegas de la planta central de Diveco, S. A. Las paredes y el techo que protegerán el cuarto de compresores serán láminas de 12" con recubrimiento de zinc, las cuales serán pintadas de color naranja para prevenir la corrosión.

Las dimensiones del cuarto de compresores serán de 4 m de largo, 2,60 m de ancho y una altura máxima de 2,50 m (tomando de referencia la altura máxima del equipo que es de 2 m, según datos técnicos del tanque de almacenamiento). El techo tendrá una pendiente de 2 % dejando una pestaña en la parte frontal del cuarto de 0,60 m y en las partes laterales de 0,40 m, con el fin de evitar entrada de lluvia en el cuarto de compresores.

El aspecto de ventilación contribuirá a que la temperatura del cuarto de compresores no exceda del límite de 45 °C. Para la ventilación se seleccionó una de tipo natural por medio de una abertura lateral de dimensiones de 2,50 m de largo y 0,35 m de alto.

Figura 20. **Comportamiento del flujo de aire del cuarto de compresores**



Fuente: Kaeser de Guatemala. *Técnica de aire comprimido*. p.7.

La altura  $h$  que muestra la figura es de 1,25, teniendo la altura del compresor de 1,10m y la altura del cuarto de compresores de 2,50 m. La abertura lateral quedará así:

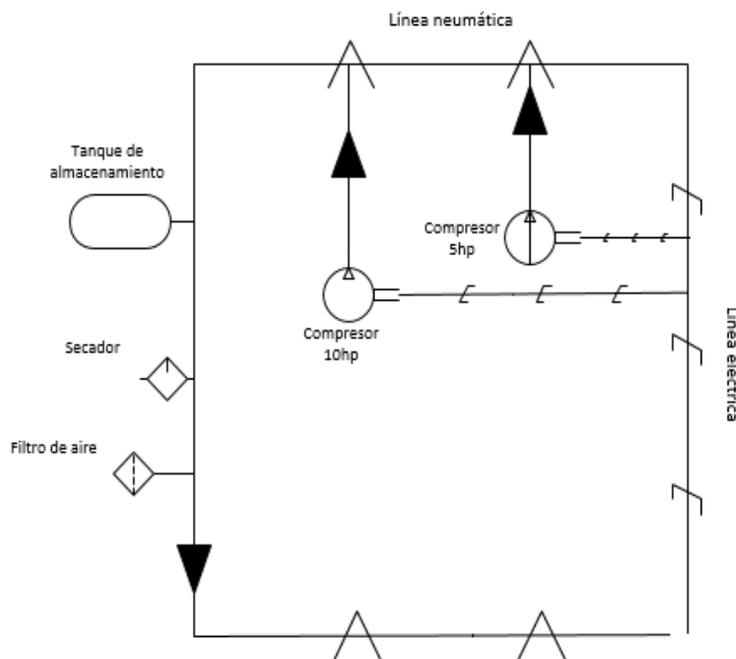
$$\text{Área} = (2,60 \times 0,35) \text{ m} = 0,91 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen de aire en cuarto de compresores} = 0,91 \text{ m}^2 \times 4,00 \text{ m} = 3,64 \text{ m}^3.$$

### 2.2.7.3. Diagrama de distribución maquinaria cuarto de compresores

Para la distribución de maquinaria se comenzará utilizando el largo de 4 m del cuarto de compresores, colocando de primero un compresor de 5 hp (proporcionado de la planta Diveco en El Salvador), con un diámetro de 0,70 m; se dejará 0,60 m de espacio, luego se colocará el compresor Kaeser SM 10 con ancho de 0,762 m (datos obtenidos de la figura 14), se volverá a dejar 0,60 m de espacio para colocar el tanque de almacenamiento de 0,60 m de diámetro (datos obtenidos de la figura 17). Luego se utilizará el ancho del cuarto de compresores dejando un espacio de 0,60 m para colocar el secador refrigerativo de 0,53 m, quedando la distribución como se muestra en la figura siguiente.

Figura 21. Distribución maquinaria cuarto de compresores



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

#### **2.2.7.4. Cálculo de material eléctrico para el funcionamiento cuarto de compresores**

La conexión actual de la planta es monofásica por lo que se debe de realizar una acometida eléctrica para cambiar a conexión trifásica de 220 V. Por lo que el material de la acometida se considera junto con los de la instalación del cuarto de compresores.

Las especificaciones de los materiales para la acometida son obtenidas de las norma de la Empresa Eléctrica de Guatemala. Para el calibre de cable que soporte los 220 V de la acometida se utilizará un cable calibre 3/0 con capacidad de aguantar una corriente de 65 A en una temperatura ambiente de 30 °C y con una temperatura máxima de resistencia de 60 °C (datos obtenidos del anexo 1).

Para conocer el calibre del cable para realizar la conexión del compresor y secador al tablero eléctrico se toman en cuenta los datos siguientes:

Potencia de compresor = 10 hp = 7 355 watts

Consumo de energía de secador = 0,28 kw = 280 watts

Estos datos fueron obtenidos de las especificaciones técnicas de los equipos.

Se utiliza el método de corrientes para calcular el calibre del cable.

$$I = P / (V * 0,9)$$

Donde:

P = potencia de trabajo en watts

V= voltaje de trabajo

$$I = (7635w) / (220 * 0.9) = 38,56 A$$

Para tener una corriente corregida se aplica un factor de demanda que lo da la Norma NOM-SEDE-001. Para la potencia de trabajo el f.d = 0,70 se tiene que:

$$I.C = I * f.d$$

$$I.C = 38,56 * 0,70 = 26,99 \text{ A}$$

Según la tabla de calibre de cable para instalación eléctrica, el calibre que aguanta el amperaje calculado es el cable calibre # 10 a una temperatura 30 °C y con una temperatura límite de trabajo de 60 °C. Este cable se colocará dentro de tubos tipo *conduit* para ocultarlos.

Tabla V. **Material eléctrico para cuarto de compresores**

Descripción	Cantidad
Caja de registros para cometida	1 unidad
Caja de conexión polifásica	1 unidad
Cable 3/0 color negro	120 m
Flip on	1 unidad
Niples <i>bushing</i>	15 unidades
Cable calibre # 10 negro	15 m
Cable calibre # 10 verde	15 m
Cable calibre # 10 blanco	15 m
Tubos galvanizados <i>conduit</i>	12 unidades
Tuercas	30 unidades
Coplas <i>conduit</i>	14 unidades
Abrazaderas	15 unidades
Vueltas <i>conduit</i>	8 unidades

Fuente: elaboración propia.

La herramienta para realizar toda la instalación fue proporcionada por el departamento de mantenimiento de Diveco, S. A. planta central.

### **2.2.8. Descripción del funcionamiento de circuito neumático**

El circuito neumático del área de producción de la nueva planta de amueblados de salas tiene un diseño de red de distribución de anillo cerrado con tuberías derivadas del anillo. Diseño que favorece el mantenimiento al trabajar a una presión constante suministrada desde el cuarto de compresores y proporciona una distribución más uniforme de aire comprimido.

El diseño del circuito cuenta con válvulas de cierre en varios puntos para que exista división por secciones, esto con el fin de aislar la sección que se someterá a inspección, modificación o mantenimiento, permitiendo al área de producción seguir operaciones en las otras secciones del circuito neumático.

La tubería principal del circuito será de diámetro 1 ½ " y las ramificaciones se realizarán con reductores *bushing* de 1 ½" a 3/4" y de 3/4" a 3/8". Las conexiones entre el circuito neumático y la herramienta neumática serán a través de mangueras en espiral que se adaptarán a los reguladores de caudal de cada salida de aire.

### **2.2.9. Mantenimiento circuito neumático**

El mantenimiento que se le dará al circuito neumático será de tipo preventivo predictivo y de tipo proactivo programado, con el fin de disminuir el mantenimiento correctivo o por falla. El mantenimiento se le dará a tres elementos importantes del circuito siendo estos: herramienta neumática, tubería y compresor.

### **2.2.9.1. Plan de mantenimiento**

En los planes de mantenimiento se detallaran los aspectos que se observarán y repararán o actividades que se realizarán para garantizar un óptimo desempeño de los elementos del circuito neumático.

#### **2.2.9.1.1. Plan de mantenimiento herramienta neumática**

El mantenimiento que se le dará a la herramienta neumática será de tipo preventivo programado y abarcará las siguientes actividades:

- Se deberá inspeccionar que todos los tornillos estén apretados antes de comenzar actividades y de encontrarse alguno flojo, proceder a apretarlo para evitar quebraduras de partes.
- Se revisará el movimiento libre del seguro y del gatillo; esta revisión se debe llevar a cabo con la herramienta desconectada.
- El operador realizará la rutina de lubricación en las entradas de aire.
- Se hará la rutina de limpieza general.

El departamento de mantenimiento deberá tener *stock* de 2 pistolas SFW09 (área de tapicería), una pistola SNS45XP (área de carpintería); en caso de que una de las que se tienen en funcionamiento sufra desperfectos que paren la producción, se deberá tener lubricante de herramienta en *stock* para una semana. Cada colaborador de producción será responsable de realizar el mantenimiento diario de su herramienta neumática.

#### **2.2.9.1.2. Plan de mantenimiento tubería**

El mantenimiento que se le dará a la tubería será de tipo preventivo a través de las actividades siguientes:

- Detección de fugas por secciones del circuito, utilizando el máximo de presión del compresor.
- Revisión del estado de la cinta aislante de cada conexión de tubería y del estado de la tubería.
- Revisión térmica de la tubería con una cámara termográfica.

Para este mantenimiento se necesitará la disponibilidad de 2 colaboradores del Departamento de Mantenimiento y un colaborador del área de producción de salas. En *stock* se necesitará 2 cintas aislantes *duct tape* marca 3M, 5 roscas *conduit*, dos tubos de hierro galvanizado de 1 ½ “, 12 metros de manguera, en espiral de conexión macho hembra y dos reguladores de presión.

#### **2.2.9.1.3. Plan de mantenimiento compresor**

El mantenimiento que el compresor requerirá se llevará a cabo por parte del equipo de mantenimiento de Diveco, S. A. y el técnico de Kaeser Compresores de Guatemala. El tipo de mantenimiento que dará el departamento de mantenimiento de Diveco, S. A. será preventivo y el que dará Kaeser Compresores de Guatemala será predictivo – proactivo.

Las facilidades que presenta el compresor de modelo estándar de tipo tornillo es: la transmisión de potencia en V que garantiza que la misma sea eficiente y constante, disminuyendo los costos de mantenimiento; cuenta también con una carcasa desmontable que permite que el mantenimiento se realice por la parte izquierda del equipo, cuenta con un sistema electrónico que lleva la cuenta de las horas de trabajo del compresor, el tipo de falla que presenta y un recordatorio del tipo de mantenimiento que se debe efectuar con base en las horas de trabajo del equipo.

Los mantenimientos que deberá realizar el departamento de mantenimiento de Diveco, S. A. serán:

- Limpieza e inspección de piezas.
- Mantenimiento trimestral que incluye limpieza, inspección de piezas, inspección de sistema eléctrico.

Disponibilidad de dos colaboradores del departamento de mantenimiento uno con conocimientos de electrónica, para llevar a cabo el mantenimiento trimestral, debido a que el equipo tiene garantía por parte de Kaeser de Guatemala, cualquier cambio de piezas deberá hacerlo a través de Kaeser Compresores de Guatemala S. A.

Los mantenimientos que realizará el técnico de Kaeser Compresores de Guatemala como parte de su garantía serán:

- Mantenimiento de 1 500 horas
- Mantenimiento mayor a 2 500 horas

Ellos indicarán en su momento si alguna pieza deberá ser cambiada por lo que no se mantendrá *stock* en el departamento de Diveco, S. A.

### 2.2.9.2. Programación planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento se deberán de llevar a cabo en los siguientes períodos de tiempo:

Tabla VI. **Programación de mantenimiento para los elementos que componen el circuito neumático**

Elemento	Diario	Quincenal	Mensual	Semestral	Anual
Herramienta neumática					
Tubería					
Compresor					

Fuente: elaboración propia.

- El mantenimiento a la tubería neumática deberá hacerse durante el mes de octubre de cada año.
- El mantenimiento semestral deberá hacerse en los meses de mayo y noviembre de cada año, teniendo un margen de variación de 15 días por las horas de producción.
- El mantenimiento anual se realizará en noviembre de cada año, con un margen de 15 días, debido a la variación en horas de producción.

### **2.2.9.3. Controles de mantenimiento**

El registro de mantenimiento para cada uno de los elementos del circuito neumático se realizará a través de listas de verificación, incluyendo las diferentes actividades de los planes de mantenimiento ya detallados para herramienta neumática, tubería y compresor.

#### **2.2.9.3.1. Control de mantenimiento herramienta neumática**

El registro que se llevará para el mantenimiento diario de la herramienta neumática será el siguiente.

Figura 22. Formato para control mantenimiento herramienta neumática



**Control de mantenimiento**  
Herramienta neumática DIVECO, S.A.

Mes: \_\_\_\_\_ Herramienta: \_\_\_\_\_  
 Año: \_\_\_\_\_ # de herramienta: \_\_\_\_\_  
 Encargado: \_\_\_\_\_

a. Inspección de tornillos                      b. Revisión de movimiento libre de seguro y gatillo  
 c. Lubricación entradas de aire              d. Rutina de limpieza  
 I. Primera inspección del día                II. Segunda inspección del día

Día	I	II	a	b	c	d
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
30						
31						

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

F. \_\_\_\_\_  
 Supervisor de área

F. \_\_\_\_\_  
 Facilitador de producción

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Excel versión 2013.

### 2.2.9.3.2. Control de mantenimiento tubería

El registro anual de la tubería se hará con el siguiente formato de lista de verificación:

Figura 23. Formato para control mantenimiento anual de tubería

**Control de mantenimiento Tubería**  
**Grupo Diveco, S.A.**

Año: \_\_\_\_\_  
 Mes: \_\_\_\_\_

a. Fugas de aire (revisión presión)  
 b. Revisión de aislante en cada conexión  
 c. Revisión fugas (camára termográfica)  
 d. Revisión tubería ( corrosión, rotura o rajadura)

Sección No.	a	b	c	d

Observaciones \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

F. \_\_\_\_\_  
 Mecánico

F. \_\_\_\_\_  
 Jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Excel versión 2013.

### 2.2.9.3.3. Control de mantenimiento compresor

El registro que se llevará en el Departamento de Mantenimiento de Diveco, S. A. para el mantenimiento quincenal y trimestral del compresor será el siguiente:

Figura 24. Formato para control de mantenimiento compresor



Control de mantenimiento compresor  
Diveco, S.A.

Año \_\_\_\_\_  
Trimestre No. \_\_\_\_\_

a. Limpieza  
b. Inspección de piezas  
c. Inspección de sistema eléctrico

	a	b	c
Quincena 1			
Quincena 2			
Quincena 3			
Quincena 4			
Quincena 5			
Fin trimestre			

Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

F. \_\_\_\_\_  
Mecánico

F. \_\_\_\_\_  
Jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Excel versión 2013.

El mantenimiento de 1 500 h y 2 500 h lo llevará a cabo un técnico de Kaeser, dejando un registro de Kaeser Compresores de Guatemala, como constancia del mismo.

### 2.2.10. Costos

Los costos del circuito neumático se dividieron en: material neumático, material eléctrico, construcción cuarto de compresores, maquinaria neumática, herramienta neumática y mano de obra.

El aislante de tubería, herramienta para instalación neumática y eléctrica, equipo para instalación del circuito neumático y el material para la estructura del cuarto de compresores no se incluyó en la tabla VII debido a que será proporcionado por la planta central de Diveco, S. A. para disminuir costos.

#### 2.2.10.1. Material, equipo, herramientas y cuarto de compresores

El costo del cuarto de compresores incluye mano de obra y el costo de herramienta neumática incluye las mangueras de conexión con la tubería.

Tabla VII. Costos circuito neumático

Descripción	Costo
Base y estructura cuarto de compresores	Q 15 000,00
Maquinaria neumática para cuarto de compresores	Q 120 000,00
Herramienta neumática	Q 28 000,00
Material neumático y eléctrico (tubería, codos 90° para conexión, reductores <i>bushing</i> , cableado eléctrico cuarto de compresores y acometida eléctrica).	Q 36 000,00
Total	Q 199 000,00

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10.2. Mano de obra**

La mano de obra para la instalación del circuito neumático en el área de producción y el cuarto de compresores será realizada por colaboradores del Departamento de Mantenimiento de Diveco, S. A. Siendo asignado por parte del departamento contable de la planta central un 20 % de los costos de material neumático y eléctrico. Quedando el costo de mano de obra de la siguiente manera:

Costo de mano de obra = Q 36 000 (0,20)

Costo de mano de obra = Q7 200,00.

La instalación del circuito neumático en total tiene un costo aproximado de:

Total costos = Q 199 000,00 (obtenido tabla VI) + 7 200,00

Total costo circuito neumático = Q 206 200,00



### 3. PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA NUEVA PLANTA DE AMUEBLADOS DE SALAS DIVECO, S. A.

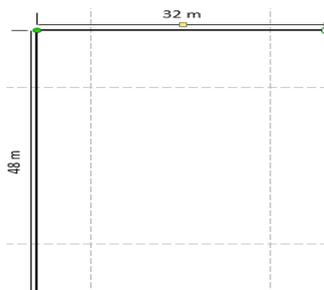
#### 3.1. Edificio industrial

El edificio donde se ubicará la nueva planta de amueblados de salas previamente se utilizaba como bodega de camas para época alta de producción de la planta central de Diveco, S. A.; por lo que se deben adecuar las áreas de producción, administrativas, bodega de materia prima y bodega de producto terminado. La readecuación incluye propuestas de: techo, ventilación, piso, pintura, iluminación industrial y control de ruidos.

##### 3.1.1. Dimensiones de la planta

La nueva planta de amueblados de salas de Diveco, S. A. ocupará únicamente la mitad de la bodega, quedando con 48 m de frente y 32 m de largo.

Figura 25. Dimensiones planta de amueblados de salas Diveco, S. A.



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio versión 2013.

### 3.1.2. Tipo de edificio

El edificio en donde se ubicará la nueva planta de amueblados de salas Diveco, S. A. será una combinación de un edificio de primera y segunda categoría. En las áreas de producción y bodegas el edificio tendrá características de un tipo de segunda categoría, contando con paredes de *block*, columnas de acero estructural combinado con concreto en menor cantidad que el utilizado en un edificio de primera categoría, techo de lámina y piso de concreto armado.

En el área de oficinas administrativas el tipo de edificio tendrá características de un edificio de primera categoría con paredes de *block* reforzadas con hierro armado y con acabado liso e impermeable, techo con cielo falso en el segundo nivel y hormigón armado en el primer nivel; todas las oficinas con piso cerámico.

Figura 26. Área de producción y bodegas



Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

### 3.1.3. Techo industrial

La parte de la nave industrial donde se ubicará la nueva planta de amueblados de salas tendrá un techo a dos aguas con una altura máxima de 9,20 m; de láminas con revestimiento de zinc para protección contra la corrosión; se colocarán láminas transparentes en el área de producción para el aprovechamiento de luz natural.

El techo será soportado por columnas de acero estructural con base de concreto.

Figura 27. Techo área de producción



Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

### 3.1.4. Ventilación industrial

El área de producción es donde se concentrará la mayor cantidad de colaboradores en la planta, por lo que es donde se realizaron los cálculos para conocer el caudal de aire necesario para cumplir con las renovaciones de aire requeridas por el tipo de trabajo de esa área.

Dimensiones de la nave en el área de producción:

Base: 23,86 m

Ancho: 27 m

Altura: 6,10 m

Espacio en forma triangular debido a techos de dos aguas:

Base: 23,86 m

Ancho: 27 m

Altura: 3,06 m

Volumen total = volumen 1 + volumen 2

Volumen total =  $(23,86 \cdot 27 \cdot 6,10) + ((1/3) \cdot 23,86 \cdot 27) \cdot 3,06$  m<sup>3</sup>

Volumen total = 5 080,94 m<sup>3</sup>

Aire necesario para el área de producción:

Renovaciones por hora: 3-6 (se selecciona conforme la tabla según el tipo de trabajo en la planta)

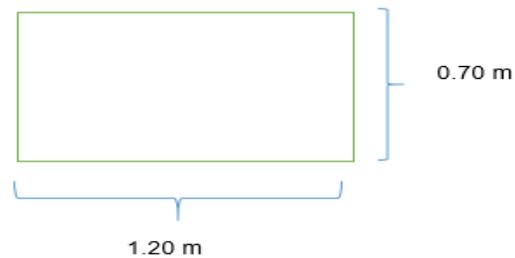
CA = volumen área de producción planta \* renovaciones por hora

CA =  $(5\ 080,94\ \text{m}^3 \cdot 5\ \text{renovaciones/h})$

CA = 25 404,70 m<sup>3</sup>/h

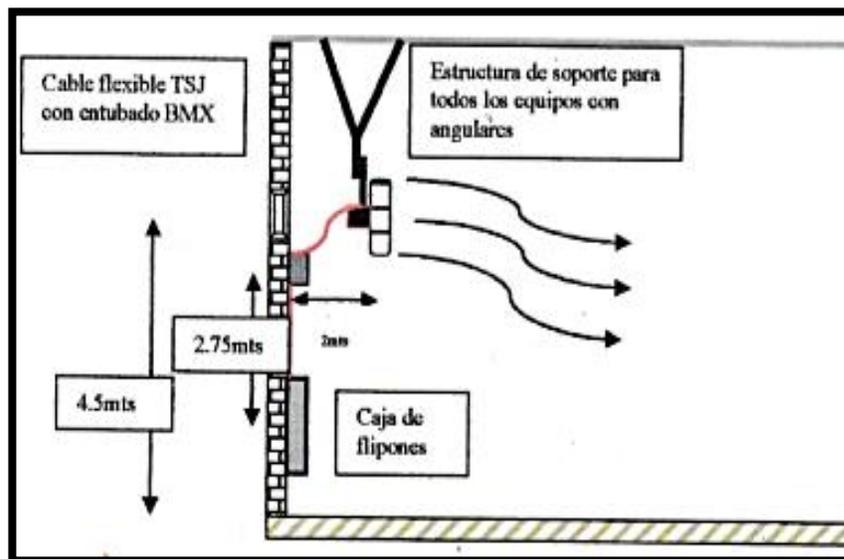
Para cubrir con el caudal requerido para el área de producción se colocarán seis ventiladores industriales aéreos que serán abastecidos por ventanas localizadas a la misma altura con las siguientes dimensiones:

Figura 28. **Dimensiones de ventanas para área de producción**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

Figura 29. **Ubicación de ventiladores industriales modelo CBP-W 650**



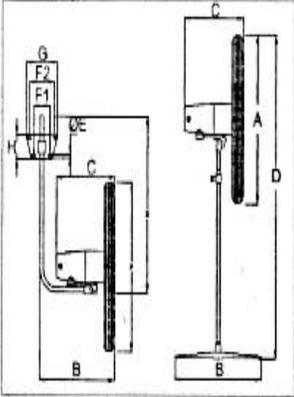
Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

Figura 30. Características técnicas ventiladores CBP-W 650

Modelo	Velocidad RPM		Potencia W	Tensión Volts	Caudal a descarga libre m <sup>3</sup> /hr / CFM	Presión sonora dB(A)	Peso aprox. Kg
CBP-W 650	Baja	1290	178	127	7,947 / 4,678	66	12
	Media	1480	181		11,511 / 6,775	75	
	Alta	1573	184		15,101 / 8,888	78	
CBP-W 750	Baja	1160	229	127	9,986 / 5,878	69	17
	Alta	1303	243		14,192 / 8,353	76	

\*Nivel sonoro medido de acuerdo a las normas AMCA 300/05 y 301/05

**DIMENSIONES**



MODELO	A	B	C	D	ØE	F1	F2	G	H
CBW 650	690	290	360	720	14	96	154	193	100
CBW 750	800	290	360	720	14	96	154	193	100
CBP 650	690	590	360	1460-1860	-	-	-	-	-
CBP 750	800	590	360	1515-1986	-	-	-	-	-

\*Dimensiones mm.

Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

### 3.1.5. Piso industrial

El piso de las áreas de producción y bodegas será de hormigón para soportar el peso del frecuente paso de montacargas. En las oficinas administrativas se utilizará una base de cemento, a la cual se le colocará piso cerámico; esto con fines decorativos.

### **3.1.6. Pintura industrial**

El color de pintura que se utilizará para las paredes del exterior de la planta interior de oficinas administrativas y área de producción será en tonos de celeste y azul, los cuales son los colores que representan a la empresa y que buscan tener un mejor porcentaje de reflectancia y cumplir con mantener colores recomendados en el área de trabajo. Para protección de las paredes se colocará polietileno líquido como impermeabilizante.

Se utilizará pintura de tráfico color mate para la señalización de las áreas de trabajo, áreas de paso de montacargas y las de carga y descargue de materia prima y producto terminado.

### **3.1.7. Iluminación industrial**

La iluminación industrial se focalizará en el área de producción para luz natural; se hará instalación de 6 láminas transparentes que junto con las ya existentes en esa área, proveerán la luz necesaria durante los turnos de día. Para el cálculo de flujo luminoso y por luminaria y cantidad de luminarias necesarias para la luz artificial, se utilizó el método de cavidad zonal.

Dimensiones del área de producción:

Largo: 26,4 m

Ancho: 21,00 m

Altura: 9,16 m (se utilizarán cadenas de acero para bajar las bases de las lámparas a una altura de 3,50 m).

Tabla VIII. **Niveles de reflectancia y alturas ideales de lámparas**

Descripción	Valor
Reflectancia de techo (pc)	50%
Reflectancia de pared (pp)	70%
Reflectancia de piso (pf)	40%
Altura de piso a área de trabajo (hcp)	1,25 m
Altura de techo a lámpara (hcc)	3,00 m
Altura de área de trabajo a lámpara (hcf)	2,25 m
Factor de mantenimiento	0,65
Edad promedio colaboradores	30 años
Velocidad de trabajo	No importante
Categoría	D
Luminancia	200 luxes

Fuente: elaboración propia.

Cavidad ambiente (Rca)

$$Rca = \frac{5 (hca)(L + w)}{L * w}$$

$$Rca = \frac{5 (2,25)(26,40+21)}{26,40 * 21} = 0,96$$

Cavidad cielo (Rcc)

$$Rcc = \frac{5 (hcc)(L + w)}{L * w}$$

$$Rcc = \frac{5 (3,00)(26,40+21)}{26,40 * 21} = 1,28$$

Cavidad piso (Rcp)

$$Rcp = \frac{5 (hcp)(L + w)}{L * w}$$

$$Rcp = \frac{5 (1,25)(26,40+21)}{26,40 * 21} = 0,53$$

Reflexión efectiva cavidad de cielo (Pcc):

$$P_c = 50 \%$$

$$P_p = 70 \% \qquad P_{cc} = 45 \%$$

$$R_{cc} = 1,28$$

Datos obtenidos de anexo 3

Coeficiente de utilización K:

$$P_{cc} = 45 \%$$

$$P_p = 70 \% \qquad K = 0,77$$

Datos obtenidos de anexo 4

Reflexión efectiva de cavidad de piso (Pcp):

$$P_f = 40 \%$$

$$P_p = 70 \% \qquad P_{cp} = 0,48$$

$$R_{cp} = 0,53$$

Datos obtenidos de anexo 3

Como  $P_{cp} > 30 \%$  se debe calcular factor de corrección de K:

$$K^* = X$$

X = factor de corrección según tabla anexo 5

$$X = 1,06$$

$$K^* = 0,77 * 1,06 = 0,82$$

Flujo luminoso:

$$F_t = \frac{E^*A}{K^*(F_m)}$$

Donde:

E = luxes

A = área de producción

$K^*$  = coeficiente de utilización con corrección

$F_m$  = factor de mantenimiento

$$F_t = \frac{(200)(554,40)}{(0,82)(0,65)} = 208\,030 \text{ lúmenes}$$

Espaciamiento entre lámparas:

$$EM = 1,25 * hca$$

$$EM = 1,25 * 2,25 = 2,81 \text{ m}$$

Número total de luminarias =  $L / EM$

$$w / EM$$

$$26,40 / 2,81 = 10 \text{ luminarias}$$

$$21,00 / 2,81 = 8 \text{ luminarias}$$

Flujo por luminaria:

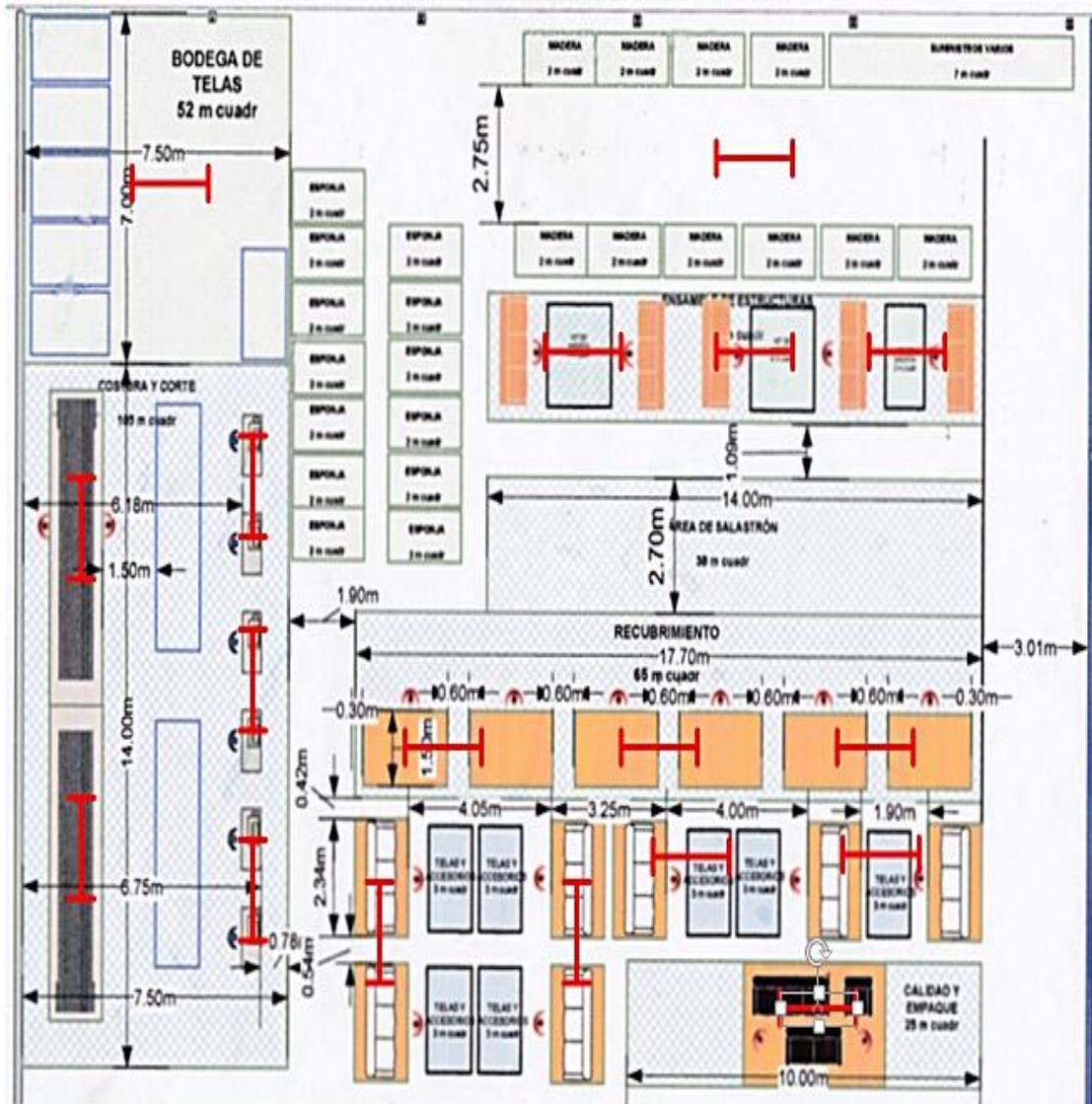
$$Fl = ft / \text{número total de luminarias}$$

$$Fl = 208\,030 / 18$$

$$Fl = 11\,557,22$$

Para cumplir con este flujo por luminaria se deberá colocar una base con capacidad de dos tubos led de 2,40 m largo, 36 watts de potencia y un flujo luminoso de 5 000 lúmenes cada uno.

Figura 31. Plano de distribución de luminarias área de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### **3.1.8. Control de ruidos**

Las paredes de *block* servirán como aislante de ruido para el exterior; el cuarto de compresores se ubicará en la parte exterior frontal de la planta para que el nivel de ruido que se generará por los equipos no afecte a los colaboradores del área de producción.

Según estudios previos a la planta central de Diveco, S. A. (figura 32) se tiene el conocimiento que las pistolas neumáticas que se utilizarán en el área de carpintería tienen un nivel de ruido aproximado de 75 db en época baja y un nivel de 85 db en época alta; por lo que se les proveerá orejeras a los colaboradores de esa área, con el fin de minimizar el impacto a la salud por la exposición al ruido durante el turno de trabajo.

Para las áreas de tapicería y recubrimiento, los niveles previstos de ruido serán de 70 db en época baja y de 75 db en época alta, para minimizar el impacto a la salud de los colaboradores por la exposición a estos niveles de ruido durante el turno de trabajo se les proveerá tapones para los oídos.

Se concluyó que la herramienta neumática a utilizar en la nueva planta de amueblados de sala será la misma que se utiliza en algunas áreas de la planta central de Diveco, S. A. En el área de carpintería de ambas plantas se utilizará la pistola Senco SNS45XP y en el área de Serta del estudio de la figura 32 se utiliza la pistola Senco SWF09, misma que se utilizará en las áreas de tapicería y recubrimiento de la nueva planta.

Figura 32. Estudio de sonoridad planta central Diveco, S. A.

Muestreo de Sonoridad, DIVECO, S.A. - Camas Olympia 6

**Cuadro No. 2**  
**Comparativa de resultados de los niveles de sonoridad obtenidos, año 2012 y 2013**

Punto	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	NORMA OMS <sup>1</sup>	ISO <sup>2</sup>
	min	med.	max.	min	med.	max.		
	Resultados año 2012			Resultados año 2013				
1 Esponja	84	89	95	89	90	91	90	85
2 Sertas	58	66	76	57	66	75	90	85
3 Colchones	60	73	87	71	75	85	90	85
4 Revestido	60	64	75	74	76	87	90	85
5 Carpintería	70	86	101	80	87	95	90	85
6 Alambre	70	84	94	90	95	104	90	85
7 Compresores	68	73	78	80	81	83	90	85

1 Límite máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas continuas, establecido por la Organización Mundial de la Salud.

2 Límite máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas continuas, establecido por la Organización Internacional para la Normalización.

Nivel de sonoridad dentro del límite máximo permisible  
 Nivel de sonoridad fuera del límite máximo permisible

Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

## **3.2. Distribución de planta**

En la distribución de planta se hará la selección del tipo, el *layout* de distribución, la distribución de la maquinaria, los tipos de bloques de trabajo, el *layout* del área de corte y costura terminando con la distribución de los diferentes lugares de trabajo del área de producción.

### **3.2.1. Selección tipo de distribución de planta**

Las órdenes de producción de la nueva planta de amueblados de salas se trabajará bajo pedidos, intercalando la producción de series de amueblado que no son tan solicitados, con el fin de mantener en existencia. Como referencia para la distribución de la nueva planta se considera que es un producto nuevo en la cartera de productos actuales de Diveco, S. A. por lo que no se tiene una vasta experiencia en la elaboración.

Para contrarrestar estas desventajas, al inicio de actividades se selecciona la distribución por proceso. Este tipo distribución facilitará la capacitación de los operarios al encontrarse cerca de operarios más experimentados que realizan los mismos procesos y disminuirá el problema de encontrar supervisores competentes, ya que los mismos deberán ser expertos en un solo proceso y no en todos los procesos que conlleva la elaboración de un amueblado completo.

Se deberá trabajar en agilizar la documentación de las diferentes órdenes y controlar las diferentes secciones de producción, ya que son las desventajas que puede presentar este tipo de distribución de planta. Se considera que en un aumento de demanda a un mediano plazo se deberá cambiar el tipo de distribución o combinar.

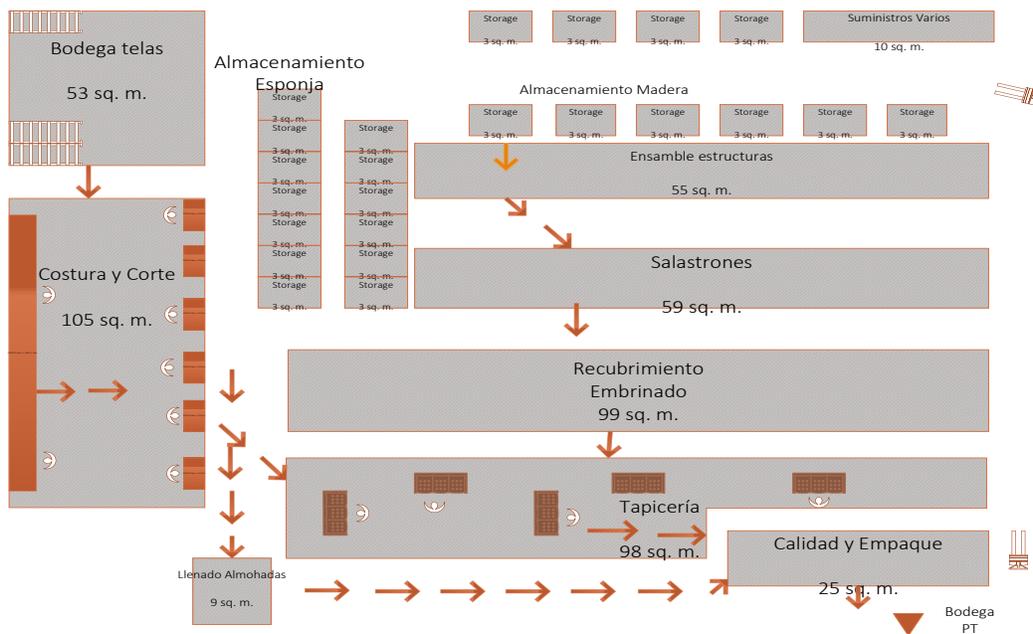


### 3.2.2. Distribución de maquinaria

La distribución utilizando la técnica de *layout* que se describe en la sección anterior deja los bloques de las áreas de producción como se muestran en la figura 33; dichos bloques cumplen con los principios de distribución en planta:

- Principio de la integración global
- Principio de distancia mínima a mover
- Principio de flujo
- Principio de espacio
- Principio de satisfacción y seguridad
- Principio de flexibilidad

Figura 34. Bloques para áreas de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

El área que se necesita para la maquinaria se calcula primero individualmente para luego calcularse el área total necesaria para el funcionamiento de 6 máquinas de coser planas.

La distribución de las máquinas se realizará por medio de cálculo de superficies, utilizando el método de normas de espacio; el procedimiento para dicho método se encuentra en el anexo 6.

Especificaciones máquina plan marca Yuki modelo DDL-8700A-7 referencia bibliográfica # 20.

Largo = 1,20 m

Ancho = 0,54 m

Incluyendo un espacio de 0,70 m al ancho de la máquina para espacio de operario y 0,50 m a cada lado de la máquina para: limpieza, mantenimiento o paso de operarios.

Largo = 2,20 m

Ancho = 1,24 m

Superficie mínima por máquina = (2,20 m) (1,24 m) = 2,73 m<sup>2</sup>

Utilizando un coeficiente de 1,8 para considerar pasillos como indica la norma, según el método seleccionado para la distribución de maquinaria la superficie mínima por máquina es de:

Superficie teórica necesaria para cada máquina = 2,73 m<sup>2</sup> (1,8) = 4,92 m<sup>2</sup>

Se dejarán dos pasillos entre las máquinas planas, cada uno con un ancho de 0,75 m para hacer un total de 1,50 m extra al ancho considerado de 1,24 m, por lo que la superficie por máquina que se le dará en la planta será de:

$$\text{Ancho} = 1,24 \text{ m} + 1,50 \text{ m} = 2,74 \text{ m}$$

$$\text{Superficie real otorgada a cada máquina} = (2,20 \text{ m}) (2,74 \text{ m}) = 6,03 \text{ m}^2$$

De esta manera se cumple con la superficie mínima por máquina y con el espacio mínimo de trabajo que se exige el Acuerdo Gubernativo 229-2014, de 2 m<sup>2</sup> por colaborador.

Las dimensiones y área total necesaria para la maquinaria es de:

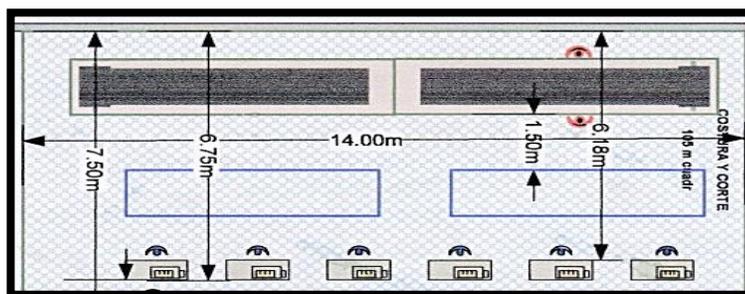
$$\text{Largo} = (2,20 \text{ m}) (6 \text{ unidades}) = 13,20$$

$$\text{Ancho} = 2,74 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 6,03 \text{ m}^2 (6) = 36,18 \text{ m}^2$$

La distribución de maquinaria y dimensiones finales quedan de la manera que se presenta en la siguiente figura:

Figura 35. **Distribución de maquinaria área de costura**



Fuente: Departamento de Mantenimiento Diveco, S. A.

### **3.2.3. Distribución de lugares de trabajo**

Las estaciones se ubicarán de forma que se trabajarán los procesos por área, cumpliendo con la distribución de planta seleccionada, comenzará en el área de estructuras donde se ubicarán las 6 estaciones de trabajo en las que se realizará la estructura de cada mueble que conforma el amueblado de sala; luego pasará al área de recubrimiento en donde se concentrarán las estaciones de embrinado y blanqueado de las diferentes partes que conforman el amueblado de sala, para pasar al área de tapicería en donde se ubicarán las estaciones de tapizado; paralelamente mientras se realiza la estructura de los muebles del amueblado de sala se trabajará en las área de corte y costura.

El amueblado de sala, al tener tapizado cada mueble que lo conforma, pasa al área de calidad y empaque donde se revisará que el mueble cumpla con los estándares establecidos por la empresa; se empacará y se trasladará a la bodega de producto terminado. La distribución de las áreas de trabajo se pueden apreciar en figura 33.

### **3.3. Diagramas actuales**

Los diagramas que sirvieron para conocer la situación actual de la planta de amueblados de salas de Diveco, S. A. son:

- Diagrama de operaciones
- Diagrama de flujo de operaciones
- Diagrama de recorrido
- Diagrama bimanual de la estación de costura

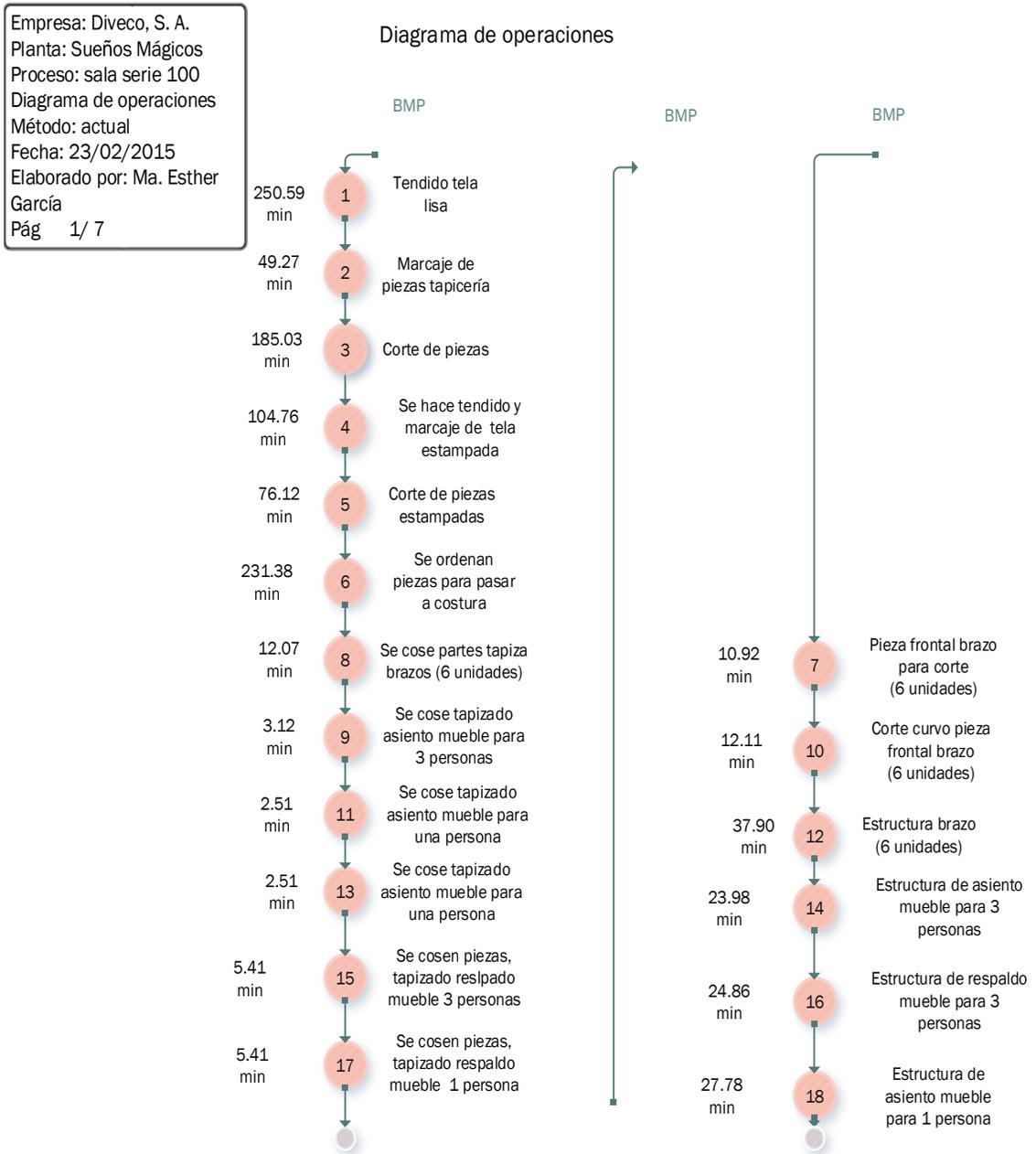
La serie del amueblado del estudio y a la que pertenecen los tiempos de los diagramas antes mencionados es la serie 100, la cual es la más solicitada por los clientes, la más económica y la que presenta mayor problema en tiempo de fabricación.

El amueblado serie 100 está integrado por: dos muebles de 1 asiento y un mueble de 3 asientos; pueden ser producidos de color corinto, café o azul marino.

### **3.3.1. Diagrama de operaciones actual**

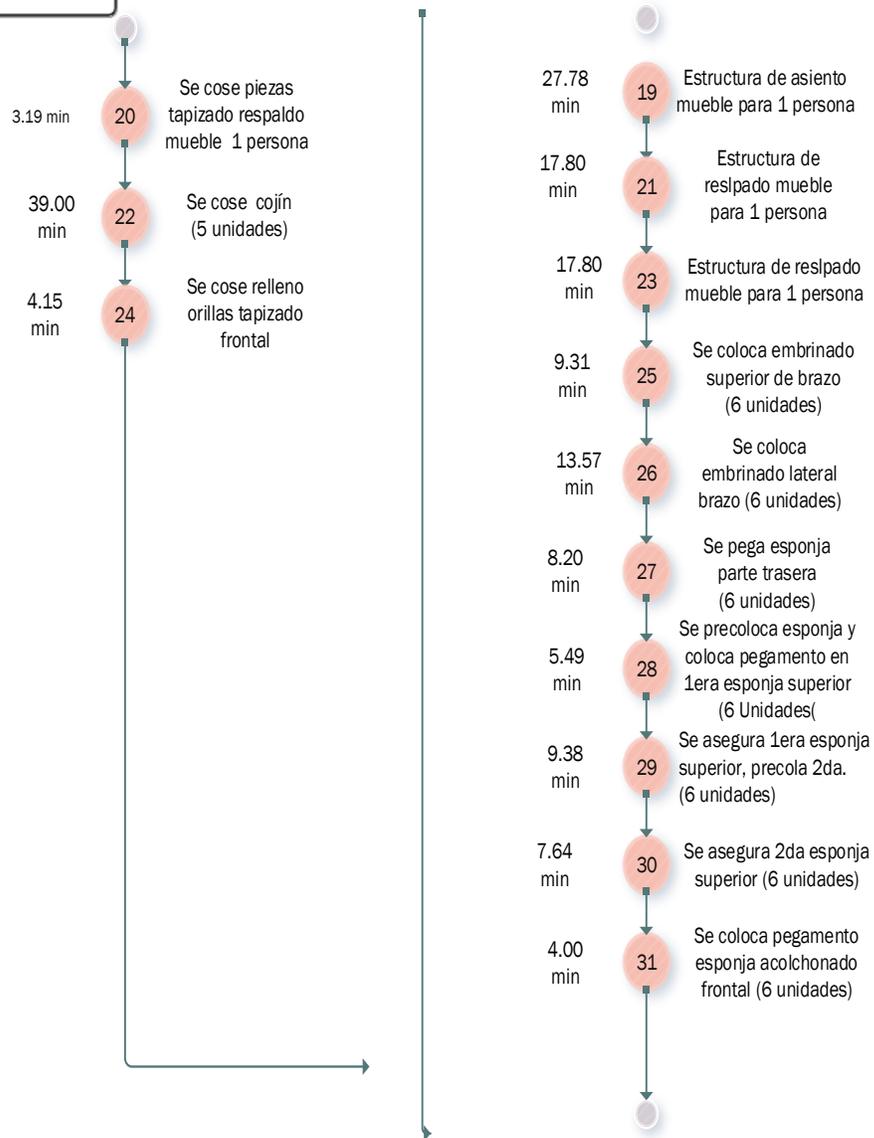
El diagrama de operaciones actual muestra las operaciones, inspecciones y operaciones combinadas (operación-inspección) del proceso actual de amueblados de salas serie 100.

Figura 36. Diagrama de operaciones actual



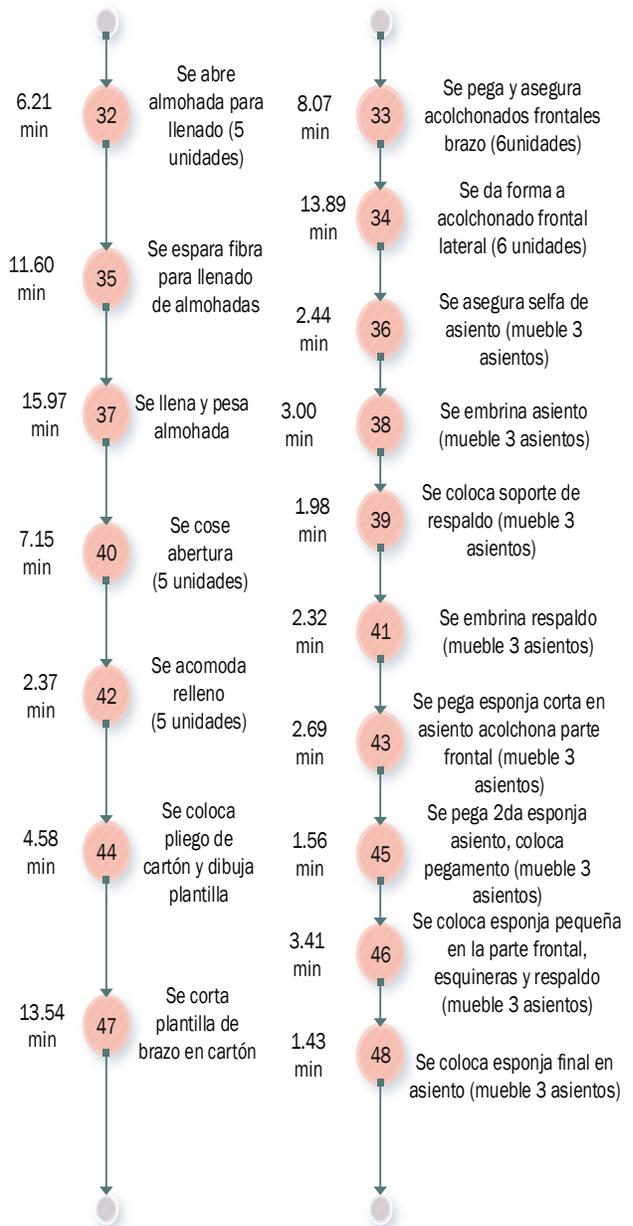
Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama de operaciones  
Método: actual  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 2/ 7



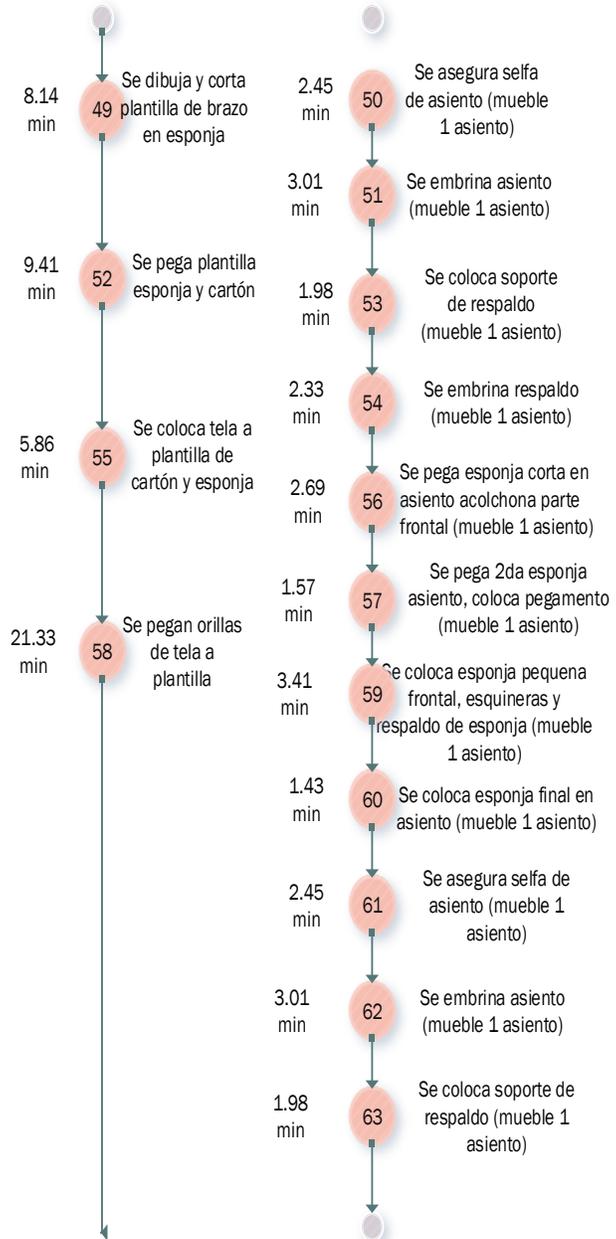
Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 3/ 7



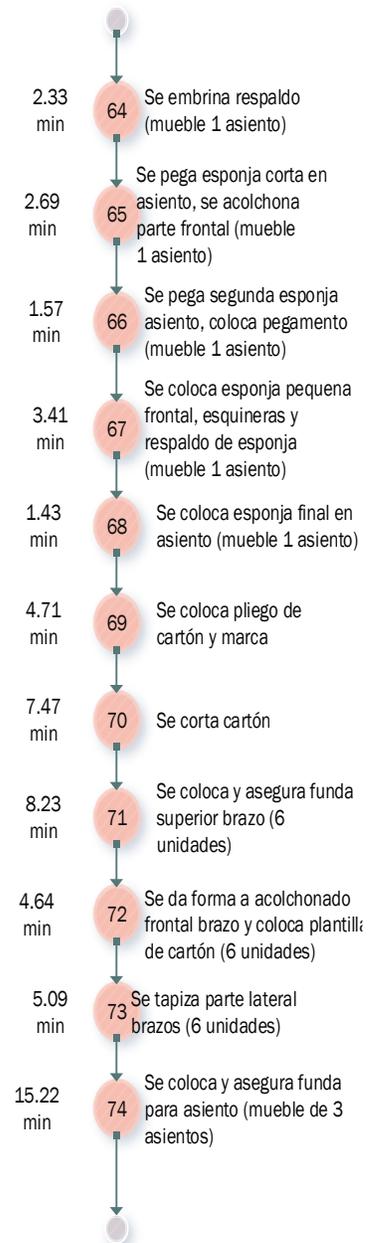
Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S.A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 4/ 7



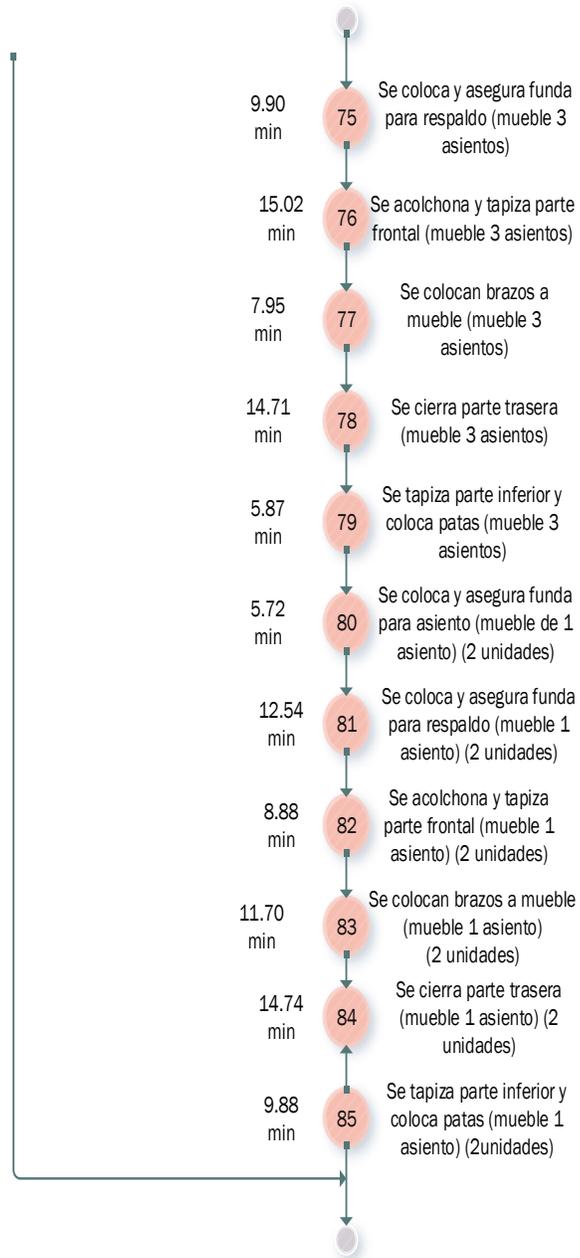
Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S.A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama de operaciones  
Diagrama: actual  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 5/ 7



Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama de operaciones  
Método: actual  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 6/ 7



Continuación de la figura 36.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 7/ 7



### Resumen

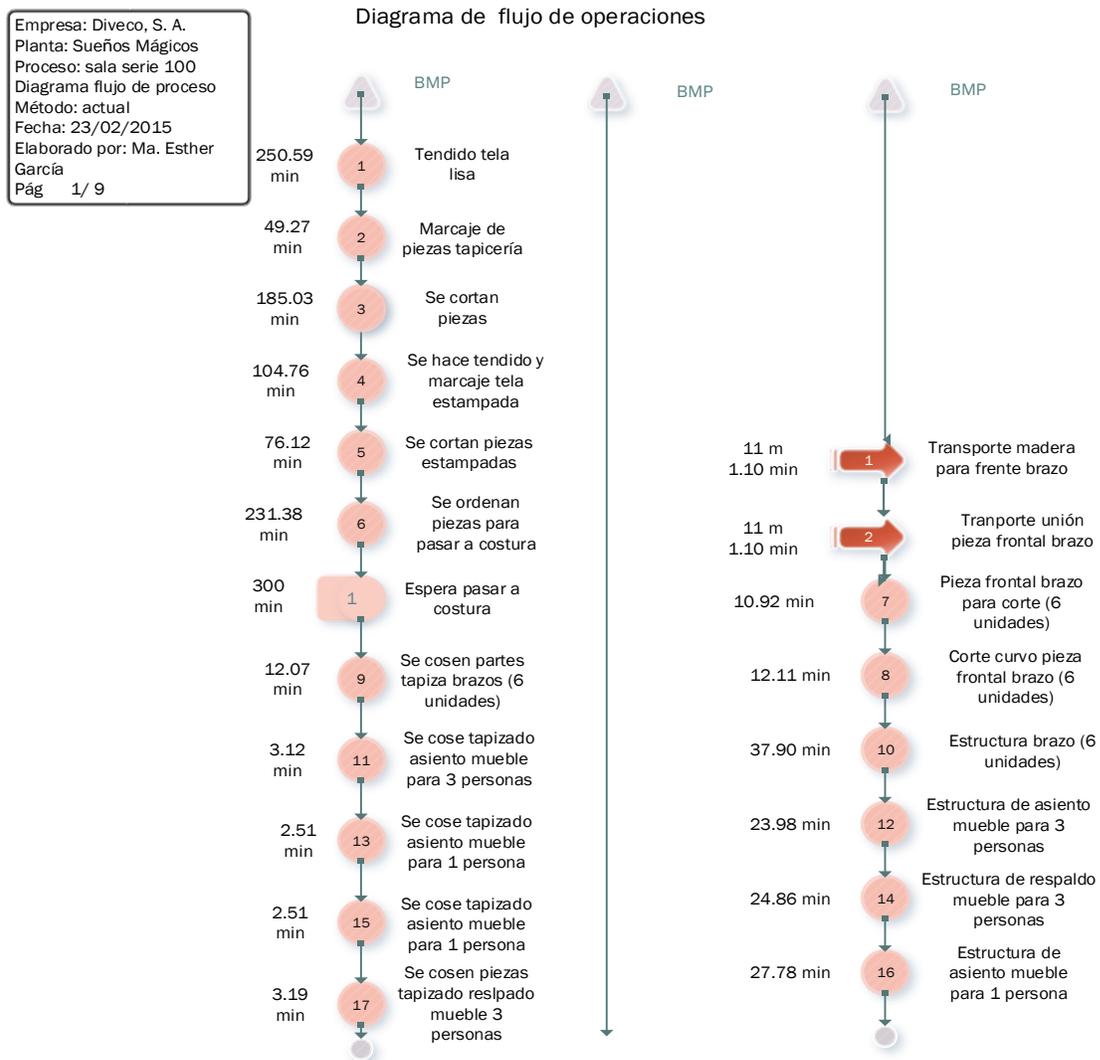
Símbolo	Nombre	Cantidad	Duración
	Operación	89	1652.86 min
	Combinada	1	37.52 min
	TOTAL	-----	1690.38 min

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.3.1. Diagrama de flujo de operaciones actual

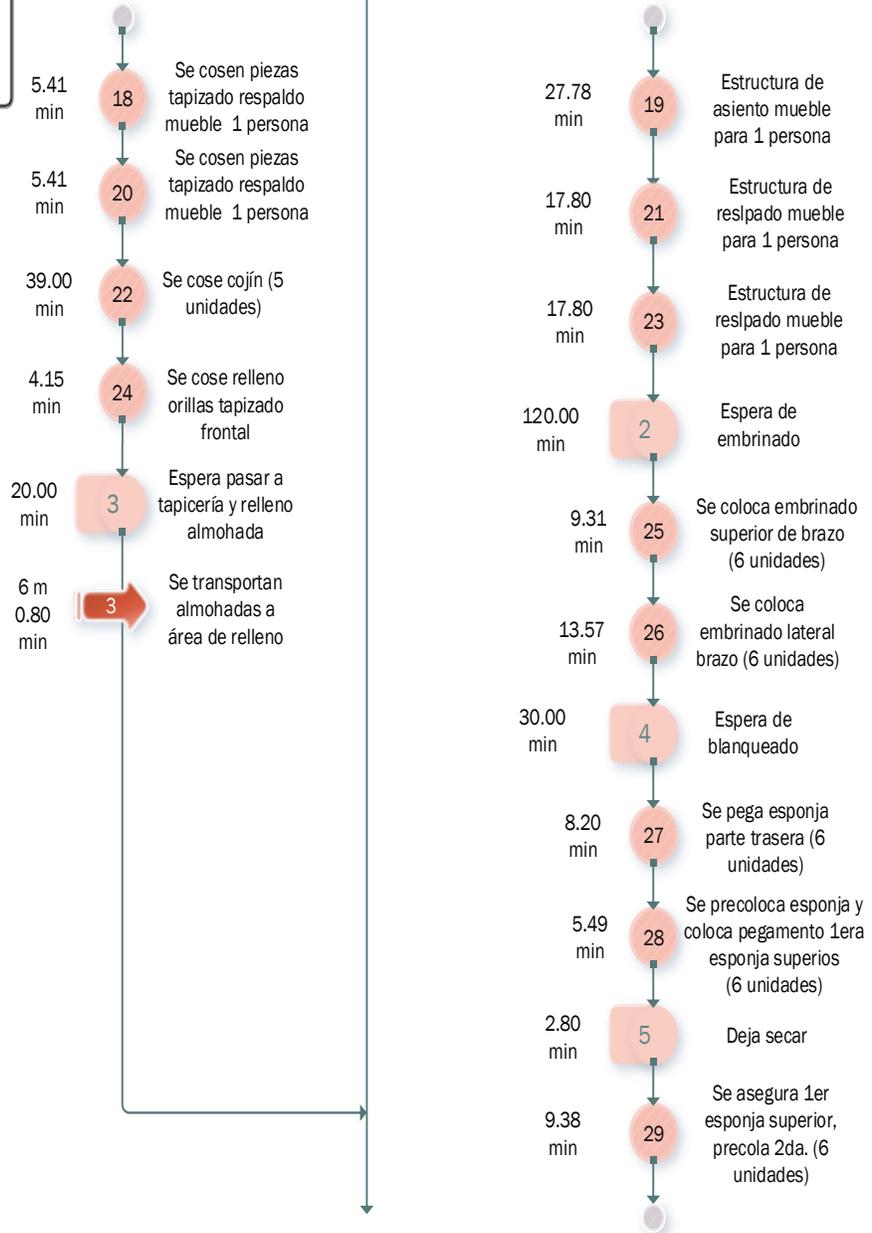
El diagrama de flujo muestra operaciones, inspecciones, operaciones combinadas, demoras y transportes del proceso actual de amueblados de salas serie 100.

Figura 37. Diagrama de flujo de operaciones proceso serie 100



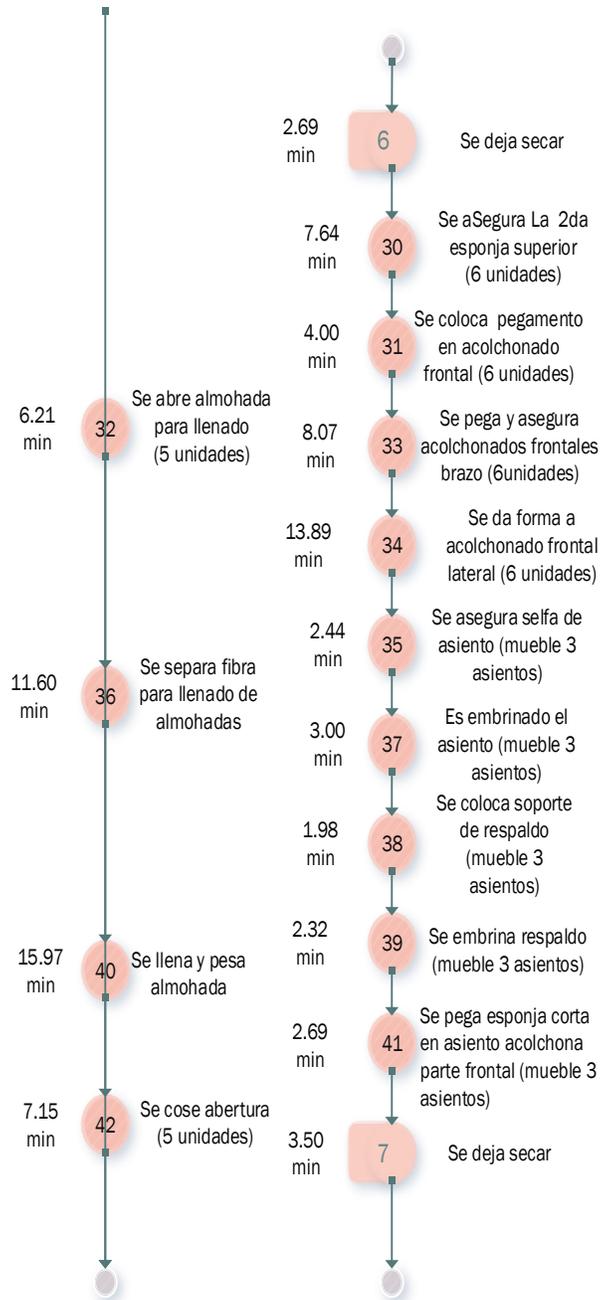
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther  
 García  
 Pág: 2/ 9



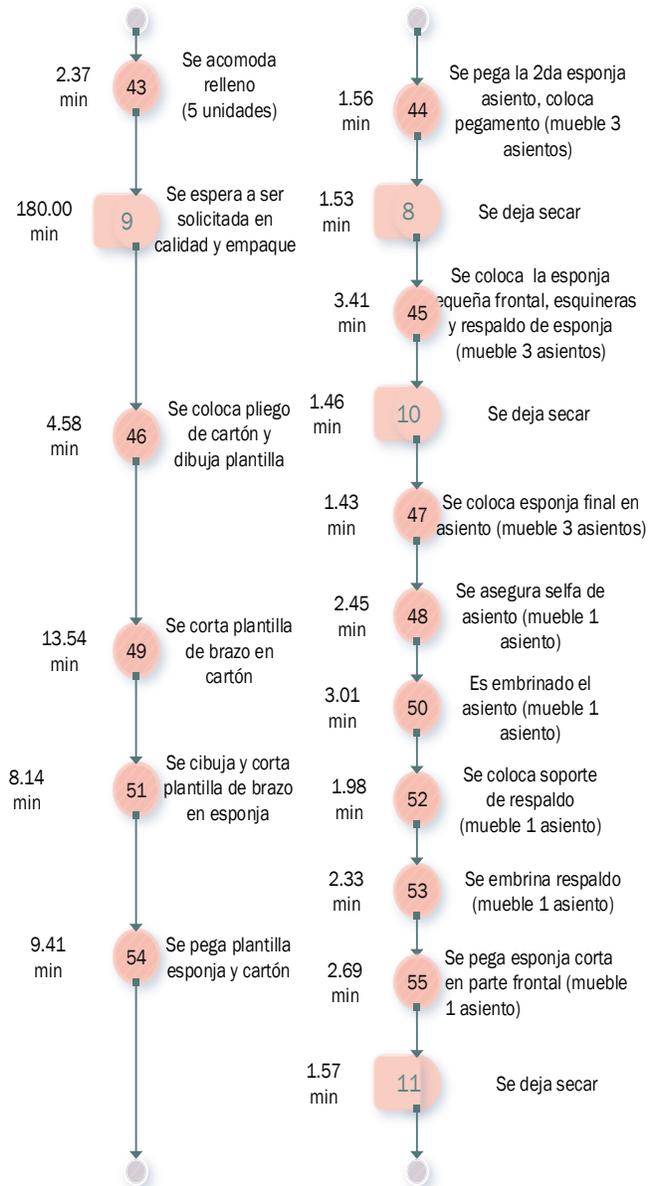
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 3/ 9



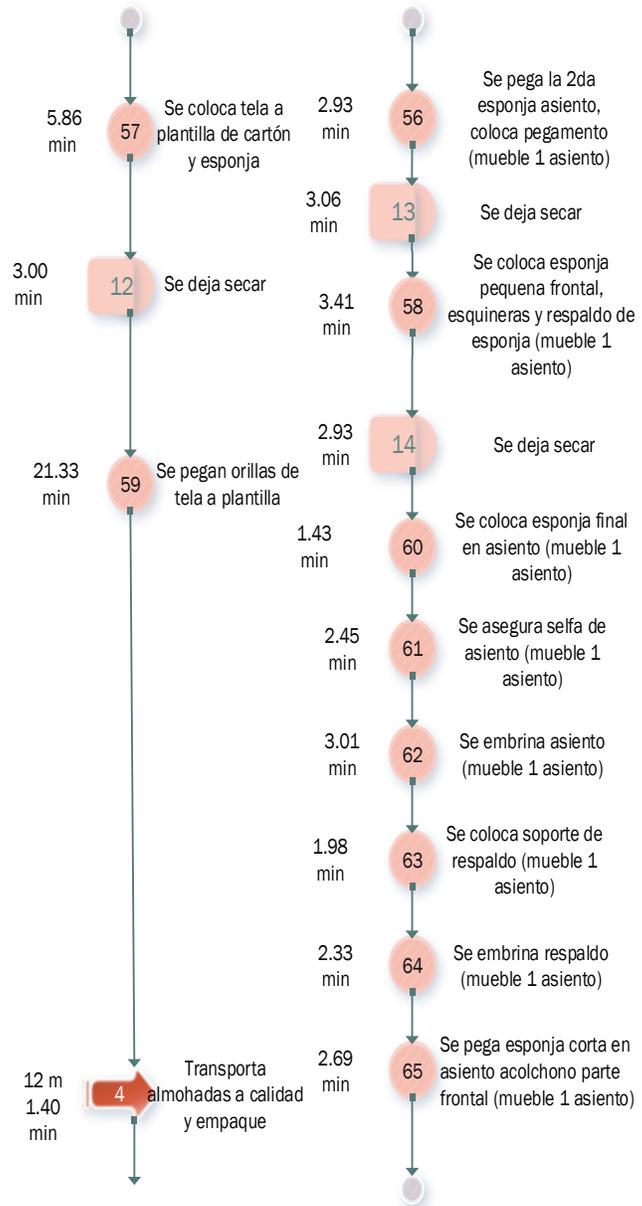
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 4/ 9



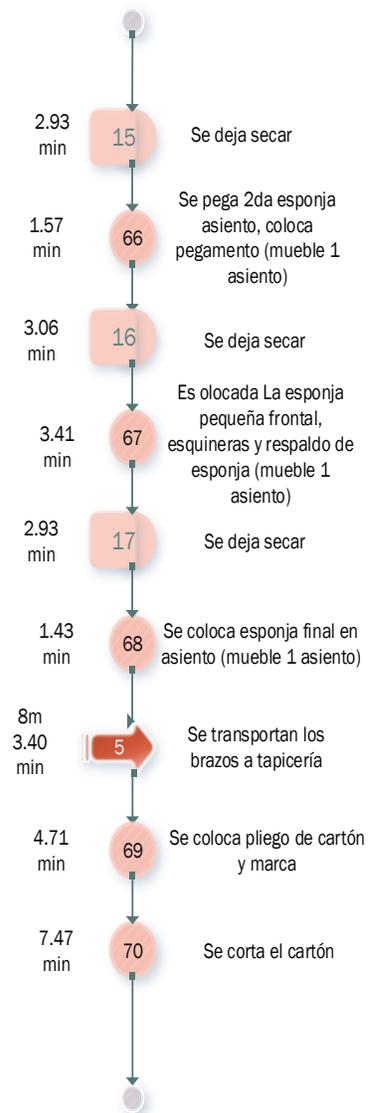
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 5/ 9



Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama flujo de proceso  
Método: actual  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 6/ 9



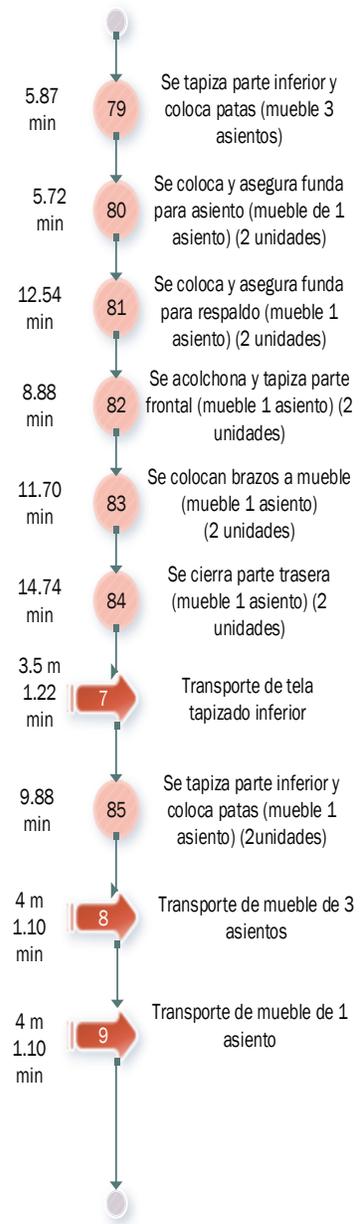
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama flujo de proceso  
Método: actual  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 7/ 9



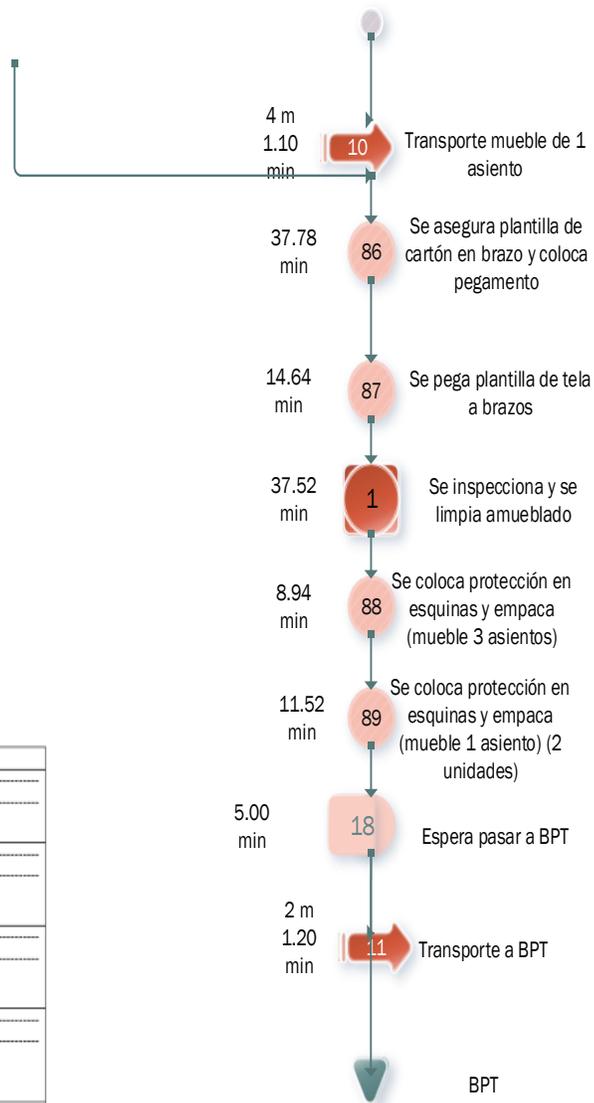
Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 8/ 9



Continuación de la figura 37.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: actual  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 9/ 9



Resumen

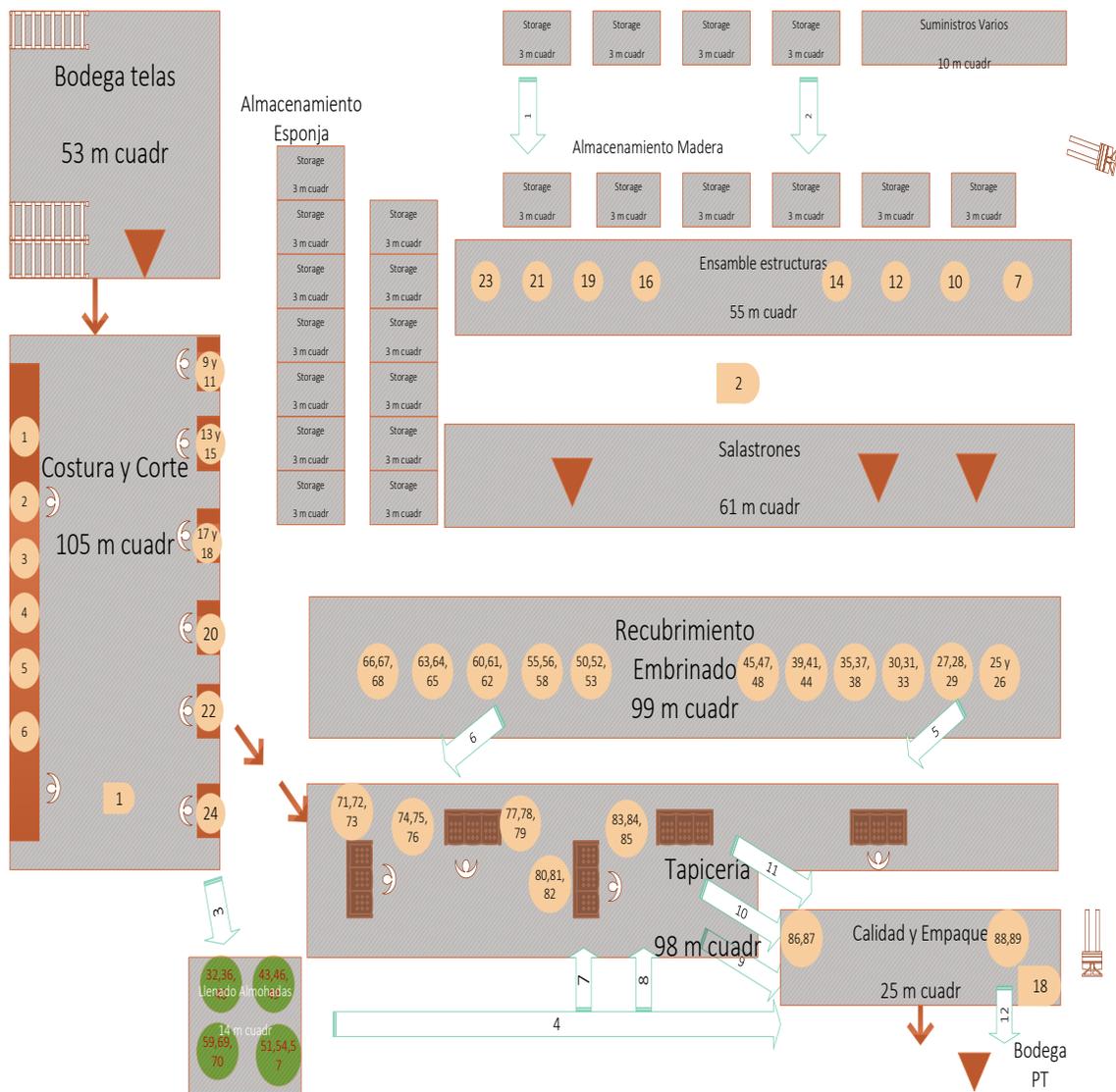
Símbolo	Nombre	Cantidad	Duración	Distancia
	Bodega	4		
	Operación	89	1652.86min	
	Demora	18	679.82	
	Combinada	1	37.52 min	
	Transporte	11	17.04 min	73 m
	TOTAL		2,387.24 min	73 m

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.3.2. Diagrama de recorrido actual

El diagrama de recorrido muestra el flujo de operaciones del proceso de amueblados de salas sobre el *layout* de distribución de las áreas de trabajo.

Figura 38. Diagrama de recorrido proceso serie 100



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.3.3. Diagrama bimanual actual

El diagrama bimanual muestra los micromovimientos que lleva a cabo el operario de costura para el actual proceso de ensamble de funda mueble de 3 asientos.

Figura 39. Diagrama bimanual ensamble funda mueble 3 asientos

Diagrama bimanual  
 Operación: ensamble de funda mueble 3 asientos  
 Área: costura  
 Colaborador: No. 2  
 Elaborado por: Ma. Esther García Flores  
 Fecha: 28/02/2015  
 Método: actual



Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Simb.	Descripción mano derecha
Tomo pieza de funda	AI T M	20	30	RI	Espera
Coloca funda en máquina plana	PP	10			
Sostiene funda	SO	25	25	T M S	Coloca unión derecha
Ensambla parte derecha	SO	45	45	E	Ensambla parte derecha
Da vuelta para ensamblar parte izquierda	T M I S	17	17	SO	Sostiene
Sostiene funda	SO	95	50	T M PP S	Coloca unión izquierda
			45	E	Ensambla parte izquierda
Dobla y posiciona	T M I P S	36	36	T M P S RI	Dobla y posiciona material terminado

Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Tiempo efectivo (s)	83	201
Tiempo inefectivo (s)	165	47
Tota de ciclo (s)	248	248

Fuente: elaboración propia.

El efecto que tiene el estudio de movimientos que se realizó al área de costura en el proceso de elaboración de fundas amueblado serie 100 para el área de tapicería es la reducción o eliminación de los movimientos retardantes e improductivos que actualmente se llevan a cabo en el proceso en estudio.

Otro de los efectos que se prevé con el estudio de movimientos que se aprecia en el diagrama bimanual actual (figura 39) es la acomodación de los materiales que se utilizan en la estación de trabajo para eliminar de clase cinco (movimientos en los que se emplean dedos, muñeca, antebrazo, brazo y el cuerpo) y que se efectúen movimientos de clase uno, dos y tres.

### **3.4. Indicadores**

Los indicadores de la producción actual muestran el grado de cumplimiento de las metas impuestas por la administración de Diveco, S. A. para la nueva planta de amueblados de salas. La eficiencia muestra el cumplimiento en cuanto a producción de amueblados de sala (diaria, semanal y mensual) siendo restringida por el área de tapicería, mientras que la eficacia muestra el cumplimiento desde el punto de vista de calidad que se verifica en el área de calidad y empaque.

#### **3.4.1. Eficiencia**

La administración de Diveco, S. A. decide que la meta de producción mensual debe ser de 250 amueblados de salas. La producción real se saca del diagrama de flujo de operaciones y del estudio de tiempo.

Tabla IX. **Datos producción diaria, semanal y mensual serie 100**

Producción	Diaria (amueblados completos)	Semanal (amueblados completos)	Mensual (amueblados completo)
Individual real	1,66	8,30	33,20
Área (5 personas) real	8,30	41,50	166,00
Meta individual	2,50	12,50	50,00
Meta área	12,50	62,50	250,00

Fuente: elaboración propia, con datos recopilados en planta Sueños Mágicos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real (capacidad usada)}}{\text{Producción esperada (capacidad disponible)}} = \frac{166}{250} \times 100 = 66,40 \%$$

El 66,40 % indica la eficiencia, muestra que se utilizan más recursos de la empresa que los estimados para cumplir con la producción establecida por la empresa.

Luego de analizar el proceso por medio de los diagramas actuales, se establece que el bajo porcentaje de eficiencia se ve afectado por: falta de materia prima entre procesos, regreso de producto terminado por no cumplir con la calidad establecida, equivocación en sus actividades de algunos colaboradores por falta de concentración y el tiempo de ocio excesivo que se toman los trabajadores durante el proceso de producción.

### 3.4.2. Eficacia

La eficacia de la planta se medirá a través del porcentaje de amueblados de salas que cumplen con la calidad establecida por Diveco, S. A. el porcentaje que pide la empresa que se cumpla es de 95 % (amueblados de sala sin defectos). La cantidad de amueblados que deben ser aprobados por el área de calidad y empaque para cumplir con el porcentaje establecido es:

Producción real actual: 166 amueblados (dato del inciso anterior).

95 % de la producción real actual: 158 amueblados

Según observaciones en el área de calidad y empaque durante, una semana de producción se sabe lo siguiente:

Producción real = 41 amueblados de salas

El área de calidad y empaque rechazo = 5 amueblados de salas

En promedio al menos 1 amueblado de sala por cada 10 es rechazado por no cumplir con la calidad establecida.

Porcentaje de devolución =  $5/41 = (0,1220 * 100) = 12,20 \%$

Porcentaje cumplido de calidad actualmente =  $100 - 12,20 = 87,80 \%$

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Porcentaje actual}}{\text{Porcentaje establecido}}$$

$$\text{Eficacia} = \frac{87,80}{95,00} \times 100 = 92,42 \%$$

### 3.5. Estudio de tiempos

En el estudio de tiempos que se le realizó al proceso de amueblados de salas serie 100 se utilizó un cronómetro, siguiendo los pasos básicos para obtener tiempos estándar de operación y decidir las mejoras que se pueden realizar al proceso.

#### 3.5.1. Selección del operario

Las operaciones que fueron tomadas en el estudio de tiempos son las que se realizan en las áreas de corte, costura, estructuras, recubrimiento, tapicería, llenado de almohada y área de calidad y empaque, para el amueblado de sala serie 100. Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de los operarios de las diferentes áreas son:

- Habilidad: se eligió a un operario con habilidad promedio (esta se logró corroborar luego de realizar una recaudación de datos durante una semana sobre el tiempo en que se tarda el operario en realizar cada proceso asignado) los tiempos del operario más consistentes en ritmo de producción del área de tapicería donde existen 5 operarios fueron:

Primer día = 290 min (tapizado todos los elementos amueblado de sala)

Segundo día = 285 min

Tercer día = 295 min

Cuarto día = 280 min

Quinto día = 283 min

$$\text{Promedio ritmo de trabajo} = \frac{290+285+295+280+283}{5} = 286,60 \text{ min}$$

- Deseo de cooperar: se tomó en cuenta que no se opusiera al estudio.
- Temperamento: se consideró el nivel de nerviosismo que mostró durante el estudio.
- Experiencia: se escogió a un operario con experiencia.

En el área de corte solo un operario realiza los procesos, por lo que no se tomaron estos criterios para la selección del operario.

### 3.5.2. Calificación del operario

Los aspectos que se calificaron para obtener la calificación de los operarios de las diferentes áreas fueron:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

Tabla X. **Calificación colaboradores de producción**

Área	Calificación
Corte	- 0,05
Costura	+ 0,10
Estructuras	- 0,11
Embrinado y blanqueado	+ 0,09
Tapicería	- 0,11
Llenado almohada	- 0,09
Calidad y empaque	+ 0,06

Fuente: elaboración propia.

### **3.5.3. Método para la toma de tiempos**

La toma de tiempos se guió con base en el método que expone Niebel. Los pasos de dicho método son los siguientes:

- Definir los procesos a documentar.
- Dividir los procesos en elementos de trabajo
- Seleccionar al operario que se le realizará el estudio de tiempo
- Calcular las observaciones necesarias para cada elemento de los procesos.
- Cronometrar los elementos de cada proceso para obtener los tiempos promedio.
- Calificar al operario.
- Definir el tiempo normal.
- Calcular los suplementos o tolerancias que se le asignarán al operario de cada proceso.
- Calcular el tiempo estándar de cada elemento de los diferentes procesos.

### **3.5.4. Cálculo de número de observaciones**

El cálculo de las observaciones para cada área se realizó con base en la tabla de General Electric; la cual asigna el número de observaciones según la duración de cada proceso en minutos; cuando el tiempo es demasiado corto se necesita mayor número de observaciones, mientras que si es demasiado extenso el número de observaciones, disminuye.

Figura 40. **Tabla de ciclos a observar General Electric**

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NÚMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* p.208.

Tabla XI. **Número de observaciones en los procesos de cada área**

Área	Número de observaciones
Corte	3
Costura	15 y 20
Estructuras	5 y 10
Embrinado y blanqueado	10 y 15
Tapicería	10
Llenado de almohada	10
Calidad y empaque	5

Fuente: elaboración propia, con datos tomados en la planta de Sueños Mágicos.

### 3.5.5. Cálculo de tiempo promedio

El cálculo de tiempo promedio de cada proceso que se lleva a cabo en las diferentes áreas de producción; se calculó de la siguiente forma:

T.C = tiempo promedio

$$T.C. = \frac{\Sigma \text{tiempos cronometrados}}{\# \text{ de observaciones}}$$

$$T.C. \text{ tendido de tela lisa} = \frac{210+230+225}{3} = 221,67$$

El tiempo de todas las observaciones de cada proceso se encuentra en el apéndice 5.

Tabla XII. **Tiempo promedio de procesos en área de corte**

Operación	T.C. (min)
Tendido de tela lisa	221,67
Se marcan piezas	43,58
Se cortan piezas	163,67
Se hacen tendido y marcación estampado	92,67
Se corta piezas estampadas	67,33
Se ordenan piezas para costura	205,00
Total de tiempo operaciones del área	794,00

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XIII. **Tiempo promedio de procesos en área de costura**

Operación	T.C. (min)
Se cose partes de tapizado brazos (6 piezas)	9,22
Se cose tapizado de asiento mueble para 3	2,39
Se cose tapizado asiento de mueble una persona	1,92
Se cosen piezas tapizado respaldo, mueble para un asiento	4,14
Se cosen piezas tapizado respaldo mueble para 3 asientos	2,44
Se cose cojín (5 unidades)	29,80
Se cosen rellenos de tapizado frontal	3,17
Tiempo total de todas las operaciones	29,22

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XIV. **Tiempo promedio de procesos en área estructuras**

Operación	T.C. (min)
Pieza frontal brazo (6 unidades)	9,74
Corte curvo pieza frontal brazo (6 unidades)	10,80
Armazón de estructura brazo (6 unidades)	33,80
Asiento de mueble para 3 personas	21,39
Respaldo de mueble para 3 personas	22,17
Asiento de mueble para 1 persona (2 unidades)	24,78
Respaldo de mueble para 1 persona (2 unidades)	15,88
Espera ser embrinado	
Total de tiempo amueblado completo	138,34

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XV. **Tiempo promedio de procesos en blanqueado brazos**

Operación	T.C. (min)
Coloca tela embrinado superior	8,30
Coloca tela embrinado lateral	12,10
Se pega esponja parte trasera (6 unidades)	7,32
Se precoloca y coloca pegamento primera esponja superior (6 unidades)	4,90
Se deja secar	2,50
Se asegura primera esponja superior precoloca 2da (6 unidades)	8,36
Se deja secar	2,40
Se asegura segunda esponja superior (6 unidades)	6,81
Coloca pegamento esponja acolchonado frontal (6 unidades)	3,56
Pega y asegura acolchonados frontales (6 unidades)	7,20
Se da forma a acolchonado frontal lateral (6 unidades)	12,39
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	75,84

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XVI. **Tiempo promedio de procesos en blanqueado mueble 3  
asientos**

Operación	T.C. (min)
Se asegura selfa de asiento	1,84
Se embrina asiento	2,26
Se coloca soporte en respaldo	1,49
Se embrina respaldo	1,75
Pega esponja corta y acolchona parte frontal	2,02
Se deja secar	1,10
Pega segunda esponja de asiento y coloca pegamento	1,18
Se deja secar	1,15
Coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja	2,57
Se deja secar	1,10
Coloca esponja final en asiento	1,07
Tiempo total	17,52

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XVII. **Tiempo promedio de procesos en blanqueado muebles 1 asiento**

Operación	T.C. (min)
Asegura selfa de asiento	3,68
Se embrina asiento	4,52
Se coloca soporte en respaldo	2,97
Se embrina respaldo	3,49
Se pega esponja corta para acolchonado frontal	4,04
Se deja secar	2,20
Se pega segunda esponja en asiento y coloca pegamento	2,35
Se deja secar	2,30
Se coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja.	5,13
Se deja secar	2,20
Se coloca esponja final en asiento	2,15
Tiempo total	35,00

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XVIII. **Tiempo promedio de procesos en tapicería brazos**

Operación	T.C. (min)
Se coloca pliego y marca cartón tapicería	4,45
Se corta cartón	7,05
Se coloca y asegura funda superior	7,77
Se da forma a acolchonados frontales y se coloca plantilla de cartón	4,38
Se tapiza parte lateral	4,81
Total tiempo (1 unidad)	28,46
Total tiempo (6 brazos amueblado completo)	113,26

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XIX. **Tiempo promedio de procesos en tapicería mueble 3  
asientos**

Operación	T.C. (min)
Transporte desde blanqueado	1,50
Coloca y asegura funda para asiento	14,37
Coloca y asegura la funda para respaldo	9,35
Se acolchona y tapiza parte frontal	14,18
Se colocan brazos a muebles	7,51
Se cierra parte trasera	13,89
Se tapiza parte inferior y se colocan patas	5,54
Transporte tela para tapizado inferior	1,15
Tiempo total (1 unidad)	67,50

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XX. **Tiempo promedio de procesos en tapicería muebles 1  
asiento**

Operación	T.C. (min)
Transporte desde blanqueado	2,70
Se coloca y asegura funda para asiento	5,92
Se coloca y asegura la funda para respaldo	4,19
Se acolchona y tapiza parte frontal	5,52
Se colocan brazos a muebles	6,96
Se cierra parte trasera	7,32
Se tapiza parte inferior y se colocan patas	4,67
Transporte tela para tapizado inferior	1,25
Tiempo total (1 unidad)	38,50
Tiempo total (2 unidades amueblado completo)	77,00

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágico

Tabla XXI. **Tiempo promedio de procesos en área llenado almohada**

Operación	T.C. (min)
Se abre almohada para rellenar (5 piezas)	5,78
Se separa fibra para llenado de almohada	10,80
Se llena y pesa almohada (5 piezas)	14,88
Se cose abertura (5 piezas)	6,66
Se acomoda relleno (5 piezas)	2,21
Transporte a calidad y empaque	1,30
Total de tiempo (5 unidades) amueblado completo	41,62

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXII. **Tiempo promedio de procesos en área plantilla de cartón**

Operación	T.C. (min)
Se coloca pliego de cartón y dibuja plantilla.	4,23
Se corta plantilla brazo cartón	12,50
Se dibuja y corta plantilla de brazo en esponja	7,52
Se pega plantilla esponja y cartón	8,69
Se coloca tela a plantilla y orillas cartón	5,41
Se deja secar	5,50
Se pega orillas de tela a plantilla	19,70
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	63,55

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXIII. **Tiempo promedio de procesos en área de calidad**

Operación	T.C. (min)
Asegura plantilla cartón y coloca pegamento	30,20
Se pega plantilla de tela a brazos	11,71
Se inspecciona, se limpia amueblado y se coloca almohadas	30,00
Tiempo total (amueblado)	71,91

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXIV. **Tiempo promedio de procesos en área de empaque**

Operación	T.C. (min)
Se coloca protección de esquinas y coloca empaque (mueble de 3 asientos)	7,15
Se coloca protección de esquinas y coloca empaque (mueble de 1 asiento) (2 unidades)	9,22
Espera que se empaque amueblado completo	25,00
Transporte a bodega P.T.	
Total de tiempo (Amueblado completo)	16,37

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

### 3.5.6. Cálculo tiempo estándar

El cálculo de tiempos estándar se hará con el tiempo de las operaciones en las tablas del inciso anterior. Calculándose el tiempo normal y luego el tiempo estándar de cada operación del proceso de amueblados de sala serie 100.

### 3.5.6.1. Tiempo normal

Para el cálculo del tiempo normal se tomó el tiempo promedio de cada proceso y se multiplico por la fórmula  $(1 \pm$  la calificación del operario para cada área), dichas calificaciones se encuentran en el anexo 8.

T.N. = tiempo normal

T.N = (T.C.) (calificación asignada a operario de cada área)

T.C. tendido de tela = 221,67 min

Calificación asignada operario área de corte = - 0,05

T.N. tendido de tela = 221,67 (1 – 0,05)

T.N. tendido de tela = 221,67 (0,95) = 210,58 min

Tabla XXV. **Tiempo normal de procesos en área de corte**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Tendido de tela lisa	221,67	210,58
Se marcan piezas	43,58	41,40
Corte de piezas	163,67	155,48
Se hacen tendido y marcación estampado	92,67	88,03
Corte de piezas estampadas	67,33	63,97
Se ordenan piezas para costura	205,00	194,43
Total de tiempo operaciones del área	794,00	754,00

Fuente: elaboración propia, con datos tomados en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXVI. **Tiempo normal de procesos en área de costura**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Costura tapizado brazos amueblado (6 piezas)	9,22	10,14
Se cose tapizado asiento mueble para 3	2,39	2,62
Se cose tapizado asiento mueble para 1	1,92	2,11
Se cosen piezas tapizado respaldo mueble para 1 persona	4,14	4,55
Se cosen piezas tapizado respaldo mueble para 3 personas	2,44	2,68
Se cose cojín (5 unidades)	29,80	32,80
Costura rellenos tapizado frontal	3,17	3,48
Espera pasar al área de tapicería		
Tiempo total de todas las operaciones	29,22	32,10

Fuente: elaboración propia, con datos recopilados en planta Sueños Mágicos.

Tabla XXVII. **Tiempo normal de procesos en área de estructuras**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Pieza frontal brazo (6 unidades) mueble completo	9,74	8,66
Corte curvo pieza frontal brazo (6 unidades)	10,80	9,61
Armazón de estructura brazo (6 unidades)	33,80	30,08
Espera proceso embrinado		
Asiento de mueble para tres personas	21,39	19,03
Respaldo de mueble para tres personas	22,17	19,73
Asiento de mueble para una persona (2 unidades)	24,78	22,06
Respaldo mueble para una persona (2 unidades)	15,88	14,14
Espera embrinado		
Total de tiempo amueblado completo	138,34	123,07

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXVIII. **Tiempo normal de procesos en blanqueado brazos**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se coloca tela embrinado superior	8,30	7,39
Se coloca tela embrinado lateral	12,10	10,77
Espera a pasar a blanqueado		
Se pega esponja parte trasera (6 unidades)	7,32	6,51
Se precoloca y coloca pegamento primera esponja superior (6 unidades)	4,90	4,36
Se deja secar	2,50	2,23
Se asegura primera esponja superior y precoloca segunda (6 unidades)	8,36	7,44
Se deja secar	2,40	2,14
Se asegura segunda esponja superior (6 unidades)	6,81	6,06
Se coloca pegamento en esponja para acolchonado frontal (6 unidades)	3,56	3,17
Se pegan y aseguran acolchonados frontales (6 unidades)	7,20	6,40
Se da forma a acolchonado frontal lateral (6 unidades)	12,39	11,02
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	75,84	67,50

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXIX. **Tiempo normal de procesos en blanqueado mueble 3  
asientos**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se asegura selfa asiento	1,84	2,00
Se embrina asiento	2,26	2,46
Se coloca soporte en respaldo	1,49	1,62
Se embrina respaldo	1,75	1,90
Se pega esponja corta que acolchona parte frontal	2,02	2,20
Se deja secar	1,10	1,20
Se pega segunda esponja para asiento y se coloca pegamento	1,18	1,28
Se deja secar	1,15	1,25
Se coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja.	2,57	2,80
Se deja secar	1,10	1,20
Se coloca esponja final en asiento	1,07	1,17
Tiempo total	17,52	19,09

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXX. **Tiempo normal de procesos en blanqueado muebles 1  
asiento**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se asegura selfa asiento	3,68	4,01
Se embrina asiento	4,52	4,93
Se coloca soporte en respaldo	2,97	3,24
Se embrina respaldo	3,49	3,81
Se pega esponja que acolchona parte frontal	4,04	4,41
Se deja secar	2,20	2,40
Se pega 2da esponja asiento, coloca pegamento	2,35	2,57
Se deja secar	2,30	2,51
Se coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja.	5,13	5,59
Se deja secar	2,20	2,40
Se coloca esponja final en asiento	2,15	2,34
Tiempo total	35,00	38,20

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXI. **Tiempo normal de procesos en tapicería brazos**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se coloca pliego y marca cartón tapicería	4,45	3,96
Se corta cartón	7,05	6,27
Se coloca y asegura funda superior	7,77	6,92
Se da forma acolchonados frontales y coloca plantilla de cartón	4,38	3,90
Se tapiza parte lateral	4,81	4,28
Se espera a que tapicen brazos y muebles		
Total tiempo (1 unidad)	28,46	25,36
Total tiempo (6 brazos amueblado completo)	113,26	101,01

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXII. **Tiempo normal de procesos en tapicería mueble 3 asientos**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Transporte desde blanqueado	1,50	1,34
Se coloca y asegura funda para asiento	14,37	12,79
Se coloca y asegura la funda para respaldo	9,35	8,32
Se acolchona y tapiza parte frontal	14,18	12,62
Se colocan brazos a muebles	7,51	6,68
Se cierra parte trasera	13,89	12,36
Se tapiza parte inferior y coloca patas	5,54	4,93
Transporte tela para tapizado inferior	1,15	1,02
Tiempo total (1 unidad)	67,50	60,10

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXIII. **Tiempo normal de procesos en tapicería muebles 1 asiento**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Transporte desde blanqueado	2,70	2,40
Se coloca y asegura funda para asiento	5,92	5,27
Se coloca y asegura la funda para respaldo	4,19	3,73
Se acolchona y tapiza parte frontal	5,52	4,91
Se colocan brazos a muebles	6,96	6,19
Se cierra parte trasera	7,32	6,51
Se tapiza parte inferior y colocan patas	4,67	4,15
Transporte tela para tapizado inferior	1,25	1,11
Tiempo total (2 unidades amueblado completo)	77,00	68,60

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXIV. **Tiempo normal de procesos en área plantilla de cartón**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se coloca pliego de cartón y dibuja plantilla.	4,23	3,85
Se corta plantilla brazo cartón	12,50	11,38
Se dibuja y corta plantilla de brazo en esponja	7,52	6,84
Se pega plantilla esponja y cartón	8,69	7,91
Se coloca tela a plantilla y orillas cartón	5,41	4,92
Se deja secar	5,50	5,01
Se pega orillas de tela a plantilla	19,70	17,93
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	63,55	57,83

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXV. **Tiempo normal de procesos en área llenado almohada**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se abre almohada para rellenar (5 piezas)	5,78	5,26
Se separa fibra para llenado de almohada	10,80	9,83
Se llena y pesa almohada (5 piezas)	14,875	13,54
Se cose abertura (5 piezas)	6,66	6,06
Espera para acomodación de relleno		
Se acomoda relleno (5 piezas)	2,21	2,01
Transporte a calidad y empaque	1,30	1,18
Total de tiempo (5 unidades) amueblado completo	41,62	37,88

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXVI. **Tiempo normal de procesos en área de calidad**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se asegura plantilla de cartón y se coloca pegamento	30,20	32,02
Se pega plantilla de tela a brazos (6 unidades)	11,71	12,41
Se inspecciona y limpia amueblado con almohadas	30,00	31,80
Tiempo total (amueblado)	71,91	76,22

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXVII. **Tiempo normal de procesos en área de empaque**

Operación	T.C. (min)	T.N. (min)
Se coloca protección de esquinas y se coloca empaque (mueble de 3 asientos)	7,15	7,58
Se coloca protección de esquinas y se coloca empaque (mueble de 1 asiento) (2 unidades)	9,22	9,76
Espera que se empaque amueblado completo	25,00	26,50
Transporte a bodega P.T.		
Total de tiempo (amueblado completo)	16,37	17,34

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

### 3.5.6.2. **Tiempo estándar**

El tiempo estándar se calculó multiplicando el tiempo normal del proceso y (1 + suplemento asignado). La tabla de suplementos asignados a cada área se encuentra en la tabla LI.

T.E = tiempo estándar

T.N. tendido de tela = 210,58 min

Suplemento operario área de corte = 0,19 (dato tabla LI.)

T.E. tendido de tela = 210,58 (1 + 0,19)

T.E. tendido de tela = 250,59 min

Tabla XXXVIII. **Tiempo estándar de procesos en área de corte**

Operación	T.N. (min)	T.E. (min)
Tendido de tela lisa	210,58	250,59
Se marcan piezas	41,40	49,27
Corte de piezas	155,48	185,03
Se hacen tendido y marcación estampado	88,03	104,76
Corte de piezas estampadas	63,97	76,12
Se ordenan piezas para costura	194,43	231,38
Total de tiempo operaciones del área	754,00	897,00

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XXXIX. **Tiempo estándar de procesos en área de costura**

Operación	T.N. (min)	T.E.(min)
Costura tapizado brazos amueblado (6 unidades)	10,14	12,07
Se cose tapizado asiento mueble para 3 personas	2,62	3,12
Se cose tapizado de asiento mueble para una persona	2,11	2,51
Se cosen piezas tapizado de respaldo mueble para una persona	4,55	5,41
Se cosen piezas tapizado respaldo mueble para tres personas	2,68	3,19
Se cose cojín (5 unidades)	32,80	39,00
Costura de rellenos para tapizado frontal	3,48	4,15
Tiempo total de todas las operaciones	32,10	38,20

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XL. **Tiempo estándar de procesos en área de estructuras**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Pieza frontal brazo (6 unidades) mueble completo	8,66	10,92
Corte curvo pieza frontal brazo (6 unidades)	9,61	12,11
Armazón de estructura brazo (6 unidades)	30,08	37,90
Asiento de mueble para tres personas	19,03	23,98
Respaldo de mueble para tres personas	19,73	24,86
Asiento de mueble para una persona (2 unidades)	22,06	27,78
Respaldo mueble para una persona (2 unidades)	14,14	17,80
Espera embrinado		
Total de tiempo amueblado completo	123,07	155,80

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLI. **Tiempo estándar de procesos en blanqueado brazos**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se coloca tela embrinado superior	7,39	9,31
Se coloca tela embrinado lateral	10,77	13,57
Espera a pasar a blanqueado		
Se pega esponja parte trasera (6 unidades)	6,51	8,20
Se precoloca y coloca pegamento primera esponja superior (6 unidades)	4,36	5,49
Se deja secar	2,23	2,80
Se asegura primera esponja superior y se precoloca la segunda (6 unidades)	7,44	9,38
Se deja secar	2,14	2,69
Se asegura segunda esponja superior (6 unidades)	6,06	7,64
Se coloca pegamento esponja acolchonado frontal (6 unidades)	3,17	4,00
Se pega y asegura acolchonados frontales (6 unidades)	6,40	8,07
Se da forma a acolchonado frontal lateral (6 unidades)	11,02	13,89
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	67,50	85,05

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

**Tabla XLII. Tiempo estándar de procesos en blanqueado mueble 3 asientos**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se asegura selfa asiento	2,00	2,44
Se embrina asiento	2,46	3,00
Se coloca soporte en respaldo	1,62	1,98
Se embrina respaldo	1,90	2,32
Se pega esponja corta y se acolchona parte frontal	2,20	2,69
Se deja secar	1,20	1,46
Se pega segunda esponja de asiento y se coloca pegamento	1,28	1,56
Se deja secar	1,25	1,53
Se coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja	2,80	3,41
Se deja secar	1,20	1,46
Se coloca esponja final en asiento	1,17	1,43
Tiempo total	19,09	23,30

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

**Tabla XLIII. Tiempo estándar de procesos en blanqueado muebles 1 asiento**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se asegura selfa asiento	4,01	4,89
Se embrina asiento	4,93	6,01
Se coloca soporte en respaldo	3,24	3,95
Se embrina respaldo	3,81	4,65
Se pega esponja corta acolchona parte frontal	4,41	5,38
Se deja secar	2,40	2,93
Se pega segunda esponja en asiento y se coloca pegamento	2,57	3,13
Se deja secar	2,51	3,06
Se coloca esponja pequeña frontal, esquineras y respaldo de esponja	5,59	6,82
Se deja secar	2,40	2,93
Se coloca esponja final en asiento	2,34	2,85
Tiempo total	38,20	46,60

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLIV. **Tiempo estándar de procesos en tapicería brazos**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se coloca pliego y marca cartón tapicería	3,96	4,71
Se corta cartón	6,27	7,47
Se coloca y asegura funda superior	6,92	8,23
Se da forma acolchonados frontales y se coloca plantilla de cartón	3,90	4,64
Se tapiza parte lateral	4,28	5,09
Espera a que tapicen brazos y muebles		
Total tiempo (1 unidad)	25,36	30,15
Total tiempo (6 brazos amueblado completo)	101,01	120,15

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLV. **Tiempo estándar de procesos en tapicería mueble 3 asientos**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Transporte desde blanqueado	1,34	1,59
Se coloca y asegura funda para asiento	12,79	15,22
Se coloca y asegura la funda para respaldo	8,32	9,90
Se acolchona y tapiza parte frontal	12,62	15,02
Se colocan brazos a muebles	6,68	7,95
Se cierra parte trasera	12,36	14,71
Se tapiza parte inferior y colocan patas	4,93	5,87
Transporte tela para tapizado inferior	1,02	1,22
Tiempo total (1 unidad)	60,10	71,50

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLVI. **Tiempo estándar de procesos en tapicería muebles 1 asiento**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Transporte desde blanqueado	2,40	2,86
Se coloca y asegura funda para asiento	5,27	6,27
Se coloca y asegura la funda para respaldo	3,73	4,44
Se acolchona y tapiza parte frontal	4,91	5,85
Se colocan brazos a muebles	6,19	7,37
Se cierra parte trasera	6,51	7,75
Se tapiza parte inferior y colocan patas	4,15	4,94
Transporte tela para tapizado inferior	1,11	1,32
Tiempo total (2 unidades amueblado completo)	68,60	81,60

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLVII. **Tiempo estándar de procesos en área llenado de almohada**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se abre almohada para rellenar (5 piezas)	5,26	6,21
Se separa fibra para llenado de almohada	9,83	11,60
Se llena y pesa almohada (5 piezas)	13,54	15,97
Se cose abertura (5 piezas)	6,06	7,15
Espera para acomodación de relleno		
Se acomoda relleno (5 piezas)	2,01	2,37
Transporte a calidad y empaque	1,18	1,40
Total de tiempo (5 unidades) amueblado completo	37,88	44,69

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLVIII. **Tiempo estándar de procesos en área plantilla de cartón**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se coloca pliego de cartón y se dibuja plantilla.	3,85	4,58
Se corta plantilla brazo cartón	11,38	13,54
Se dibuja y corta plantilla de brazo en esponja	6,84	8,14
Se pega plantilla esponja y cartón	7,91	9,41
Se coloca tela a plantilla y orillas de cartón	4,92	5,86
Se deja secar	5,01	5,96
Se pegan orillas de tela a plantilla	17,93	21,33
Tiempo total (6 unidades) amueblado completo	57,83	68,81

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla XLIX. **Tiempo estándar de procesos en área de calidad**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se asegura plantilla cartón y coloca pegamento	32,02	37,78
Se pega plantilla de tela a brazos	12,41	14,64
Se inspecciona, se limpia amueblado y coloca almohadas	31,80	37,52
Tiempo total (amueblado)	76,22	89,90

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla L. **Tiempo estándar de procesos en área de empaque**

Operación	T.N. (min)	T.E (min)
Se coloca protección de esquinas y se coloca empaque (mueble de 3 asientos)	7,58	8,94
Se coloca protección de esquinas y se coloca empaque (mueble de 1 asiento) (2 unidades)	9,76	11,52
Espera que se empaque amueblado completo	26,50	31,27
Total de tiempo (amueblado completo)	17,34	20,46

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

### 3.5.7. Tolerancias (suplementos)

Los suplementos se asignaron a cada área que conforma el proceso de producción tomando en cuenta diferentes factores. Los suplementos asignados para cada área fueron los siguientes:

Tabla LI. **Suplementos asignados en áreas de producción**

Área	Suplementos
Corte	0,19
Costura	0,19
Estructuras	0,26
Embrinado y blanqueado	0,22
Tapicería	0,19
Llenado almohada	0,18
Calidad y empaque	0,18

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Los diferentes suplementos asignables según las condiciones así como sus valores, fueron tomados del anexo 7.

### **3.5.8. Análisis de las operaciones**

Para elaborar los diagramas mejorados del amueblado de sala serie 100 se analizaron las operaciones que durante el estudio de tiempo se clasificaron como innecesarias, con posibilidad de disminución en tiempo de ejecución; operaciones que se podían realizar como combinadas y transportes que se podían disminuir. La técnica utilizada para el análisis del trabajo fue la de actitud interrogante las preguntas que se realizaron en las operaciones a analizar fueron:

- ¿Es necesaria?
- ¿Por qué en este lugar?
- ¿Por qué la realiza esa persona?
- ¿Por qué la realiza de esa manera?
- ¿Podría combinarse con otra operación?
- ¿Se conseguiría mejores resultados realizándola en otro lugar?

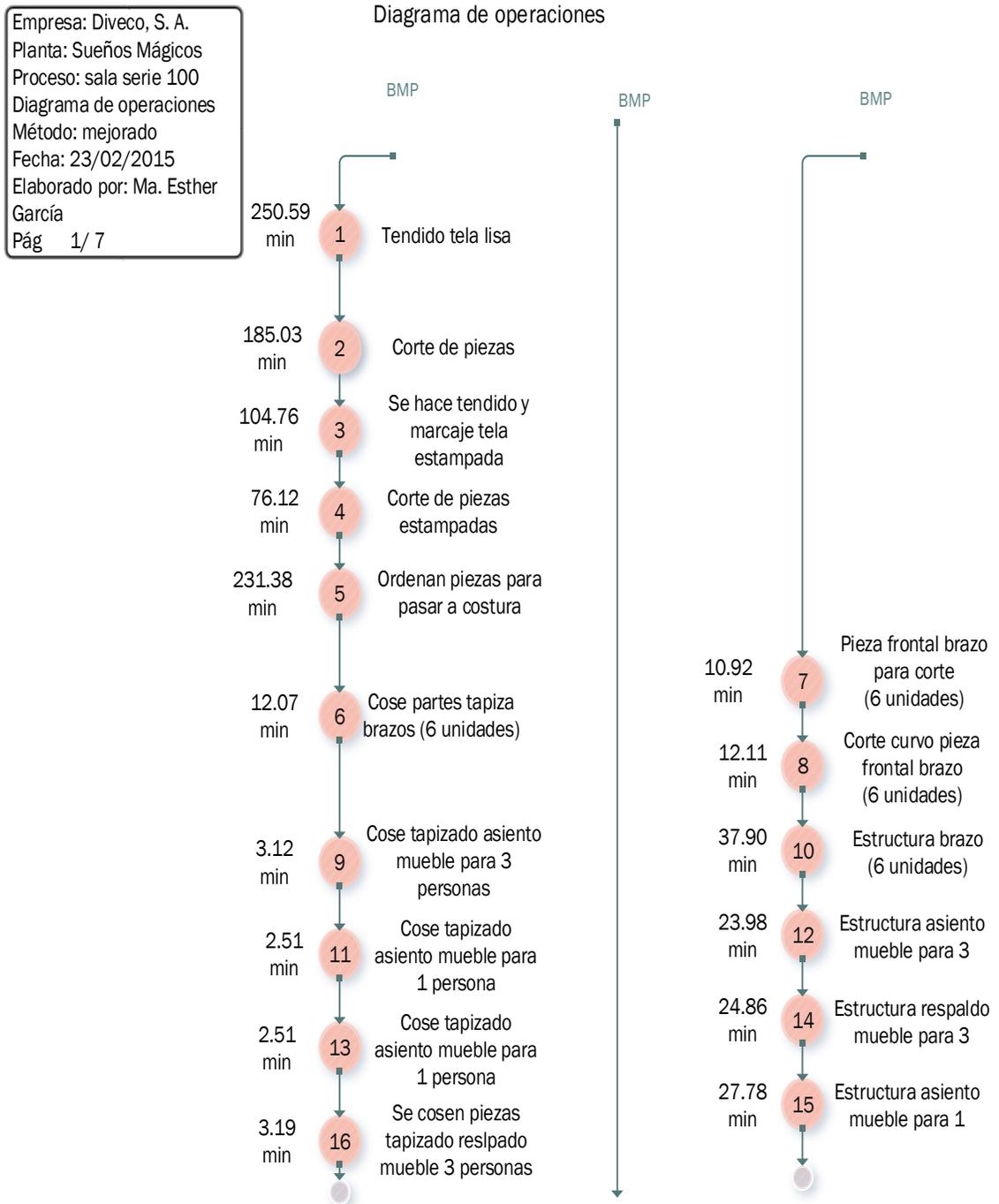
### **3.5.9. Diagramas mejorados**

Luego de someter a análisis las operaciones se obtuvieron los diagramas de operaciones, flujo de operaciones, recorrido y bimanual mejorados que se muestran en las figuras 41, 42, 43 y 44.

#### **3.5.9.1. Diagrama de operaciones mejorado**

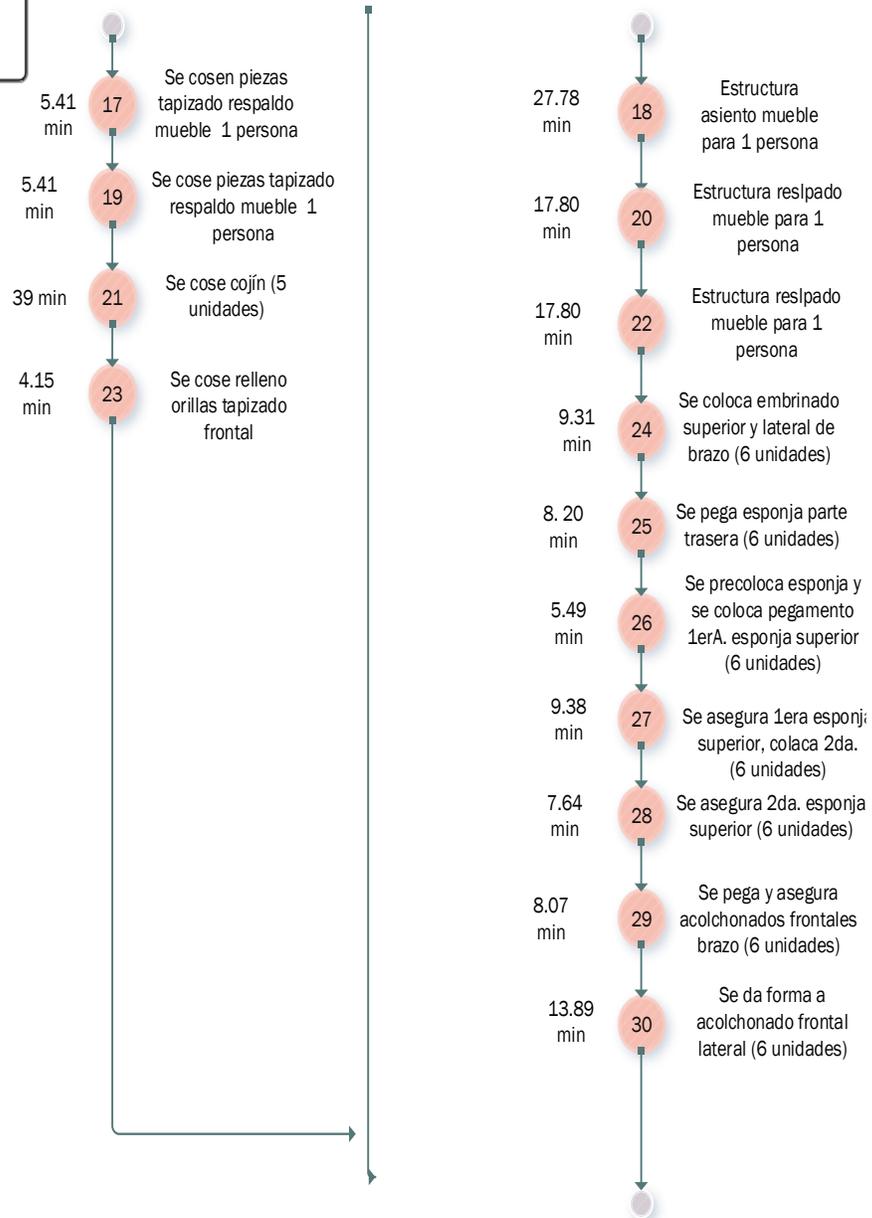
Muestra las operaciones, las operaciones combinadas y las inspecciones que son necesarias para el proceso de amueblados de sala serie 100, luego del análisis del inciso de actitud interrogante del inciso anterior.

Figura 41. Diagrama de operaciones mejorado



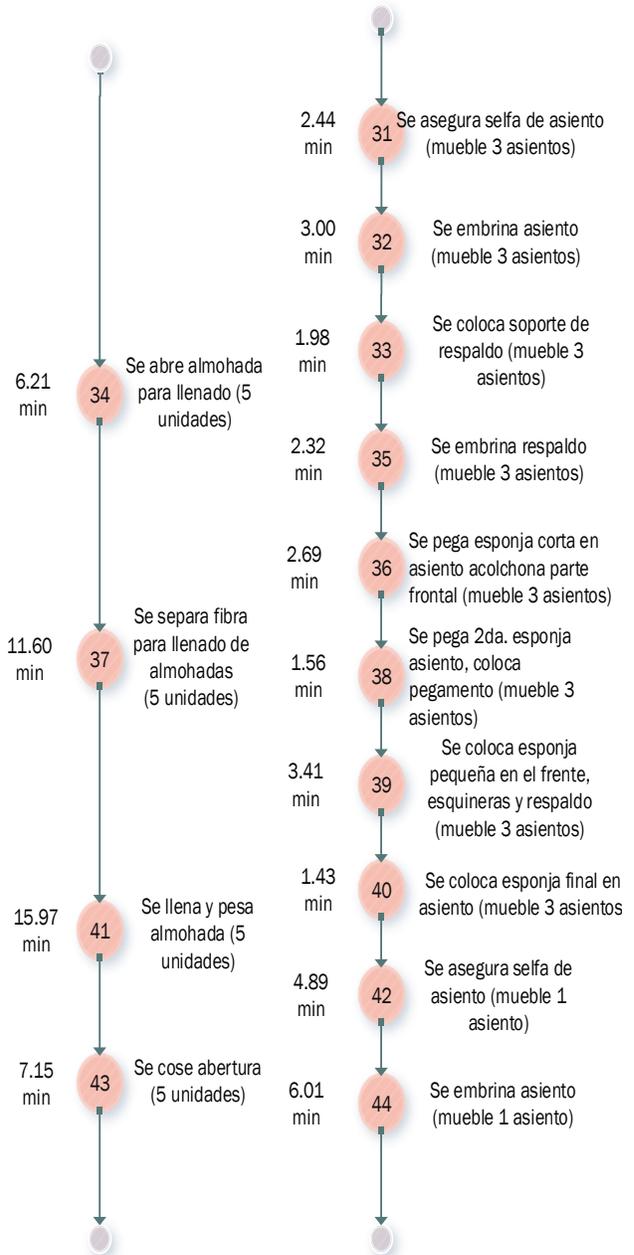
Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S.A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 2/ 7



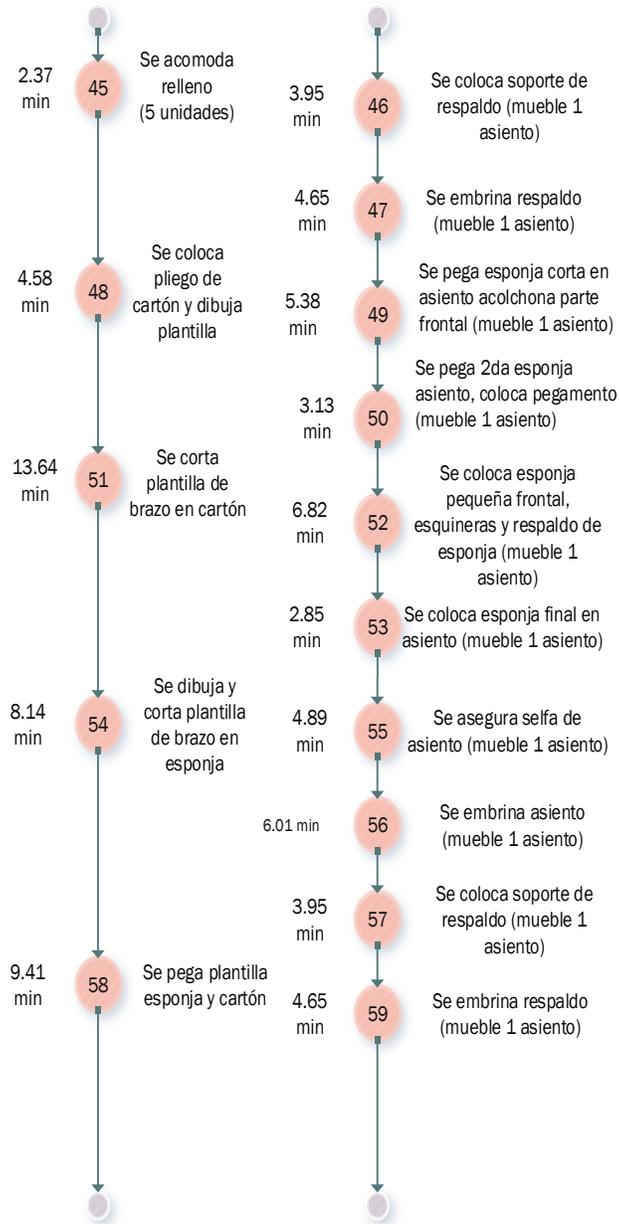
Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 3/ 7



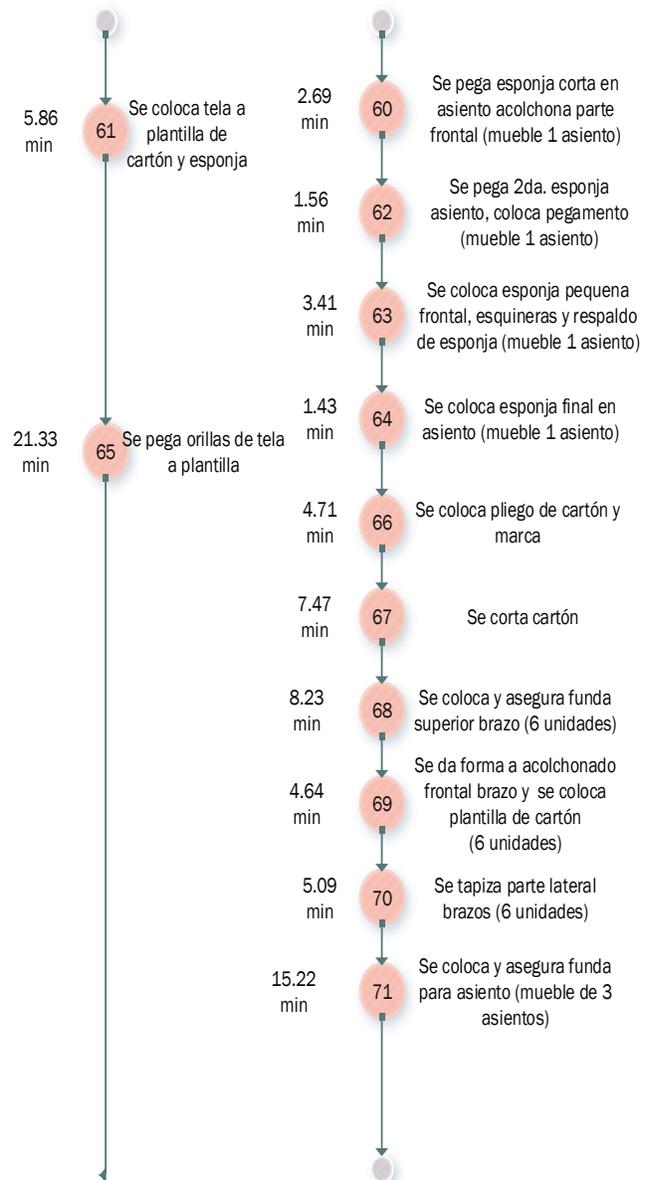
Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 4/ 7



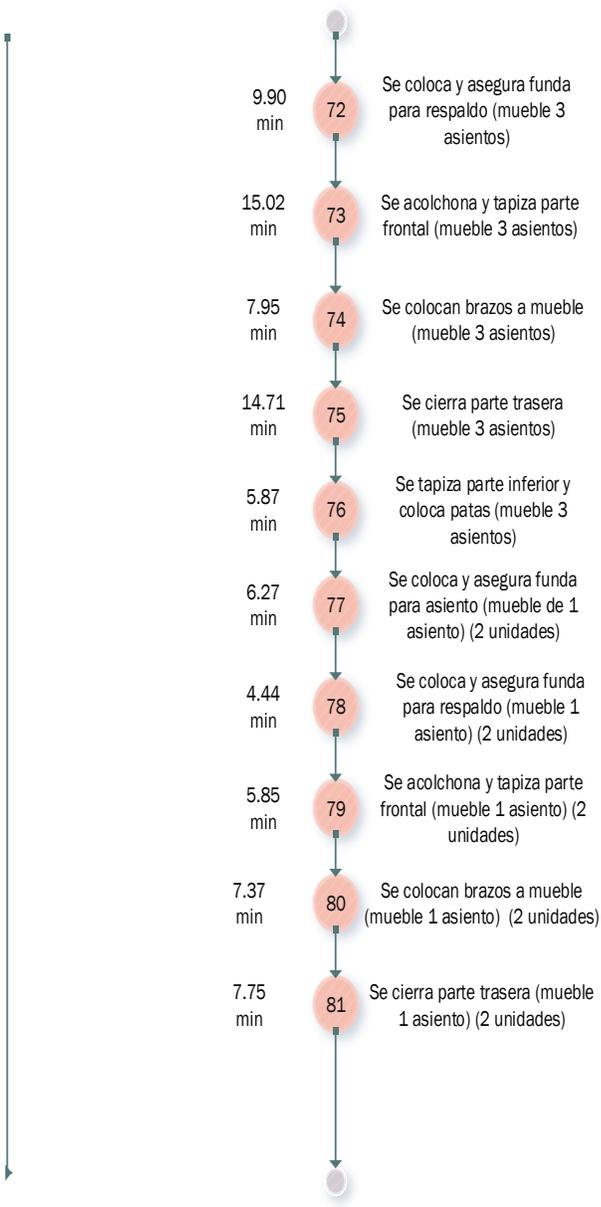
Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama de operaciones  
Método: mejorado  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 5/ 7



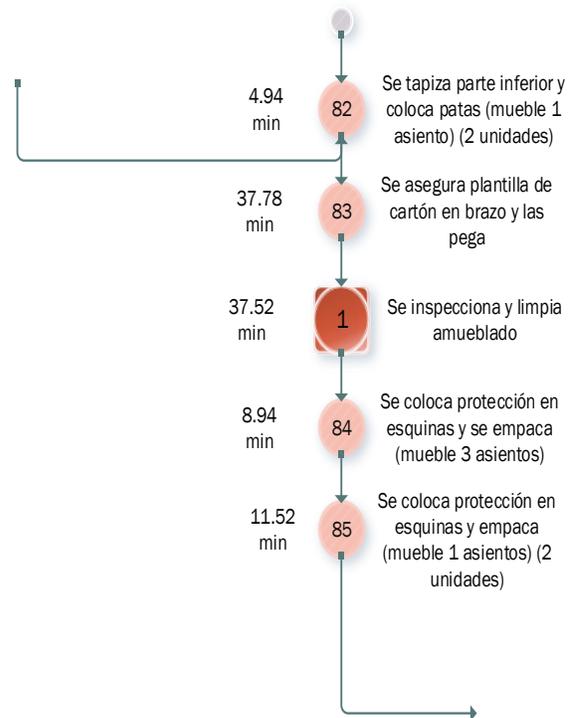
Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S. A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama de operaciones  
Método: mejorado  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 6/ 7



Continuación de la figura 41.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama de operaciones  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 7/ 7



### Resumen

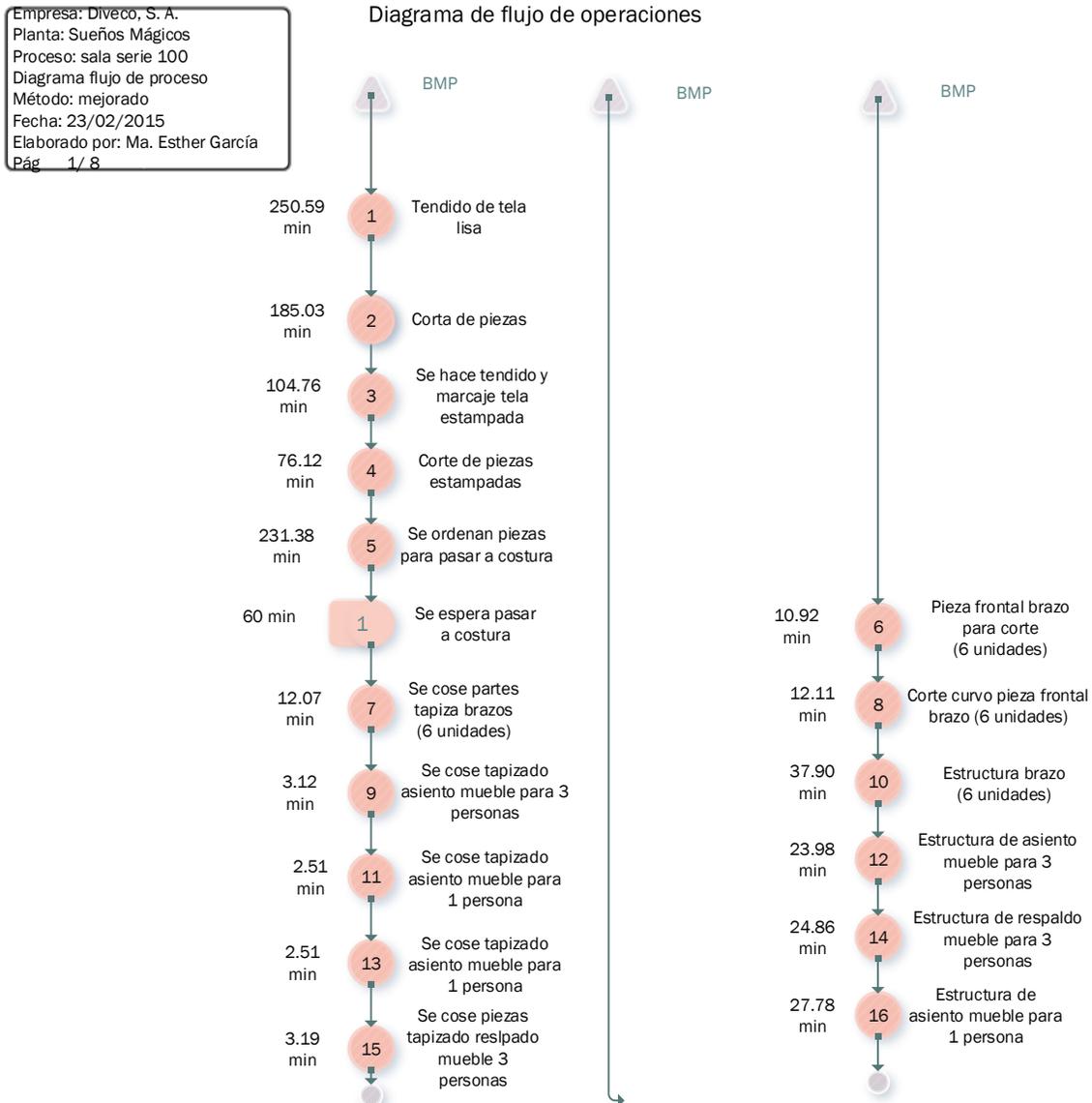
Símbolo	Nombre	Cantidad	Duración
90	Operación	85	1573.19min
	Combinada	1	37.52 min
	TOTAL	-----	1610.71 min

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.5.9.2. Diagrama de flujo de operaciones mejorado

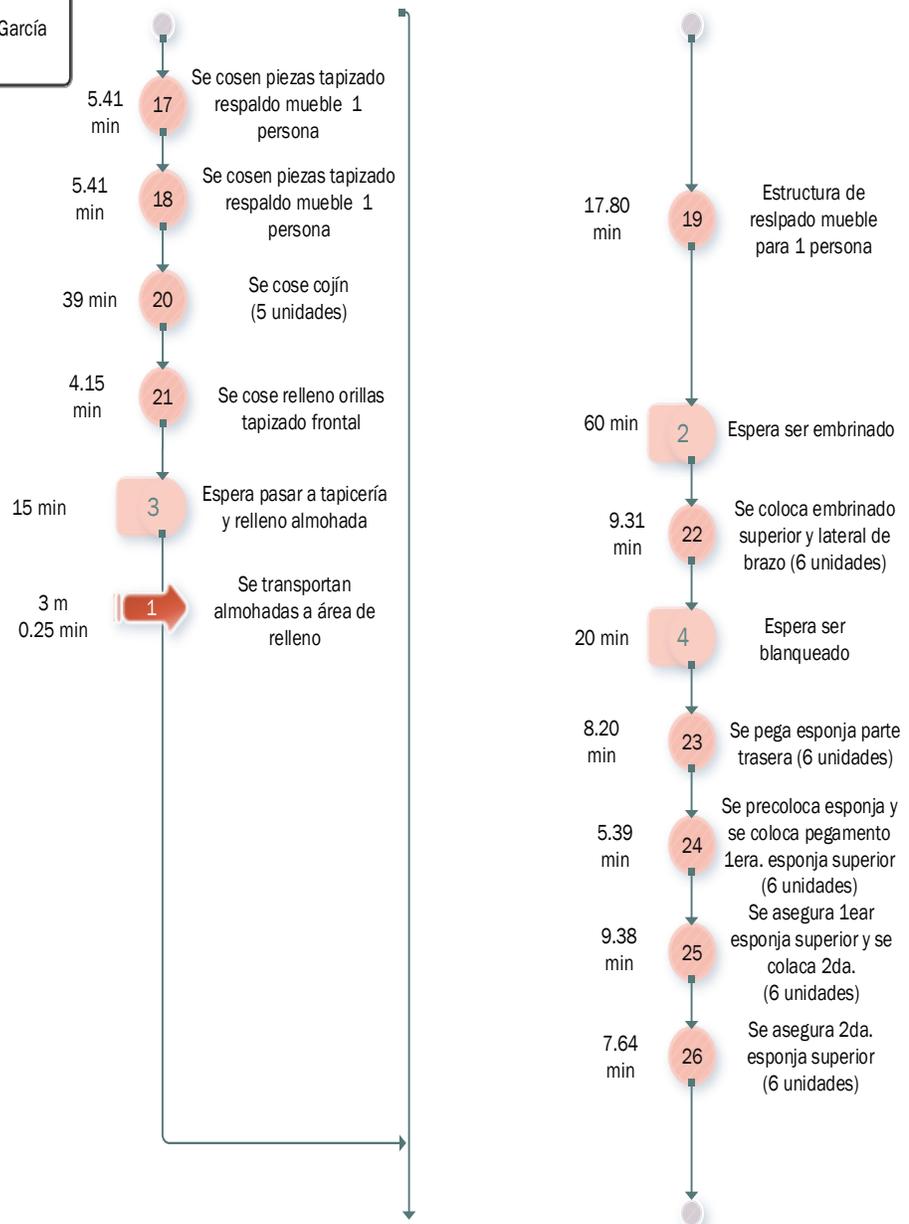
Muestra las operaciones, las operaciones combinadas, inspecciones, demoras y transportes que son necesarias para el proceso de amueblados de sala serie 100, luego del análisis de actitud interrogante.

Figura 42. Diagrama de flujo de operaciones mejorado



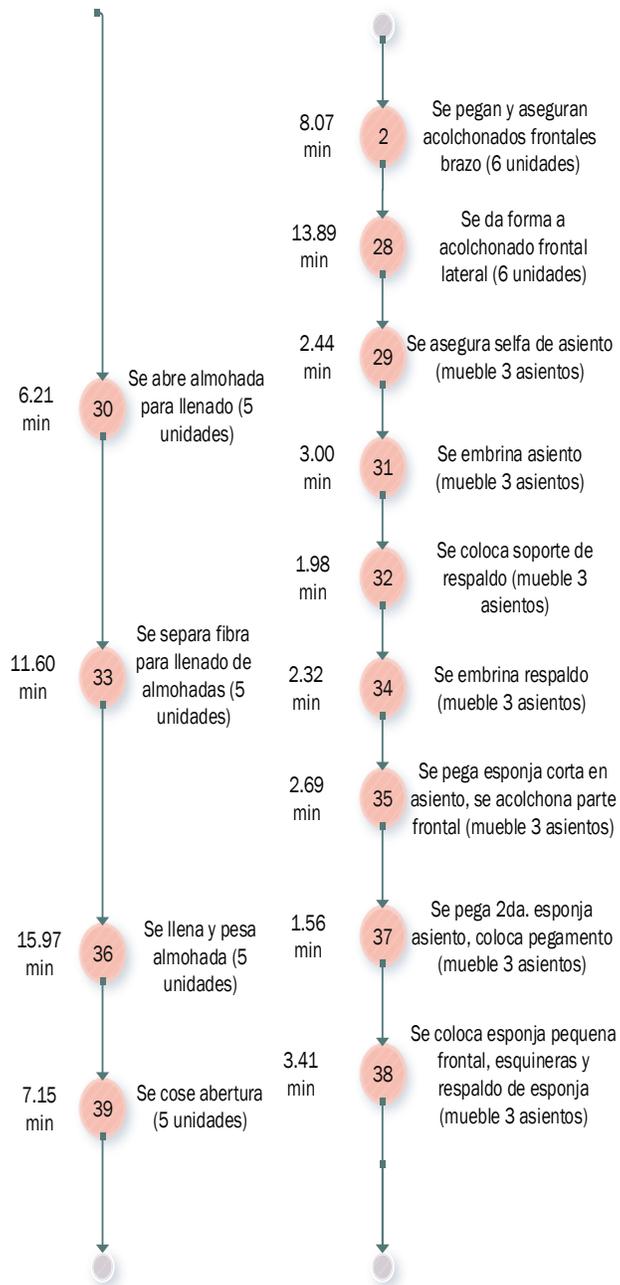
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 2/ 8



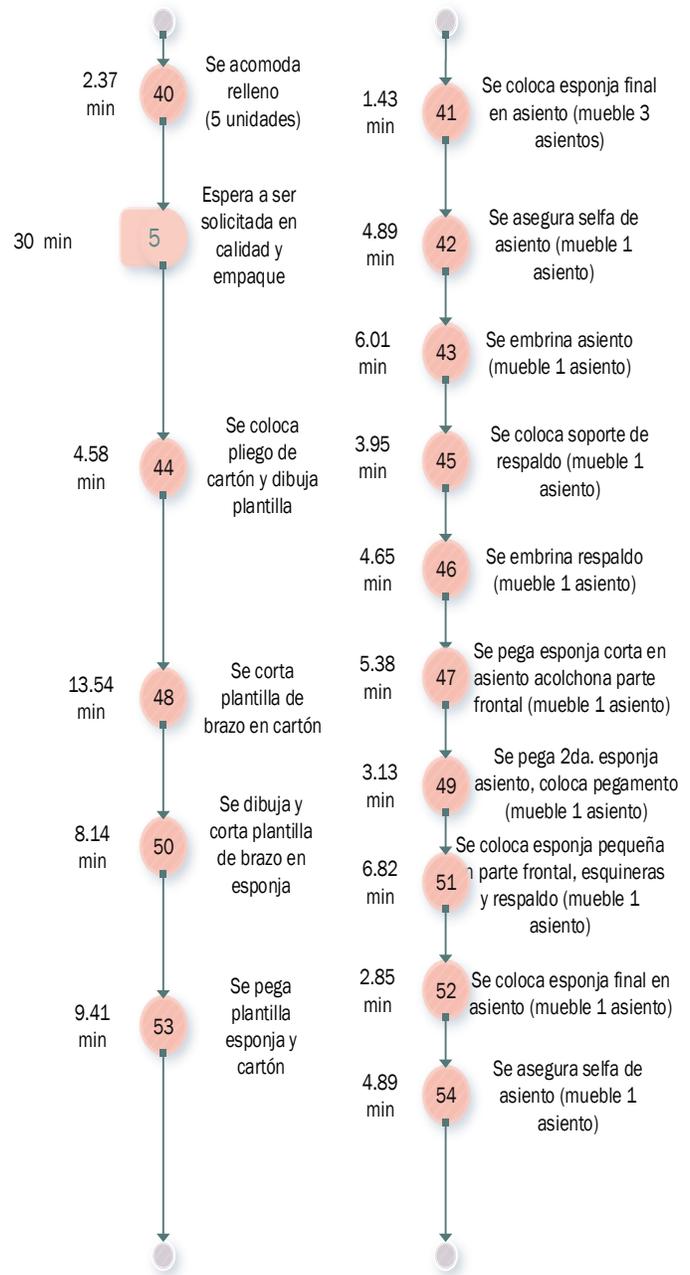
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S. A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 3/ 8



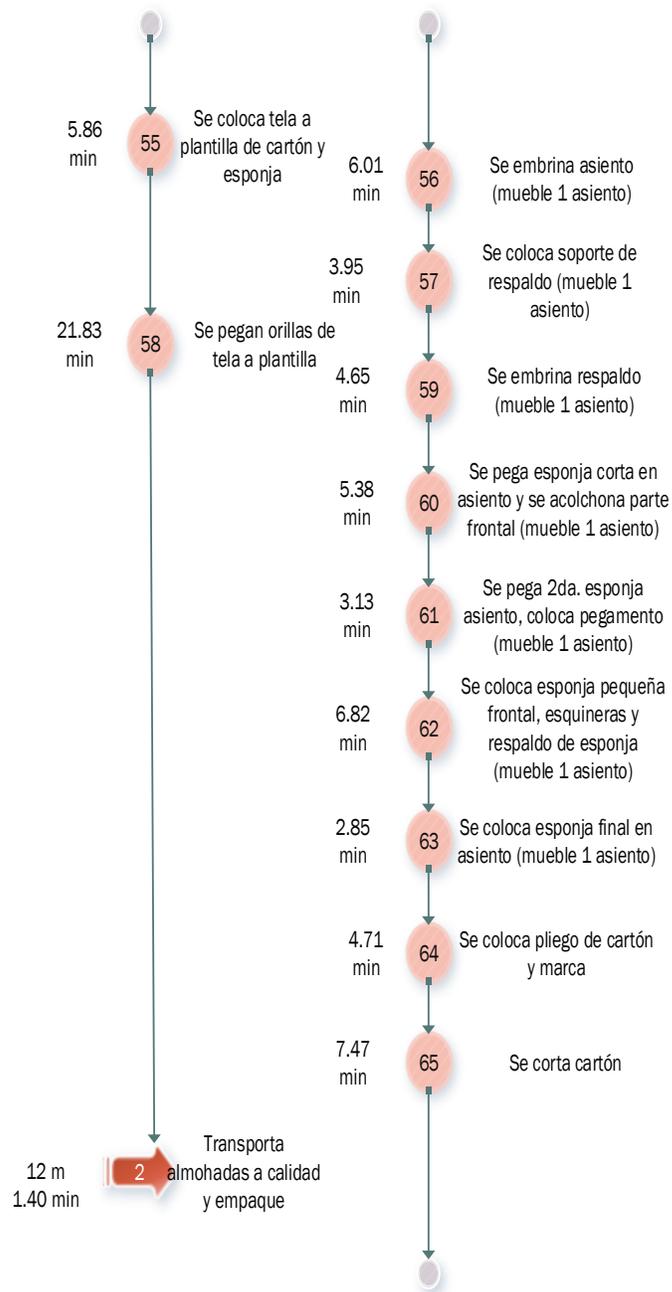
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S.A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 4/ 8



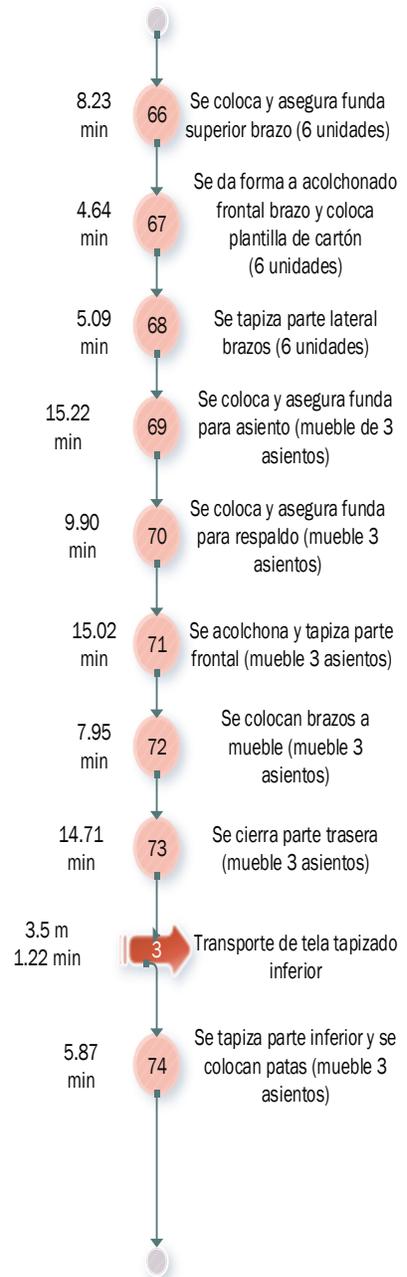
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S.A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 5/ 8



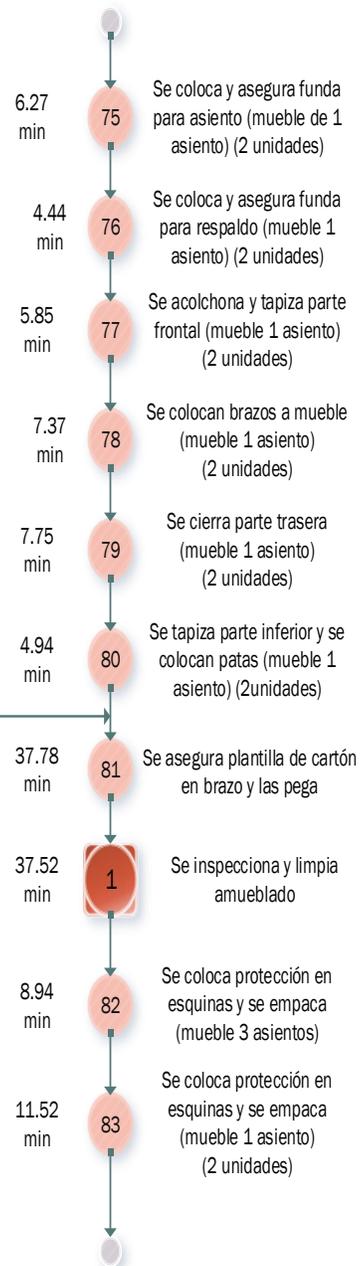
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S.A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama flujo de proceso  
Método: mejorado  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 6/ 8



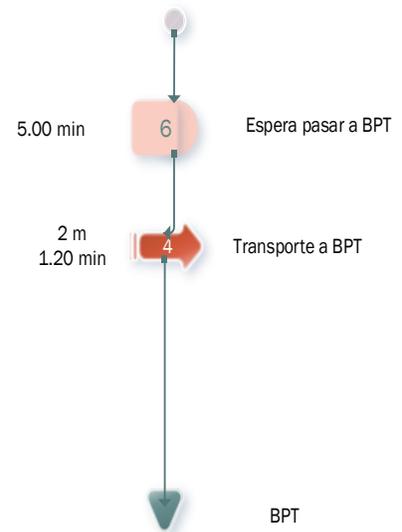
Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S.A.  
Planta: Sueños Mágicos  
Proceso: sala serie 100  
Diagrama flujo de proceso  
Método: mejorado  
Fecha: 23/02/2015  
Elaborado por: Ma. Esther García  
Pág: 7 / 8



Continuación de la figura 42.

Empresa: Diveco, S.A.  
 Planta: Sueños Mágicos  
 Proceso: sala serie 100  
 Diagrama flujo de proceso  
 Método: mejorado  
 Fecha: 23/02/2015  
 Elaborado por: Ma. Esther García  
 Pág: 8/ 8



### Resumen

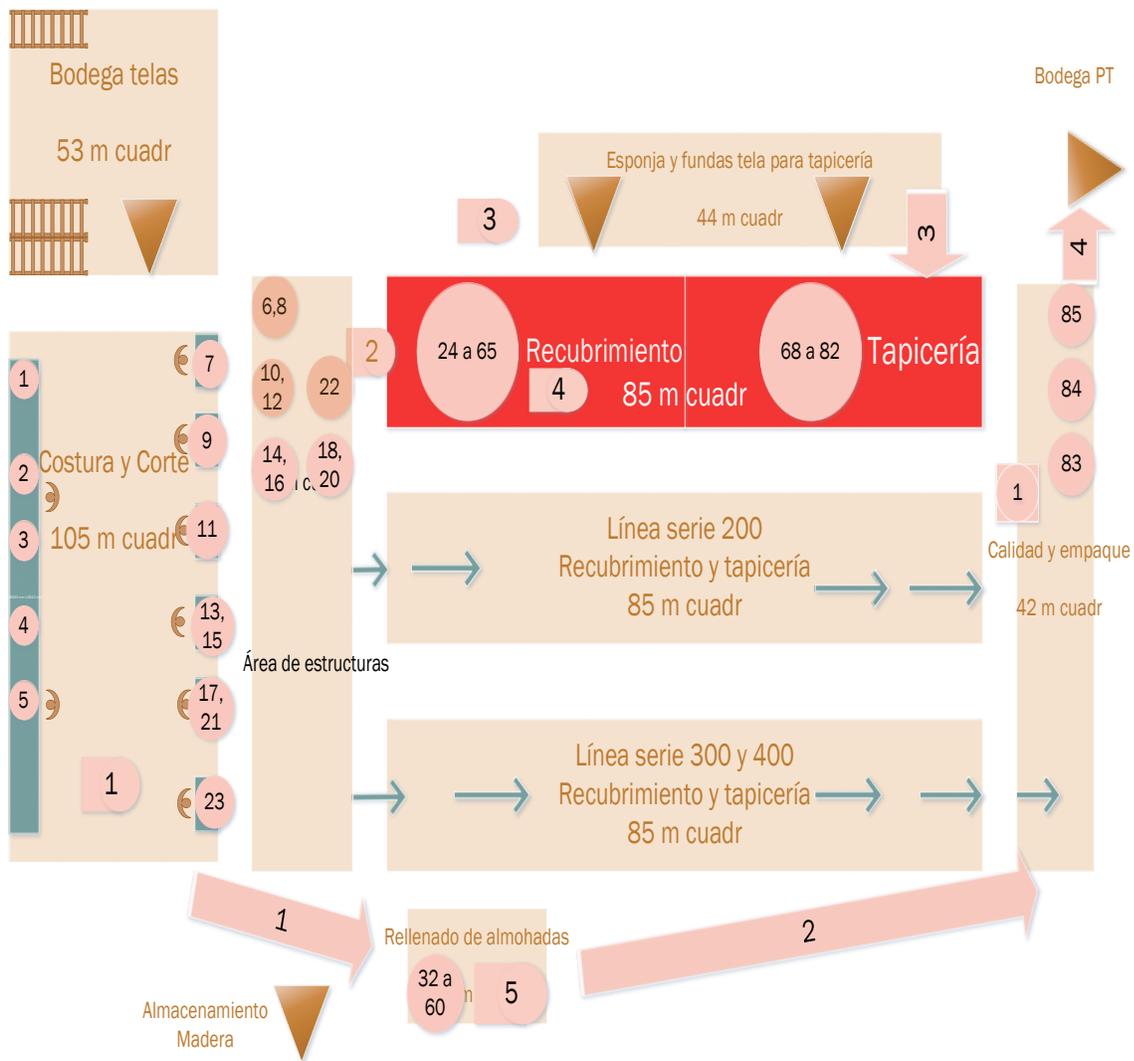
Símbolo	Nombre	Cantidad	Duración	Distancia
	Bodega	4		
	Operación	83	1536.95 min	
	Demora	6	190 min	
	Combinada	1	37.52 min	
	Transporte	4	4.07 min	20.50 m
	TOTAL		1,768.54 min	20.50 m

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.5.9.3. Diagrama de recorrido mejorado

Muestra las operaciones necesarias del proceso de amueblados de sala serie 100, luego del análisis de actitud interrogante sobre el *layout* de los lugares de trabajo.

Figura 43. Diagrama de recorrido mejorado

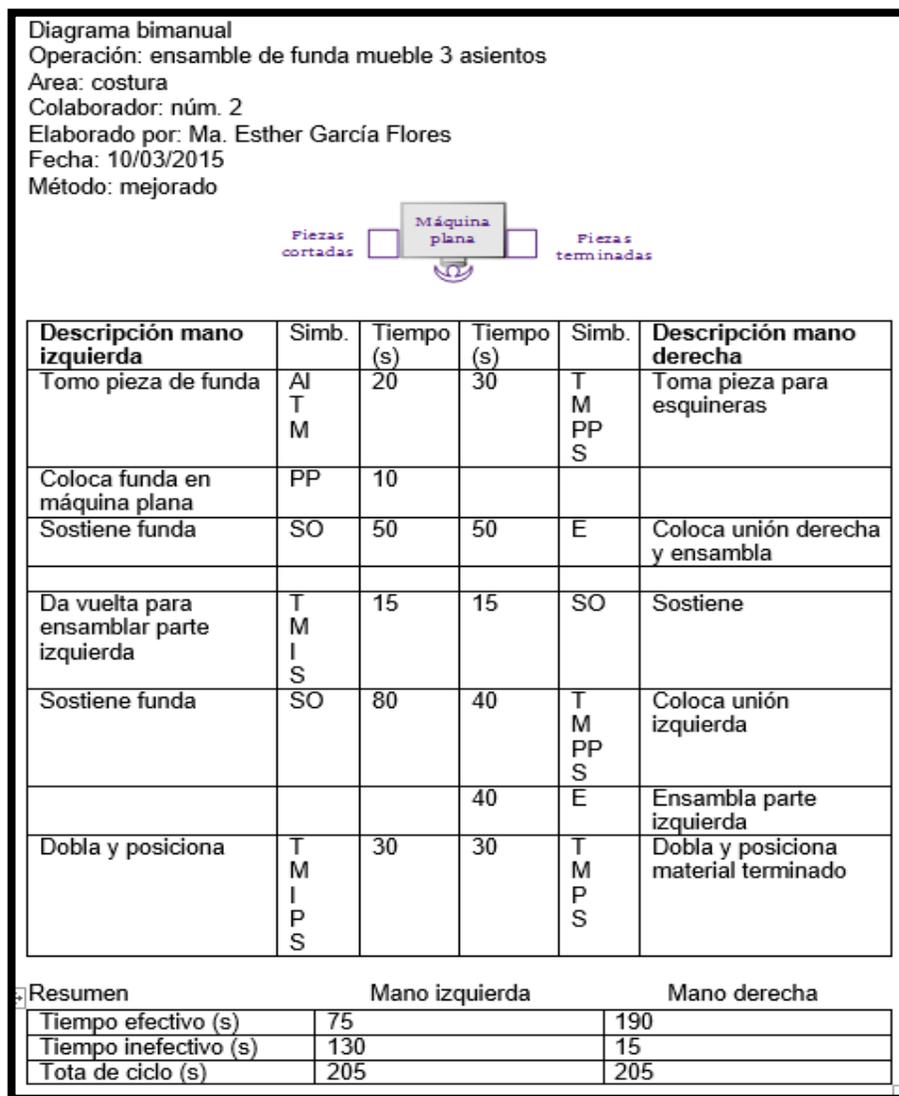


Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### 3.5.9.4. Diagrama bimanual mejorado

Muestra los micromovimientos que son necesarios para el ensamble de funda mueble 3 asientos luego del análisis de actitud interrogante.

Figura 44. Diagrama bimanual mejorado



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Microsoft Visio versión 2013.

### **3.5.10. Mejoras al método de trabajo**

En el diagrama de operaciones mejorado se puede observar que se tuvo una disminución del tiempo total del proceso de 80 minutos; esto se logró al realizar simultáneamente las operaciones de embrinado y blanqueado de los muebles de 1 asiento, operaciones que en el diagrama actual se observa que eran realizadas de manera separada.

En el diagrama de flujo mejorado se eliminaron transportes que eran innecesarios al detectar que uno satisfacía la necesidad de materia prima para las operaciones; los otros transportes lograron una disminución del tiempo de ejecución y distancia por medio de una reacomodación de lugares de trabajo; dicho tiempo fue de 12,97 minutos y la distancia mejoró en 52,5 m.

En el diagrama de flujo de operaciones mejorado se logra apreciar el impacto de la mejora de tiempo; a la vez se logran eliminar las esperas del área de blanqueado por medio de una mejora en el método de aplicación de pegamento, al cambiar el tradicional utilizado en el diagrama de flujo actual por un pegamento que contiene agua, el cual seca desde su aplicación.

La mejora en el tiempo del diagrama de flujo de operaciones fue de 618,70 minutos entre combinación de operaciones, eliminaciones de demoras y transportes innecesarios. En el diagrama bimanual mejorado se pudo eliminar a través de una mejora en la estación de trabajo, eliminando movimientos de categoría cinco que involucran todo el cuerpo y movimientos en zigzag, logrando una mejora de 43 s en el ciclo completo.

### 3.5.11. Balance de líneas

El balance de líneas permite conocer el número adecuado para cada estación de trabajo, la operación más lenta del proceso, la capacidad de producción al existir un equilibrio en las estaciones para poder alcanzar una eficiencia deseada (en este caso la eficiencia deseada la determina la administración de la nueva planta de amueblados de salas). El tiempo de operación para el balance de líneas se toma de los tiempos estándar obtenidos, para todo el proceso de producción de amueblados de sala serie 100.

#### 3.5.11.1. Cálculo de eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se debe tener el tiempo total de las operaciones que integran cada estación del proceso de amueblados de salas serie 100. Los tiempos estándar de cada estación quedan de la siguiente manera:

Tabla LII. **Tiempos estándar de cada estación**

Número de operación	Operación	Tiempo estándar (min)
1	Costura de piezas amueblado completo	38,20
2	Estructura de madera, mueble de 1 asiento	64,54
3	Estructura de madera, mueble de 3 asientos	55,16
4	Blanqueado de brazos (6 unidades)	85,05
5	Blanqueado de muebles de 1 y 3 asientos	69,90
6	Tapizado de amueblado completo	273,25
7	Almohada y plantillas	113,50
8	Calidad	89,90
9	Empaque	20,40

Fuentes: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Tabla LIII. **Minutos estándar permitidos**

Número de operación	Minutos para realizar la operación	Tiempo de espera según operación más lenta	Minutos estándar permitidos
1	38,20	235,05	273,25
2	64,54	268,71	273,25
3	55,16	218,09	273,25
4	85,05	188,20	273,25
5	69,90	203,35	273,25
6	273,25	-----	273,25
7	113,50	159,75	273,25
8	89,90	183,35	273,25
9	20,46	252,79	273,25
TOTAL	809,96	-----	2 459,25

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

$\Sigma ME$  = sumatoria de minutos estándar

$\Sigma MP$  = sumatoria de minutos estándar permitidos

$$\text{Eficiencia} = \frac{\Sigma ME}{\Sigma MP} \times 100 = \frac{809,96}{2\,459,25} \times 100 = 32,94 \%$$

La eficiencia que se tiene antes del balance de líneas es de 32,94 %; esta se obtiene de la sumatoria de los minutos estándar de todas las operaciones del proceso dividido entre la sumatorio de minutos estándar permitidos (se rigen de la operación más lenta).

### 3.5.11.2. Cálculo de eficacia

La producción al hacer el balance de líneas aumenta a 276 amueblados al mes (dato obtenido del inciso 3.5.11.4.). El objetivo a alcanzar será en tema de calidad del producto terminado; este será el mismo que para el inciso 3.4.2 de 95 % de la producción real.

Producción real luego del balance de líneas = 276 amueblados de salas

95 % producción real =  $276 (0,95) = 262$  amueblados de salas

Asumiendo que la tendencia de rechazo se mantendrá como la que se tuvo en el inciso 3.4.2.; 12,20 % de la producción real.

Se rechazarán por defectos mensualmente:

276 unidades  $(0,1220) = 34$  unidades

Se tendrá una aceptación mensual de:

276 unidades – 34 unidades = 242 unidades

242 unidades representa = 87,68 % de la producción; luego del balance de líneas.

El porcentaje de eficacia de calidad luego del balance de líneas es de:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Objetivo alcanzado}}{\text{Objetivo propuesto}} = \frac{87,68}{95} \times 100 = 92,29 \%$$

El objetivo de calidad de producto terminado solicitado por la empresa se cumplirá en un 92,29 %.

### 3.5.11.3. Número de personas

Tiempo ocioso = 100 – eficiencia (dato inciso 3.5.9.1)

Tiempo ocioso = (100 – 32,94) = 67,06 %

Cálculo de personas:

$$N = R \times \Sigma MP = R \times \frac{\Sigma ME}{Ef}$$

Para calcular R se debe conocer que la meta diaria que solicita la empresa para el balance de líneas es de 15 amueblados diarios en una jornada diurna (8 h x 60 = 480 minutos).

Se debe producir diario:

$$R = \frac{15 \text{ amueblados}}{480 \text{ minutos}} = 0,031 \text{ amueblados por minuto}$$

Eficiencia deseada (Ef) = 90 % (porcentaje solicitado por la administración de la empresa).

$\Sigma ME$  = sumatoria de minutos estándar permitidos (dato de inciso 3.5.11.1)

$$N = (0,031) \left( \frac{809,96}{0,90} \right) \approx 28 \text{ personas}$$

Tabla LIV. **Distribución de colaboradores para cada estación de trabajo**

Número de operación	Minutos estándar	$\frac{M.E}{MP}$ (min)	# Personas
1	38,2	1,19	1
2	64,54	2,02	2
3	55,16	1,72	2
4	85,05	2,66	3
5	69,90	2,18	3
6	273,25	8,54	9
7	113,50	3,55	4
8	89,90	2,81	3
9	20,46	0,64	1
Total	-----	-----	28

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la planta Sueños Mágicos.

#### 3.5.11.4. Producción

Para obtener la producción del balance de líneas se calcula la estación más lenta de trabajo dividiendo los minutos estándar entre el número de personas.

Tabla LV. **Operación más lenta**

Número de operación	$\frac{Min.estandar}{\# personas}$ (min)
1	38,20
2	32,27
3	27,58
4	28,35
5	23,30
6	30,36
7	28,38
8	29,97
9	20,46

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos planta Sueños Mágicos.

Producción línea: de la tabla anterior se tiene que la operación más lenta de la línea es la operación # 1 con 38,20 minutos.

$$\text{Producción/h} = \frac{(\# \text{ personas operación más lenta})(60)}{\text{Min. estándar operación más lenta}} = \frac{(1 \times 60)}{38,20} = 1,57 \text{ unidades/h}$$

$$\text{Producción diaria} = (1,57 \text{ unidades/hr}) (8 \text{ hr}) = 12,57 \text{ unidades}$$

$$\text{Producción diaria} \approx 13 \text{ unidades}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{13 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}} \times 100 = 86,67 \%$$

Al hacer el balance de líneas se tendría un aumento del 20 % en eficiencia de producción en comparación de la eficiencia obtenida con el método actual de trabajo de 66,40 %.

$$\text{Representa en unidades} = (\text{unidades por h}) (\text{h a la semana jornada diurna})$$

$$\text{Producción semanal} = (1,57 \text{ unidades/h}) (44 \text{ h}) = 69 \text{ unidades}$$

$$\text{Producción mensual} = 69 \text{ unidades} (4 \text{ semanas}) = 276 \text{ unidades}$$

$$\text{Producción mensual antes de balance de líneas} = 166 \text{ unidades}$$

$$\text{Producción mensual al hacer el balance de líneas} = 276 \text{ unidades}$$

Aumento en producción mensual de:

$$(276 \text{ unidades} - 166 \text{ unidades}) = 110 \text{ unidades}$$

## **4. CAPACITACIÓN DE PERSONAL SOBRE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

La necesidad de capacitar al nuevo personal de la planta de amueblados de salas en temas de seguridad industrial surge de cumplir con el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y con ciertos requisitos del seguro que brinda su respaldo a Diveco, S. A.

Los requisitos que influyen en el aumento de la prima del seguro y que están en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 son:

- Brigada contra incendios y primero auxilios
- Uso de equipo de protección personal
- Número de extinguidores proporcional a la capacidad de producción, materia prima y producto terminado en bodega.

Se realizó una encuesta al personal operativo y administrativo para medir el porcentaje de los colaboradores que tenía conocimiento del uso y tipos de extinguidores, cuando utilizar cada uno, qué puede ocasionar un incendio y los tipos de incendio, teniendo los siguientes resultados:

- El 81 % de los colaboradores jamás han utilizado un extinguidor.
- El 38 % no tienen claro qué se debe hacer en caso de un incendio.
- El 40 % no sabe los factores que provocan un incendio.

- El 91 % no conoce otra forma de controlar o apagar un incendio aparte del agua o el extinguidor de agua.

El formato de la encuesta y los resultados de la misma se encuentran en los apéndices 1, 2 y 3.

#### **4.2. Plan de capacitación**

- **Objetivos**
  - Concientizar al personal sobre la importancia del uso de equipo de protección personal para las operaciones que realizan.
  - Tener capacitado al 100 % de los colaboradores en el uso de extinguidores en caso de siniestro.
  - Cumplir con el requerimiento del Acuerdo Gubernativo 229-2014, que obliga a las empresas a capacitar al personal en temas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- **Estrategias**
  - Llevar a cabo la capacitación dividida en parte teórica y práctica.
  - Evaluar al personal sobre conocimientos de equipo de protección personal antes y después de la capacitación.

- Hacer un estudio previo a la capacitación sobre equipo de protección personal y determinar el equipo adecuado para cada área de producción, así como identificar en qué áreas cumple el personal con su uso.
- Resultados esperados
  - Disminución en el porcentaje de personal que comete actualmente actos inseguros por falta de uso equipo protección personal.
  - Lograr que los colaboradores comprendan el beneficio propio al utilizar el equipo de protección personal.
  - La familiarización de los colaboradores con el correcto uso de un extinguidor en caso de siniestro.

#### **4.2.1. Programa de actividades**

La siguiente tabla muestra cronológicamente las fechas de las actividades que se llevaron a cabo en la capacitación de uso de extinguidores, jornada en que se impartió, duración, tipo de evaluación y recursos necesarios.

**Tabla LVI. Capacitación: uso adecuado de extinguidores (servicio técnico de extinguidores)**

Fecha	Horario	Duración	Tipo de evaluación
11 de febrero de 2015	Matutino	20 minutos	Evaluación de conocimientos existentes previo a la capacitación

Continuación tabla LVI.

13 de febrero de 2015	Matutino	2 hrs	Evaluación oral durante la parte teórica
23 de febrero de 2015	Matutino	15 minutos	Evaluación posterior a capacitación

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Contenido de capacitación

El contenido teórico y práctico, los responsables de cada actividad de la capacitación y los recursos a utilizar se detallan en la siguiente tabla.

Tabla LVII. **Contenido de capacitación sobre uso de extinguidores**

Contenido de capacitación	Responsables	Recursos a utilizar
<b>Parte teórica:</b> - Tipos de incendios - Factores que intervienen en un incendio, triángulo del fuego - Métodos de extinción de un incendio - Tipos de extinguidores - Extinguidor correcto para cada tipo de incendio - Técnica de P.A.S.S. para el uso de un extinguidor	- Encargado de la empresa Servicio Técnico de Extinguidores - Epesista - Facilitador del área de producción de amueblados de salas	- Cañonera - Laptop - Audio - Salón de conferencias - Sillas - Cables de conexión - Fotocopias - Lapiceros
<b>Parte práctica:</b> - Práctica de P.A.S.S. con cada uno de los colaboradores - Práctica del uso del extinguidor de acuerdo a la dirección del viento - Accionamiento de extinguidores dentro de la planta.	- Encargado de la empresa Servicio Técnico de Extinguidores - Epesista	- Extinguidores tipo ABC - Extinguidores tipo A - 2 galones de combustible

Fuente: elaboración propia.

### **4.2.3. Metodología**

Los métodos que se utilizaron para capacitar al personal sobre temas de seguridad industrial fueron:

- Método deductivo y método pasivo: estos se aplicaron durante la exposición de los diferentes tipos de incendio que existen, los tipos de extinguidores, en qué ocasiones se debe utilizar cada tipo de extinguidor y la forma correcta en que se debe sostener y accionar un extinguidor.
- Método inductivo y método activo: estos se aplicaron en la parte práctica de la capacitación en donde se lograron reforzar los conocimientos adquiridos en la exposición a través del uso de extinguidores de dióxido de carbono en un espacio abierto.
- Método expositivo y método verbalístico: aplicándose durante la exposición del tema uso correcto de extinguidores.
- Método analógico o comparativo: se aplicó durante la exposición al comparar las diferentes situaciones en las que sí sirve un tipo de extinguidor y en cuáles no será útil. Se compararon también las diferentes causas o fuentes de incendio que existen.

### **4.3. Evaluación**

Las evaluaciones que se realizaron fueron dos: la primera a través de una encuesta previo a la capacitación del uso de extinguidores y sobre la concientización de la importancia del uso de equipo de protección personal; la

segunda fue a través de observaciones de los cambios propuestos de las diferentes áreas de producción en tema de seguridad industrial.

Se evaluó el porcentaje de colaboradores que utilizaron su equipo de protección personal posterior a la capacitación y concientización del uso del mismo.

#### **4.4. Resultados**

- Se logró un 100 % de participación al tener 32 colaboradores de área de producción y administrativa, participando de la capacitación y garantizando que todos adquirieran el conocimiento de los pasos a seguir para usar un extinguidor; los mismos se dieron a través de una charla informativa y usando extinguidores de dióxido de carbono.
- Se logró alcanzar un 70 % de conocimiento de los colaboradores acerca de las diferentes causas de incendio y la clasificación de los mismos, para garantizar el uso correcto de los tipos de extinguidores según tipo de incendio (resultados medidos por medio de un examen escrito de sondeo realizado 15 días después de la capacitación; el formato de la evaluación y los resultados se encuentran en los apéndices 2 y 3).
- Los colaboradores pudieron accionar extinguidores de dióxido de carbono y de agua, para practicar los pasos a seguir al utilizar un extinguidor.
- Se erradicó el pensamiento de los colaboradores acerca de que los extinguidores son peligrosos y representan un peligro de explosión.

- Se logró aumentar el porcentaje de uso de equipo de protección personal en los colaboradores.
- Se disminuyeron condiciones inseguras localizadas en la empresa durante diferentes observaciones, previo a realizar la capacitación y la concientización en el personal sobre el uso de equipo de protección personal.
- Se cotizaron y enlistaron los elementos que se deben comprar para tener un botiquín de primeros auxilios en la planta.
- Se realizó un análisis del equipo necesario de protección personal para cada área de producción.



## CONCLUSIONES

1. A través de cálculos matemáticos se determinó que el equipo adecuado para abastecer de aire comprimido al área de producción de la nueva planta de amueblados de sala es un compresor tipo tornillo de 10 hp, un tanque de almacenamiento de 500 l y un secador refrigerativo.
2. El plan de mantenimiento se registrará por medio de listas de verificación que se llevarán a cabo para la herramienta neumática dos veces al día, para el compresor cada trimestre y para el mantenimiento de tuberías, debe ser anual.
3. El diagrama de flujo de proceso actual mostró que la capacidad de producción mensual es de 166 amueblados de sala y el tiempo de producción de un amueblado supera las 7 horas.
4. La eficiencia de la propuesta de mejora es mayor en un 20 % a la eficiencia del proceso actual, teniendo una variabilidad de 0,13 % en la eficacia del proceso actual con la de la propuesta de mejora.
5. El estudio de tiempos identificó que existe poca consistencia y esfuerzo por parte de los colaboradores en las áreas de estructuras y tapicería.
6. Se logró que el 100 % de colaboradores alcanzará más de un 70 % de conocimientos sobre incendios y uso de extinguidores, después de realizarse el plan de capacitación.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda al facilitador del área de producción de la nueva planta de amueblados de sala:

1. Comprar y abastecer un botiquín de primeros auxilios en cumplimiento con el Acuerdo Gubernativo 229-2014.
2. Programar una capacitación de retroalimentación sobre el uso de extinguidores durante el 2016.
3. Llevar un control de cumplimiento de los colaboradores con el equipo de protección personal asignado a cada área de producción.
4. Implementar un control de calidad que permita detectar de qué área proviene la mayor cantidad de desperfectos de los amueblados de sala rechazados.

Al jefe del Departamento de Mantenimiento:

5. Asignar a un mecánico para que verifique todos los informes de mantenimiento de 1 500 y 2 500 horas proporcionados por Kaeser Compresores de Guatemala.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS SOLE, Antonio. *Neumática e hidráulica*. 2a ed. Barcelona: Editorial Marcombo S. A., 2001. 436 p.
2. Empresa Eléctrica de Guatemala. *Normas de la empresa eléctrica de Guatemala (acometidas)*. Guatemala. 2004. 39 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. HEIZER, Jay. *Principios de administración de operaciones*. 5a ed. México: Prentice Hall, 2004. 638 p.
5. ILLESCAS RUANO, Ricardo Bladimir. *Control de producción y diseño de una banda transportadora para la fabricación de bases de madera para la industria de camas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 186 p.
6. Ingeniería Rural. *Distribución de planta*. España, 2009. 14 p.
7. Juki América. *Manual de instrucciones DDL-8700A-7*. México, 2010. 57 p.
8. Kaeser de Guatemala. *Manual de compresores de tornillo serie SM*. Colombia, 2010. 11 p.

9. \_\_\_\_\_ . *Manual de depósitos aire comprimido. Guatemala, 2011.*  
3 p.
10. \_\_\_\_\_ . *Manual de secadores refrigerativos serie TAH/TBH/TCH.*  
Alemania, 2011. 7 p.
11. \_\_\_\_\_ . *Técnica de aire comprimido. Alemania, 2011.* 21 p.
12. KONZ, Sthepan. *Manual de distribución de plantas industriales.*  
(Volumen 2). México: Limusa, 1992. 420 p.
13. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Reglamentos de salud y seguridad ocupacional, Acuerdo Gubernativo 229-2014.*  
Guatemala, 2014. 23 p.
14. MORÁN MARROQUÍN, Miriam Adela. *Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 114 p.
15. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos.* 9a ed. Colombia: Alfaomega, 2000. 880 p.

16. NIJ PATZÁN, Elías Felipe. *Planteamiento de mejoras en el centro de producción zona 12, posterior al análisis de las instalaciones actuales y del proceso de producción, en la empresa Alimentos Generales (Pan Pavalier)*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 230 p.
17. Parker Hannifin Corporation. *Tecnología neumática industrial*. Brasil, 2003. 167 p.
18. Senco Brand, Inc. *Instrucciones de operación Senco SFW09*. Cincinnati, 2008. 10 p.
19. \_\_\_\_\_. *Instrucciones de operación Senco SNS45XP*. Cincinnati, 2007. 12 p.
20. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 4a ed. Guatemala: (s.e.), 2004. 256 p.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. Formato de encuesta previa a capacitación

Empresa:	<u>Diveco, S.A.</u>
División:	<u>salas (Sueños Mágicos)</u>
<b>Encuesta # 1</b>	
Fecha:	_____
Instrucciones: encierre con un círculo la respuesta que selecciones para cada pregunta que se le hace a continuación.	
1. ¿Tiene conocimientos de primeros auxilios?	Sí                      No
2. ¿Alguna vez ha utilizado un extinguidor?	Sí                      No
3. ¿Sabe qué hacer en caso de un incendio?	Sí                      No
4. ¿Tiene conocimiento si existe una ruta de evacuación dentro de la planta?	Sí                      No
5. ¿Cerca de su lugar de trabajo existe materia prima, producto en proceso o algo que impediría su evacuación en caso de algún siniestro?	Sí                      No
6. ¿Utiliza algún equipo de protección personal para realizar sus actividades dentro de la planta? (Mascarilla, lentes tapones auditivos, guantes)	Sí                      No
7. Enumere 3 causas que pueden provocar un incendio:	_____
8. ¿Su supervisor alguna vez le ha pedido que utilice equipo de protección personal para realizar su trabajo?	Sí                      No
9. ¿Conoce las localizaciones de los extinguidores más cercanos a usted?	Sí                      No
10. ¿Conoce otras formas de controlar un incendio aparte del uso de extinguidor o agua? Si su respuesta es sí escriba cuáles.	Sí                      No

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Resultados de la encuesta precapacitación**

# de pregunta	Sí	No	No contestó
1	25 %	72 %	3 %
2	19 %	81 %	-----
3	59 %	38 %	3 %
4	66 %	31 %	3 %
5	80 %	18 %	2 %
6	53 %	47 %	-----
7	60 % contestó bien	40 % No dio respuesta completa	-----
8	56 %	41 %	3 %
9	75 %	25 %	-----
10	9 %	91 %	-----

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Apéndice 3. **Formato de evaluación efectuada a los colaboradores**

## **Evaluación de conocimientos**

Tema: tipos de incendio y uso de extinguidores

Planta: Sueños Mágicos (Diveco, S. A.)

1. ¿Qué tipos de incendios hay? (mencione al menos 2)
  
2. ¿Qué tipo de incendio podría darse en la planta?
  
3. Enumere los pasos a seguir para utilizar un extinguidor
  
4. El extinguidor tipo ABC ¿sirve para cualquier tipo de incendio?
  
5. El extinguidor de agua ¿para qué tipo de incendio funciona?

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Resultado de evaluación efectuada sobre tipos de incendio y uso de extinguidores (postcapacitación)**

# de pregunta	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	85 %	15 %
2	90 %	10 %
3	75 %	25 %
4	90 %	10 %
5	100 %	-----

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Apéndice 5. **Observaciones para tiempo cronometrado nueve estaciones de trabajo de proceso de fabricación amueblado serie 100**

Hoja de control tiempos cronometrados																
Área	corte y costura			Duración de la toma							todo el turno		Fecha	10 y 11/2/2015		
Actividad	corte			artículo o pieza							amueblado completo		Código	Serie 100		
Ciclos (tiempo en minutos)																
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T.T	T.C	T.N	T.E	%
→ Tendido de tela lisa	210	230	225									665	222	211	251	27
Se marcan piezas	43.5	42.5	44.8									131	43.6	41.4	49.3	5
Se cortan piezas	159	165	167									491	164	155	185	20
Se hacen tendido y marcación estampado	90	95	93									278	92.7	88	105	11
Se corta piezas estampadas	65	70	67									202	67.3	64	76.1	8
Se ordenan piezas para costura	199	210	205									614	205	194	231	2
Espera para pasar a costura																
Total	767												794	754	897	

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																				
Área	Corte y Costura				Duración de la toma				Fecha				11 y 12/ 02/2015							
Actividad	Costura				artículo o pieza				Amueblado completo				Código				Serie 100			
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Se cose partes tapizado brazos amueblado	9.18	9	9.48	9.2	9.23	9.18	9.2	9.3	9.18	9.25						92.2	9.22	10.1	12.1	
Se cose tapizado asiento para 3	2.03	2.38	2.4	2.22	2.25	2.05	2.03	2.07	2.5	2.43	2.47	2.48	2.93	2.75	2.55	-----	-----	-----	-----	
	2.48	2.38	2.4	2.5	2.4											47.7	2.385	2.62	3.12	
Se cose tapizado asiento para 1	1.84	1.86	1.92	1.9	2.1	2	1.71	1.75	2.2	2.21	1.89	1.9	1.85	1.87	1.71	-----	-----	-----	-----	
	1.7	2.24	2.2	1.72	1.75											38.3	1.9155	2.11	2.51	
Se cose piezas tapizado respaldo 1 asiento	4.16	4.34	4.24	4.3	4.26	4.16	3.97	4.1	3.97	3.84	4.24	4.06	4.1	4.16	4.13	62	4.1353	4.55	5.41	
Se cose piezas tapizado respaldo 3 asientos	2.53	2.83	2.42	2.3	2.58	2.33	2.42	2.5	2.58	2.45	2.3	2.35	2.33	2.4	2.51	-----	-----	-----	-----	
	2.35	2.4	2.33	2.43	2.36											48.7	2.435	2.68	3.19	
Se cose cojín	5.82	6.13	6	6.16	6.16	5.86	6.05	5.75	6.03	5.67						59.6	5.96	6.56	7.8	
Se cose relleno tapizado frontal amueblado	3.2	3.5	3	3.2	3.15	3.1	3.25	3.05	3	3.1	3.2	3.4	3.1	3	3.25	47.5	3.1667	3.48	4.15	
Espera pasar al área de tapicería																	29.218	32.1	38.2	

Hoja de control tiempos cronometrados																				
Área	Estructuras				Duración de la toma				Fecha											
Actividad	Estructuras				artículo o pieza				Amueblado completo				Código				Serie 100			
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Pieza frontal brazo (6 unidades)	9	10.5	9.72	9.48	10	10.5	9.48	9	10	9.72						97.4	9.74	8.67	10.9	
Corte curvo pieza frontal brazo (6 unidades)	11	11.2	13	10.7	12.5	10	9.9	9.72	10.5	9.72						108	10.8	9.61	12.1	
Armazón de estructura brazo (6 unidades)	32.9	36	34.7	33.6	31.7											169	33.8	30.1	37.9	
Espera proceso embrinado																	0	0	0	
Asiento mueble para 3	21.2	20.9	20.6	21.6	22.7											107	21.4	19	24	
Respaldo mueble para 3	21.7	21.8	21.8	22.5	23.1											111	22.2	19.7	24.9	
Asiento mueble para 1	11.3	13.8	12.5	12.3	12.3	11.7	11.6	12.1	13.9	12.5						124	12.4	11	13.9	
Respaldo mueble para 1	8.15	8.4	8.05	7.9	8.2	7.7	7.5	7.34	8.15	8						79.4	7.94	7.07	8.9	
Espera embrinado																	118	105	133	

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																				
Área	Estructuras					Duración de la toma					Fecha									
Actividad	Embrinado y blanqueado					Artículo o pieza					Brazos					Código				
															Serie 100					
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Coloca tela embrinado superior	7.1	6.72	9	8.5	8.75	7.9	8.5	9.8	8.3	8.4						83	8.3	7.39	9.31	
Coloca tela embrinado lateral	12.1	12.8	14	10.5	11.2	12.1	12.4	12.7	11.9	11.7						121	12.1	10.8	13.6	
Espera a pasar a blanqueado																	0	0	0	
Se pega esponja parte trasera (6 unidades)	7.5	7.1	7.2	7.45	7.1	7.25	7.9	7.35	7.2	7.1						73.2	7.32	6.51	8.2	
Precoloca y coloca pegamento 1er esponja superior (6 unidades)	4.56	5.1	5.33	4.75	4.8	4.3	5.05	5.2	5	4.9						49	4.9	4.36	5.49	
Se deja secar	2.5																2.5	2.23	2.8	
Asegura 1er esponja superior precoloca 2da(6 unidades)	8.35	8.55	8.45	8.14	8.34	8.13	8.2	8.3	8.75	8.43						83.6	8.36	7.44	9.38	
Se deja secar	2.5	1.95	2	2.4	2.64	2.35	2.76	2.4	2.14	2.45	2.5	2.36	2.15	2.54	2.9	36	2.4	2.14	2.69	
Se asegura 2da esponja superior (6 unidades)	6.52	7.1	6.85	7	6.97	6.84	6.78	6.6	6.9	6.57						68.1	6.81	6.06	7.64	
Coloca pegamento esponja acolchonado frontal (6 unidades)	3.28	4.21	3.75	3.56	3.2	3.4	3.68	3.45	3.36	3.6	3.75	3.23	3.45	3.78	3.76	53.5	3.56	3.17	4	
Pega y asegura acolchonados frontales (6 unidades)	7.1	7.25	7	7.3	7.05	7.5	7.34	7.23	7.15	7.07						72	7.2	6.41	8.07	
Se da forma a acolchonado frontal lateral (6 unidades)	12.7	12.5	12.2	12.5	12.1	12.3	12	12.9								99.1	12.4	11	13.9	
																	75.8	67.5	85.1	

Hoja de control tiempos cronometrados																				
Área	Estructuras					Duración de la toma					Fecha									
Actividad	Embrinado y blanqueado					Artículo o pieza					Amueblado 3 asientos					Código				
															Serie 100					
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Coloca lazo en asiento	3.53	3.4	3.35	3.67	3.6	3.4	3.24	3.56	3.2	3.6						34.6	3.46	3.77	4.59	
Embrina asiento	4.6	4.2	4.35	4.15	4.74	4.64	4.37	4.39	4.27	4.4						44.1	4.41	4.81	5.87	
Coloca lazo en respaldo	2.45	2.3	2.23	2.16	2.43	2.36	2.4	2.32	2.46	2.23						23.3	2.33	2.54	3.1	
Embrina respaldo	3.65	3.35	3.47	3.25	3.36	3.55	3.22	3.45	3.6	3.4						34.3	3.43	3.74	4.56	
Pega esponja corta acolchona parte frontal	3.9	3.78	3.8	3.99	3.76	3.96	3.5	3.67	3.9	3.67						37.9	3.79	4.13	5.04	
Deja secar	1.15															0	1.15	1.25	1.53	
Pega 2da esponja asiento, coloca pegamento	2.35	2.13	2.3	2.11	2	2.04	2.06	2.35	2.22	2.25						21.8	2.18	2.38	2.9	
Deja secar	1.2															0	1.2	1.31	1.6	
Pega esponja pequena parte frontal asiento	3.76	3.57	3.45	3.8	3.4	3.38	3.56	3.21	3.35	3.46						0	0	0	0	
Pega esquineras de esponja y respaldo																0	0	0	0	
Coloca pegamento en asiento	5.24	5	5.1	5.07	5.23	5.05	5.3	5.2	5.09	5.14						51.4	5.14	5.6	6.84	
Deja secar	1															0	1	1.09	1.33	
Coloca esponja final en asiento	2.1	2.13	2.05	2.2	2.14	2.16	2.04	2	2.1	2.23						21.2	2.12	2.31	2.81	
																	30.2	32.9	40.2	

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																											
Área	Estructuras										Duración de la toma					Fecha											
Actividad	Embrinado y blanqueado										Artículo o pieza					Amueblado 1 asiento				Código				Serie 100			
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
Coloca lazo en asiento	1.75	1.56	1.89	2	1.9	1.89	1.78	1.67	1.9	1.99	2.02	1.76	1.69	1.87	1.9	27.6	1.84	2	2.44								
Embrina asiento	2.14	2.1	2.4	2.45	2.37	2.23	2.25	2.3	2.35	2.16	2.18	2.29	2.17	2.2	2.3	33.9	2.26	2.46	3								
Coloca lazo en respaldo	1.56	1.45	1.39	1.4	1.6	1.56	1.47	1.7	1.55	1.38	1.45	1.6	1.39	1.44	1.35	22.3	1.49	1.62	1.98								
Embrina respaldo	1.78	1.99	1.8	1.87	1.75	1.66	1.56	1.89	1.9	1.95	1.76	1.63	1.5	1.57	1.6	26.2	1.75	1.9	2.32								
Pega esponja corta acolchona parte frontal	1.9	1.99	2.1	2.05	2.09	2.1	2.05	1.89	1.97	2	2.04	2	2.06	1.99	2.1	30.3	2.02	2.2	2.69								
Deja secar																	1.1	1.2	1.46								
Pega 2da esponja asiento, coloca pegamento	1.15	1.12	1.2	1.09	1.1	1.15	1.2	1.16	1.45	1.2	1.3	1.26	1.04	1.1	1.13	17.7	1.18	1.28	1.56								
Deja secar																	1.15	1.25	1.53								
Pega esponja pequena parte frontal asiento																	0	0	0								
Pega esquineras de esponja y respaldo																	0	0	0								
Coloca pegamento en asiento	2.7	2.55	2.64	2.76	2.56	2.45	2.4	2.5	2.65	2.8	2.55	2.52	2.46	2.55	2.39	38.5	2.57	2.8	3.41								
Deja secar																	1.1	1.2	1.46								
Coloca esponja final en asiento	1.1	1.09	1.05	1.15	1.1	1	1.04	1.1	1.09	1.03	1	1	1.1	1.16	1.09	16.1	1.07	1.17	1.43								
																	17.5	19.1	23.3								

Hoja de control tiempos cronometrados																											
Área	Tapicería										Duración de la toma					Fecha											
Actividad	Tapizado										artículo o pieza					Brazo				Código				Serie 100			
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
Coloca y asegura funda superior	7.16	7.9	7.56	8	8.07	8.2	8.18	7.85	7.45	7.3							77.7	7.77	6.92	8.23							
Da forma acolchonados frontales y coloca plantilla de cartón	4	4.43	3.7	4	5.15	4	5.13	4.33	4.5	4.5							43.8	4.38	3.9	4.64							
Se tapiza parte lateral	5.16	5.3	4.25	4.37	4.82	4.6	6	4.08	4.8	4.7							48.1	4.81	4.28	5.09							
Espera a que tapicen brazos y muebles																	44.5	4.45	3.96	4.71							
Se coloca pliego y marca cartón tapicería	4.45																70.5	7.05	6.27	7.47							
Se corta cartón	7.05																	28.5	25.3	30.1							

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																			
Área	Tapicería	Duración de la toma										Fecha							
Actividad	Tapizado	artículo o pieza					Mueble para 1 asiento					Código	Serie 100						
Ciclos																			
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T.T	T.C	T.N	T.E.
Coloca y asegura funda para asiento	4.11	4.37	6.68	8.65	5.96	6.1	5.74	5.98	5.78	5.85						59.2	5.92	5.27	6.27
Coloca y asegura la funda para respaldo	3.58	4.42	4.25	4.15	4	4.08	4.3	4.56	4.35	4.23						41.9	4.19	3.73	4.44
Se acolchona y tapiza parte frontal	5.93	5.7	5.24	5.47	5.14	5.75	5.14	5.74	5.68	5.43						55.2	5.52	4.91	5.85
Se colocan brazos a muebles	7	6.5	6.2	7	7.1	6.12	7.45	8.43	6.87	6.9						69.6	6.96	6.19	7.37
																0	0	0	0
Se cierra parte trasera	8.92	7	9.03	6.16	7.6	7.1	6.5	6.3	7.35	7.2						73.2	7.32	6.51	7.75
																0	0	0	0
Se tapiza parte inferior y colocan patas	4.58	3.83	4.83	4.72	4.3	4.15	5.46	5.23	4.76	4.8						46.7	4.67	4.15	4.94
Transporte desde blanqueado																	2.7	2.4	2.86
Transporte de tapizado inferior	1.25																1.25	1.11	1.32
																	38.5	34.3	40.8

Hoja de control tiempos cronometrados																			
Área	Tapicería	Duración de la toma										Fecha							
Actividad	Tapizado	artículo o pieza					Mueble para 3 asientos					Código	Serie 100						
Ciclos																			
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T.T	T.C	T.N	T.E.
Coloca y asegura funda para asiento	14.9	14.4	14.2	14.2	14.8	13.9	14.1	14.6	11.5							115	14.4	12.8	15.2
Coloca y asegura la funda para respaldo	8.78	10.2	9.45	9.39	10.1	8.65	9.12	9.16	74.8							74.8	9.35	8.32	9.9
Se acolchona y tapiza parte frontal	14.2	13.5	14.8	14.1	13.8	13.9	14.3	14.76	113							113	14.2	12.6	15
Se colocan brazos a mueble	8.83	7.7	7.9	7.65	6.62	6.98	7.25	7.12	60.1							60.1	7.51	6.68	7.95
																0	0	0	0
Se acolchona y cierra mueble parte trasera	17.7	16.5	13.8	12.2	12.3	12.5	13	13.1	111							111	13.9	12.4	14.7
Se tapiza parte inferior y colocan patas	5.7	5.5	5.5	6.25	5.1	5.34	5.7	5.25	44.3							44.3	5.54	4.93	5.87
																	0	0	0
Transporte desde blanqueado																	1.5	1.34	1.59
Transporte de tapizado inferior	1.15																1.15	1.02	1.22
																	67.5	60.1	71.5

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																				
Área	Tapicería	Duración de la toma										Fecha								
Actividad	Llenado	artículo o pieza					Almohada					Código	Serie 100							
Ciclos																				
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T.T	T.C	T.N	T.E.	
Se abre almohada para rellenar (5 piezas)	5.82	6	5.95	5.73	5.35	6	5.68	5.36	5.78	6.1						57.8	5.78	5.26	6.21	
Se separa fibra para llenado de almohada	10.8																10.8	9.83	11.6	
Se llena y pesa almohada (5 piezas)	14.8	15.5	15.4	14.9	14.6	14.2	14.9	14.5								119	14.9	13.5	16	
Se cose abertura (5 piezas)	7.5	6	6.7	7.35	6.75	6.35	6.15	6.8	6.5	6.45						66.6	6.66	6.06	7.15	
Espera para acomodación de relleno																		0	0	0
Se acomoda relleno (5 piezas)	2.15	2.2	1.9	2.4	2.32	2.22	2.1	2.15	2.3	2.18	2.21	2.3	2.36	2.15	2.15	33.1	2.21	2.01	2.37	
Transporte a calidad y empaque	1.3																1.3	1.18	1.4	
																	41.6	37.9	44.7	

Hoja de control tiempos cronometrados																			
Área	Tapicería	Duración de la toma										Fecha							
Actividad	Proceso de plantilla	artículo o pieza					Plantilla frontal brazo					Código	Serie 100						
Ciclos																			
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T.T	T.C	T.N	T.E.
Coloca pliego de cartón y dibuja plantilla	3.9	4.1	4.3	3.75	4.5	4.32	4.7	3.85	4.2	4.4	3.9	4.2	4.1	4.5	4.78	63.5	4.23	3.85	4.58
Corta plantilla brazo cartón	12.7	12.1	12.5	12.8	13.1	12.4	12.3	12.3								100	12.5	11.4	13.5
Dibuja y corta plantilla de brazo en esponja	7.25	7	7.56	8	8.1	7.25	7.48	7.8	7.34	7.45						75.2	7.52	6.84	8.14
Pega plantilla esponja y cartón	8.9	8.75	8.65	9	9.15	8.35	8.13	8.48	8.9	8.56						86.9	8.69	7.91	9.41
Coloca tela a plantilla y orillas cartón	5.2	5.3	5.1	5	5.64	5.47	5.74	5.36	5.9	5.38						54.1	5.41	4.92	5.86
Deja secar	5.3	6.1	4.5	5.73	5.8	5.25	6.25	4.8	5.23	6	55					55	5.5	5.01	5.96
Pega orillas de tela a plantilla	20.2	18.5	19.6	21.5	18.7											98.5	19.7	17.9	21.3
																	63.6	57.8	68.8

Continuación de apéndice 5.

Hoja de control tiempos cronometrados																			
Área	Tapicería					Duración de la toma						Fecha							
Actividad	Calidad					artículo o pieza	Amueblado completo					Código	Serie 100						
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
asegura plantilla cartón y coloca pegamento	32.6	31.7	29.4	27.8	29.5											151	30.2	32	37.8
Se pega plantilla de tela a brazos	10.3	12.5	11.7	12.7	11.3											58.5	11.7	12.4	14.6
Se inspecciona y limpia amueblado con almohadas	31.6	27.5	29.4	32.8	28.7											150	30	31.8	37.5
Demora por esperar que seque pegamento	4.42																71.9	76.2	89.9

Hoja de control tiempos cronometrados																			
Área	Tapicería					Duración de la toma						Fecha							
Actividad	Empaque					artículo o pieza	Amueblado completo					Código	Serie 100						
Operación	Ciclos															T.T	T.C	T.N	T.E.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Protección de esquinas y coloca empaque mueble 1 asientos	8.32	6.77	7.45	7	6.5	7.1	7.45	6.9	7.23	6.78						71.5	7.15	7.58	8.94
Espera de empaque resto de amueblado	4.15	4.86	4.48	5.19	4.3	4.7	5.6	4.74	4.1	4.76	4.8	4.3	4	4.76	4.34	69.1	4.61	4.88	5.76
Transporta a bodega producto terminado	32																11.8		14.7

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en la planta Sueños Mágicos.

Apéndice 6.

**Capacitación sobre uso de extinguidores y tipos de incendio**



Continuación de apéndice 6.



Fuente: planta Sueños Mágicos, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla calibres de cable para instalaciones eléctricas

**Tabla 1. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C.**

Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 THHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
Cobre			Aluminio				
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

\* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

Fuente: Google. es.slideshare.net/YilbertMartinez/seleccin-de-calibre-en-cables-para-construccin. Consulta: 26 de agosto de 2015.

Anexo 2. Tabla de rangos de iluminación y selección del tipo de trabajo

Los trabajos se clasifican (de acuerdo a las normas IES) en:

DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Montaje:</b>	
Simple	D
Moderadamente difícil	E
Difícil	F
Muy difícil	G
Extra difícil	H

DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Sala de Dibujo:</b>	
Dibujo detallado	F
Esbozos	E

DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Oficinas:</b>	
Lecturas de reproducciones pobres	F
Lecturas y escrituras a tinta	D
Lectura impresiones de mucho contraste	D

DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Talleres:</b>	
Trabajo grueso	D
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H

DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Áreas de servicios:</b>	
Escaleras, Corredores, Entradas, baños	C

Los rangos de Iluminancia en Lux se aplicaran en la forma siguiente:

<b>A</b>	20 - 30 - 50	Áreas públicas, y alrededores oscuros
<b>B</b>	50 - 75 - 100	Área de orientación, corta permanencia.
<b>C</b>	100 - 150 - 200	Área de orientación, corta permanencia.
<b>D</b>	200 - 300 - 500	Trabajo de gran contraste o tamaño.
		Lectura de originales y fotocopias buenas.
<b>E</b>	500 - 750 - 1000	Trabajo sencillo de inspección o de banco
		Trabajo de contraste medio o tamaño pequeño.
<b>F</b>	1000 - 1500 - 2000	Lecturas a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco.
<b>G</b>	2000 - 3000 - 5000	Trabajos de poco contraste o muy pequeños de tamaño, ensamblaje difícil, etc.
<b>H</b>	5000 - 7500 - 10000	Lo mismo durante periodos prolongados. Trabajos muy difíciles de ensamblaje, inspección o de banco.
<b>I</b>	10000 - 15000 - 20000	Trabajos muy exigentes y prolongadas.
		Trabajos muy especiales, salas de cirugía.

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p.64.

Anexo 3. Tabla reflectancia efectiva cavidad de cielo PCC y de piso PCP

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70				50				30				10			
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	20	50	30	20	10	65	50	30	10	50	30	10	5
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	10		
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10	10		
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	10	9		
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	10	9		
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	10	9		
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	10	9		
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	10	9		
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	10	8		
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	10	8		
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	10	8		
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	10	8		
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	10	8		
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	10	7		
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	10	7		
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	10	7		
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	10	7		
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	10	7		
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	10	7		
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	10	6		
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	10	6		
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	10	6		
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	10	6		
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	10	6		
2.3	83	69	56	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	10	6		
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	10	6		
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	10	6		
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	10	5		
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	10	5		
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	10	5		
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	10	5		
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	10	5		
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	10	5		
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	10	5		
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	10	5		
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	10	5		
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	10	5		
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	10	5		
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	10	4		
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	10	4		
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	10	4		
4.0	78	58	4	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	10	4		
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	10	4		
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	10	4		
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	10	4		
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	10	4		
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	10	4		
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	10	4		
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	10	4		
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	10	4		
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	10	4		
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	10	4		

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p.66.

Anexo 4. Tabla coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas

**68**

**COEFICIENTES DE UTILIZACION PARA ALGUNAS LUMINARIAS TÍPICAS**

Distribución Típica	Pcc	80				70				50				30				10			
		Pp	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	RCA	Coeficientes de Utilización, método cavidad zonal, Pcp=20																			
Incandescente	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68			
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62			
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57			
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51			
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.48	.49	.47			
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43			
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39			
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35			
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32			
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27			
Neón	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59			
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52			
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46			
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41			
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36			
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32			
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28			
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24			
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21			
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19			
Mercurio	1		.98	.96	.95					.92	.91	.90			.87	.86	.85				
	2		.94	.91	.89					.89	.87	.86			.85	.84	.83				
	3		.90	.87	.85					.87	.85	.83			.83	.82	.80				
	4		.87	.83	.81					.84	.81	.80			.81	.79	.78				
	5		.83	.80	.77					.81	.78	.76			.79	.77	.75				
	6		.81	.77	.75					.79	.76	.74			.77	.75	.73				
	7		.78	.74	.72					.76	.73	.71			.74	.72	.70				
	8		.75	.72	.69					.74	.71	.69			.72	.70	.68				
	9		.73	.69	.67					.72	.68	.66			.70	.68	.66				
	10		.70	.67	.64					.69	.66	.64			.68	.66	.64				

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p.68.

Anexo 5. **Tablas de factores de multiplicación para reflectancia de cavidad de piso de 10 % y 30 %**

**TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 10%**

Pcc		80				70				50			30			10		
Pp		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	.92	.93	.93	.94	.93	.94	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.98	.98	.99	.99	.99
	2	.93	.94	.95	.96	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99
	3	.94	.95	.96	.97	.94	.96	.97	.97	.97	.97	.98	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	4	.94	.96	.97	.98	.95	.96	.97	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	5	.95	.96	.98	.98	.95	.97	.98	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	6	.95	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	7	.96	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	8	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	9	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	10	.96	.98	.99	.99	.97	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0	.99	.99	1.0

**TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 30%**

Pcc		80				70				50			30			10		
Pp		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	1.09	1.08	1.07	1.01	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
	2	1.09	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
	3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01
	9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01
	10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas 4a ed.* p.69.

## Anexo 6. Método de distribución de maquinaria utilizando normas de espacio

### 5. Cálculo de superficies y definición de necesidades de máquinas e instalaciones.

Para abordar el cálculo de superficies hemos de conocer e inventariar cuales van a ser los equipos, maquinaria e instalaciones que van a implementar el proceso así como todos los servicios anexos, departamentos y oficinas.

De entre todos los métodos para calcular el espacio podemos mencionar los siguientes:

#### - Determinación de los espacios por extrapolación:

Se basaría en el estudio y análisis de espacios dedicados a la misma actividad en otras fábricas ya existentes y extrapolarlos al diseño que estamos ejecutando. Cuanta más experiencia acumule el técnico proyectista más fácil y exacta es la extrapolación.

Es adecuado cuando necesitamos elaborar un proyecto con rapidez, o cuando no disponemos de la suficiente información para abordar un método de cálculo preciso.

#### - Utilización de las normas de espacio:

Existen normas estándar de espacio preestablecidas que se van a determinar las necesidades de espacio. Estas normas se han establecido para unas determinadas circunstancias, por lo que debemos analizar si nos encontramos en condiciones de aplicarlas en nuestro caso o si por el contrario deberíamos adaptarlas a nuestras circunstancias.

Norma de Espacio aplicable para determinar la superficie mínima por máquina:

- longitud x anchura
- más 45 cm. por tres de sus lados para limpieza y reglajes.
- Más 60 cm. en el lado donde se sitúe el operario.
- Coeficiente que multiplica a la superficie obtenida para considerar pasillos, vías de acceso y servicios
  - $1.3 \leq C \leq 1.8$
  - $C = 1.3$  movimiento sólo de personas.
  - $C = 1.8$  movimiento de carretillas, mayor necesidad de mantenimiento, ...

## Anexo 7. Tabla suplementos asignables

**Figura 11.19** Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales.

**Instituto de Administración Científica de las Empresas**  
Curso de "Técnicas de organización"  
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.

1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplementos base por fatiga		4	4
2. Suplementos variables		Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>			
		2	4
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			
Ligeramente incómoda		0	1
Incómoda (inclinado)		2	3
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7
<b>C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			
Peso levantado por kilogramo			
2.5		0	1
5		1	2
7.5		2	3
10		3	4
12.5		4	6
15		5	8
17.5		7	10
20		9	13
22.5		11	16
25		13	20 (máx)
30		17	—
33.5		22	—
<b>D. Mala iluminación</b>			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0
Bastante por debajo		2	2
Absolutamente insuficiente		5	5
<b>E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)</b>			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento-			
Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
16		0	
14		0	
12		0	
10		3	
8		10	
6		21	
5		31	
4		45	
3		64	
2		100	
<b>F. Concentración intensa</b>			
		Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
<b>G. Ruido.</b>			
		Hombres	Mujeres
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estridente y fuerte			
<b>H. Tensión mental</b>			
		Hombres	Mujeres
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
<b>I. Monotonía</b>			
		Hombres	Mujeres
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
<b>J. Todo</b>			
		Hombres	Mujeres
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* p.228.

Anexo 8. **Características de nivelación de los métodos de trabajo**

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
-0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Ingeniería del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p.213.