



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

**NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL  
DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO S.A.**

**Pablo Daniel González Moya**

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL  
DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PABLO DANIEL GONZÁLEZ MOYA**

ASESORADO POR EL INGENIERO EDWIN JOSUE IXPATA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y  
EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 06 de marzo de 2019.

**Pablo Daniel González Moya**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de noviembre de 2020.  
REF.EPS.DOC.366.11.20.

Ingeniero  
Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **PABLO DANIEL GONZÁLEZ MOYA**, Registro Académico No. 201513628 procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO S.A.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñanza a Todos"

Ing. Edw. José Ixpat Reyes  
Asesor-SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

EJIR/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de noviembre de 2020.  
REF.EPS.D.191.11.2020

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **PABLO DANIEL GONZÁLEZ MOYA** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes.

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. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH /ra



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.036.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN FACENCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Daniel González Moya**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

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

Guatemala, marzo de 2021.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.070.021

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 **NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN FACENCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Daniel González Moya**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, agosto de 2021.  
/mgp

DTG. 343.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **NORMALIZACIÓN DEL PROCESO DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (OEE) PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN EMPRESA FACENCO**, presentado por el estudiante universitario: **Pablo Daniel González Moya**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, agosto 2021

AACE/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser el dueño de mi camino y brindarme la sabiduría y fortaleza para cumplir mis metas, pidiéndole siempre que me siga acompañando por el resto de mi vida.
- Mis padres** Nery González y Julissa Moya, quienes han sacrificado gran parte de su vida en formar y educar a mi hermano y a mí. Gracias por todo su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a ustedes se lo debo todo.
- Mi hermano** Por siempre apoyarme y estar presente en todo momento, motivándome a seguir adelante y lograr ser un buen ejemplo para él.
- Mis abuelos** Por todo su amor y ser un ejemplo de esfuerzo y perseverancia.
- Mi familia** Tíos, tías, primos y primas. Por su apoyo incondicional y motivación para culminar mi carrera, guiándome en cada situación presentada. Gracias por confiar en mí.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos y las herramientas necesarias para desarrollarme con excelencia e integridad.
<b>Ing. Edwin Ixpatá</b>	Por su asesoría, consejos y apoyo durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Facenco S.A.</b>	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado. En especial a Amílcar Ríos, Luis Ángel González, Carlos Peralta y Jorge Gordillo por apoyarme a lo largo del proyecto y brindarme sus conocimientos para el desarrollo del mismo.
<b>Mis amigos de vida</b>	Edgar Ramírez, Tomas Paiz, Erick Roldan, Omar Barrientos, Christian Oliva, Santiago Chávez, Luis Chen, María Laparra, Luis Soberanis, Pablo Javier Paiz, Christian Estrada y muchos más. Por el apoyo y momentos compartidos a lo largo de mis estudios.

**Mis amigos de la facultad**

Ricardo Álvarez, Sebastián Guerra, Víctor González, Carlos Sánchez y Marlon Quisquinay, por el apoyo y las experiencias compartidas dentro de la facultad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XXI
GLOSARIO .....	XXIII
RESUMEN .....	XXVII
OBJETIVOS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN .....	XXXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Localización física.....	2
1.3. Visión.....	2
1.4. Misión .....	2
1.5. Valores .....	3
1.5.1. Honestidad.....	3
1.5.2. Respeto .....	3
1.5.3. Responsabilidad .....	3
1.5.4. Trabajo en equipo.....	3
1.6. Política de calidad.....	4
1.7. Estructura Organizacional .....	4
1.7.1. Comunicación Organizacional .....	7
1.8. Distribución de planta .....	7
1.9. Productos fabricados.....	9
1.9.1. Camas de gama baja.....	9
1.9.2. Camas de gama media.....	10
1.9.3. Camas de gama alta.....	10

1.9.4.	Camas de la línea Comfort Life .....	10
1.9.5.	Camas de tipo ortopédico.....	11
1.9.6.	Camas semi-firmes .....	11
1.9.7.	Camas tipo suave.....	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ALTA CRITICIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DEL INDICADOR DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE). .....	13
2.1.	Situación actual .....	13
2.1.1.	Análisis FODA .....	14
2.1.1.1.	Fortalezas.....	14
2.1.1.2.	Oportunidades.....	15
2.1.1.3.	Debilidades.....	16
2.1.1.4.	Amenazas .....	16
2.1.2.	Estrategias basadas en el análisis FODA .....	17
2.1.3.	Descripción general del proceso productivo.....	21
2.1.3.1.	Área de costura .....	22
2.1.3.1.1.	Sub-área de capas.....	22
2.1.3.1.2.	Sub-área de bordes.....	24
2.1.3.1.3.	Sub-área de forros .....	25
2.1.3.1.4.	Sub-área de fundas.....	25
2.1.3.2.	Área de estructuras .....	26
2.1.3.2.1.	Sub-área de resortes.....	26
2.1.3.2.2.	Sub-área de ensamble.....	27
2.1.3.2.3.	Sub-área de flejado .....	28
2.1.3.3.	Área de camastrón .....	29
2.1.3.4.	Área de tapicería .....	30

2.1.3.5.	Área de ensamble.....	31
2.1.3.5.1.	Sub-área de ensamble.....	31
2.1.3.5.2.	Sub-área de cerrado.....	33
2.1.3.5.3.	Sub-área de inspección y empaque..	33
2.1.4.	Análisis situacional de la empresa.....	34
2.1.4.1.	Análisis situacional área de costura.....	34
2.1.4.2.	Análisis situacional área de estructura.....	35
2.1.4.3.	Análisis situacional área de ensamble.....	36
2.2.	Oportunidades de mejora en el departamento de mantenimiento.....	37
2.3.	Oportunidades de mejora en el departamento de calidad.....	41
2.4.	Oportunidades de mejora en el departamento de producción.....	43
2.5.	Definición del proyecto a realizar.....	44
2.6.	Análisis de criticidad de los equipos.....	45
2.7.	Descripción general de los equipos críticos.....	50
2.7.1.	Multienguatadora Paragon M+.....	50
2.7.2.	Máquina resortera MDC-80.....	55
2.7.3.	Máquina ensambladora de resortes AS-4.....	58
2.7.4.	Máquina transfer automática para estructuras FT-81.....	62
2.7.5.	Máquina cerradora TE-32.....	65
2.8.	OEE inicial.....	66
2.8.1.	Metodología para cálculo de OEE inicial.....	66

2.8.2.	Identificación de equipos a estudiar y descripción de los mismos .....	70
2.8.2.1.	Identificación de las principales partes de los equipos .....	71
2.8.2.2.	Forma en que trabajan los equipos .....	73
2.8.2.3.	Estudio del proceso productivo de equipos críticos.....	74
2.8.2.3.1.	Localización de los equipos críticos .....	75
2.8.2.3.2.	Diagrama de operaciones en proceso productivo de equipos críticos .....	76
2.8.3.	Paros de producción identificados.....	78
2.8.4.	Defectos de calidad y desperdicios identificados ....	80
2.8.5.	Formato de control de producción, paros no programados y deficiencias de calidad.....	81
2.8.6.	Metodología de puesta en marcha de formatos en planta.....	83
2.8.7.	Procesamiento de datos.....	85
2.8.8.	Cálculo de OEE inicial: ratios .....	88
2.8.8.1.	Ratio de disponibilidad .....	89
2.8.8.2.	Ratio de rendimiento .....	94
2.8.8.3.	Ratio de calidad.....	96
2.8.9.	Cálculo de OEE inicial: Resultados .....	99
2.9.	Análisis de información por máquina.....	100
2.10.	Análisis estadístico de resultados: Ratio de disponibilidad ....	104
2.10.1.	Resultados de paros de proceso productivo en área de costura .....	104

2.10.2.	Resultados de paros mecánicos en área de costura.....	107
2.10.3.	Resultados de paros de proceso en área de estructura.....	110
2.10.3.1.	Transfer FT-81 y Resortera MDC-80 .	110
2.10.3.2.	Ensambladora AS-4.....	113
2.10.4.	Resultados de paros mecánicos en área de estructura.....	115
2.10.4.1.	Resorteras MDC-80 y Transfer FT-81 .....	115
2.10.4.2.	Ensambladora AS-4.....	117
2.10.5.	Resultados de paros de proceso productivo en área de ensamble .....	118
2.10.6.	Resultados de paros mecánicos en área de ensamble .....	121
2.11.	Discusión de resultados: ratio de disponibilidad .....	123
2.11.1.	Disminución de paros no programados de proceso productivo .....	126
2.11.1.1.	Disminución de PNP en Paragon M+ .	127
2.11.1.2.	Disminución de PNP de proceso en Resortera MDC-80 y Transfer FT-81 .	128
2.11.1.3.	Disminución de PNP de proceso en ensambladora AS-4 .....	129
2.11.1.4.	Disminución de PNP de proceso en cerradoras TE-32.....	130
2.11.2.	Análisis de paros mecánicos .....	131
2.11.3.	Disminución de paros mecánicos .....	133
2.11.3.1.	Disminución de paros mecánicos en área de costura.....	135

	2.11.3.1.1.	Problemas con cuchillas .....	135
	2.11.3.1.2.	Revisión por salto de puntada .....	139
	2.11.3.1.3.	Rodamiento en mal estado o quebrado .....	142
	2.11.3.2.	Disminución de paros mecánicos en área de estructura en equipos MDC-80 Y FT-81 .....	148
	2.11.3.2.1.	Problemas en carrete anudador .....	148
2.12.		Análisis estadístico de resultados: Ratio de rendimiento .....	151
2.13.		Análisis estadístico de resultados: ratio de calidad .....	153
	2.13.1.	Ratio de calidad en área de costura .....	153
	2.13.2.	Ratio de calidad en área de estructura: MDC-80 y Transfer FT-81 .....	156
	2.13.3.	Ratio de calidad en área de estructura: ensambladora AS-4.....	157
2.14.		Evaluación de resultados finales .....	158
	2.14.1.	Análisis de resultados finales .....	159
	2.14.1.1.	Cálculo de aumento de eficiencia en equipos críticos según indicador OEE.....	160
2.15.		Análisis financiero de los ahorros derivados de la implementación del proyecto.....	162
	2.15.1.	Inversión inicial.....	162
	2.15.2.	Costos mensuales.....	163
	2.15.3.	Ahorros mensuales derivados del proyecto.....	167
	2.15.4.	Análisis Costo Beneficio según resultados.....	172

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. NORMALIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CALIDAD.....	175
3.1.	Situación actual del departamento de calidad .....	175
3.1.1.	Objetivos del sistema de gestión de calidad.....	177
3.2.	Planteamiento del problema .....	178
3.3.	Definición de procesos .....	179
3.3.1.	Representación gráfica de los procesos .....	180
3.3.1.1.	Diagrama de flujo.....	181
3.3.1.1.1.	Construcción del diagrama de flujo .....	181
3.3.1.2.	Diagrama de flujo de funciones cruzadas .....	183
3.4.	Definición de normalización de procesos .....	184
3.5.	Definición de procedimientos para estandarización de procesos de calidad.....	185
3.6.	Metodología para creación de procedimientos y estandarización de procesos .....	186
3.7.	Principales deficiencias de calidad encontrados en OEE .....	187
3.8.	Procesos actuales de control de calidad .....	189
3.9.	Gestión del departamento de calidad .....	192
3.9.1.	Definición de misión, visión y estructura organizacional.....	192
3.9.1.1.	Definición de misión del departamento de calidad .....	192
3.9.1.1.	Definición de visión del departamento de calidad .....	192
3.9.1.2.	Estructura organizacional .....	193
3.9.2.	Funciones y responsabilidades definidas en el departamento de calidad .....	194

	3.9.2.1.	Gestores de calidad.....	194
	3.9.2.2.	Inspector de la calidad.....	194
	3.9.2.3.	Analista de la calidad.....	195
3.10.		Proceso de recepción e inspección de materias primas .....	195
	3.10.1.	Definición.....	196
	3.10.2.	Proceso de inspección de alambre calibre 13.5, 17 y 8.....	196
	3.10.2.1.	Recepción de bovinas de alambre .....	197
	3.10.2.2.	Proceso de inspección de alambre.....	197
	3.10.3.	Proceso de inspección en camastrones armados .	200
	3.10.3.1.	Recepción de camastrón armado.....	200
	3.10.3.2.	Inspección de camastrón armado.....	201
	3.10.4.	Proceso de inspección de despiezado para camastrón.....	203
	3.10.4.1.	Recepción de despiezado .....	203
	3.10.4.2.	Inspección de despiezado .....	204
	3.10.5.	Proceso de inspección para rollos de esponja .....	207
	3.10.5.1.	Recepción de rollos de esponja .....	207
	3.10.5.2.	Inspección de rollos de esponja .....	208
	3.10.6.	Proceso de inspección para marcos de alambre de calibre 8.....	210
	3.10.6.1.	Recepción de marcos de alambre .....	210
	3.10.6.2.	Inspección de rollos de esponja .....	211
3.11.		Proceso de evaluación y reclamo a proveedores.....	213
	3.11.1.	Reclamo a proveedores .....	213
	3.11.2.	Evaluación de proveedores.....	214
3.12.		Proceso de inspecciones internas de producción .....	217
	3.12.1.	Inspección interna en área de costura .....	218
	3.12.2.	Inspección interna en área de estructura .....	220

3.12.3.	Inspección interna en área de camastrones .....	223
3.12.4.	Estandarización para el manejo y control de no conformidades .....	225
3.12.4.1.	Responsabilidades en control de no conformidades .....	225
3.12.4.2.	Procedimiento de control y tratamiento de no conformidades .....	226
3.12.4.3.	Detección de la no conformidad .....	226
3.12.4.4.	Identificación y registro de la no conformidad .....	227
3.12.4.5.	Evaluación y seguimiento de la no conformidad .....	228
3.12.4.6.	Registro y digitalización de no conformidades .....	229
3.12.5.	Estandarización en proceso de inspección de transportes.....	229
3.13.	Estandarización del proceso de quejas y reclamos .....	231
3.13.1.	Análisis de Ishikawa para determinación de causas .....	233
3.14.	Estandarización en procesos de auditorías internas de procesos productivos.....	234
3.14.1.	Auditoría 5'S .....	236
3.14.1.1.	Reporte de auditoría 5'S.....	236
3.15.	Estandarización de procesos de informes técnicos.....	238
3.15.1.	Formato a utilizar para informe técnico.....	239
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE .....	241
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación .....	241
4.1.1.	Entrevistas.....	242

4.1.1.1.	Resultados luego de entrevistas.....	242
4.2.	Encuestas.....	243
4.2.1.	Resultados luego de encuestas .....	245
4.3.	Plan de capacitación .....	246
4.3.1.	Objetivos del plan de capacitación .....	247
4.3.1.1.	Objetivo general .....	247
4.3.1.2.	Objetivos específicos.....	247
4.4.	Recursos a utilizar .....	247
4.5.	Selección de temas para plan de capacitaciones.....	249
4.6.	Capacitación sobre sistema OEE y su implementación a encargados de áreas.....	250
4.6.1.	Resultados .....	251
4.7.	Procesos de calidad estandarizados y aspectos críticos de calidad evaluados en procesos de producción.....	252
4.7.1.	Resultados .....	253
4.8.	Capacitación para aplicación de análisis causa-raíz .....	254
4.8.1.	Resultados .....	255
4.9.	Capacitación para seguimiento de herramienta 5´ s en planta de producción.....	257
4.9.1.	Resultados .....	259
CONCLUSIONES.....		263
RECOMENDACIONES.....		265
BIBLIOGRAFÍA.....		267
APÉNDICES.....		269
ANEXO.....		277

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de planta de producción .....	5
2.	Distribución de planta productiva .....	8
3.	Áreas y sub-áreas de la planta de producción .....	22
4.	Proceso de costura de capas.....	23
5.	Construcción de borde .....	24
6.	Fabricación de fundas .....	25
7.	Fabricación de fundas para base .....	26
8.	Resorte tipo Bonnel.....	27
9.	Resortes ensamblados.....	28
10.	Proceso de flejado de estructuras.....	29
11.	Camastón armado.....	30
12.	.Configuración y fabricación de base o somier.....	31
13.	Armado de colchón de gama básica .....	32
14.	Matriz de criticidad de equipos .....	47
15.	Multienguatadora Paragon M+ .....	51
16.	Dimensiones de Multienguatadora Pragon M+ .....	51
17.	Dimensiones de estructura para soporte de rollos .....	52
18.	Dimensiones de máquina multiagujas para enguate .....	53
19.	Ficha técnica de máquina multienguatadora Paragon M+ .....	54
20.	Dimensiones de panel de corte .....	55
21.	Máquina resortera MDC-80.....	56
22.	Sub-sistemas de máquina resortera MDC-80 .....	57
23.	Ficha técnica de resortera MDC-80.....	58

24.	Máquina ensambladora AS-4.....	59
25.	Subsistemas de máquina ensambladora AS-4 .....	60
26.	Ficha técnica de equipo Ensambladora AS-4 .....	61
27.	Transfer FT-81 .....	62
28.	Sub-sistemas Transfer FT-81 .....	63
29.	Ficha técnica de equipo transfer FT-81 .....	64
30.	Máquina cerradora TE-32.....	65
31.	Metodología para cálculo de OEE inicial.....	67
32.	Diagrama de recorrido de equipos críticos utilizando una célula ideal de producción .....	75
33.	Diagrama de operaciones de equipos críticos. ....	77
34.	Formato de control de producción en Paragon M+ .....	82
35.	Formato de paros no programados de proceso productivo en MDC- 80 y Transfer FT-81 .....	82
36.	Formato de paros mecánicos en equipos MDC-80 y Transfer FT-81 ...	83
37.	Metodología para recopilación de información para OEE en planta .....	84
38.	Información recopilada de control de producción en Multienguatadora Paragon M+.....	85
39.	Información recopilada de paros no programados de producción en multienguatadora Paragon M+.....	86
40.	Información recopilada de paros mecánicos en multienguatadora Paragon M+ .....	87
41.	Muestra de base de datos en Microsoft Office Excel para cálculo de OEE.....	88
42.	Resultado de OEE por área .....	99
43.	Análisis por ratio calculado .....	100
44.	Comparación de gráfica OEE con ratios calculados .....	103
45.	Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en área de costura .....	107

46.	Diagrama de Pareto de principales problemas mecánicos en área de costura. ....	109
47.	Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso productivo en equipos Transfer FT-81 y MDC-80 .....	112
48.	Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en ensambladora AS-4.....	114
49.	Diagrama de Pareto de paros mecánicos en equipos MDC-80 y Transfer FT-81 .....	116
50.	Diagrama de Pareto de paros mecánicos en Ensambladora AS-4 ....	118
51.	Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en cerradoras TE-32 .....	120
52.	Diagrama de Pareto paros mecánicos en cerradoras TE-32 .....	122
53.	Equipo de cuchillas en panel de corte.....	135
54.	Diagrama de causa-efecto para problema de cuchillas.....	136
55.	Check-list de operario para disminución de problemas con cuchillas	138
56.	Diagrama causa-efecto de problema saltos de puntada .....	139
57.	Rodamiento de eje principal.....	142
58.	Árbol lógico para determinación de causa-raíz en fallas de rodamientos.....	143
59.	Sistema de auto-lubricación en Paragon M+.....	144
60.	Equipo antivibraciones a utilizar en Paragon M+ .....	146
61.	Paragon M+ con sistema antivibraciones de tipo neumático.....	146
62.	Paragon M+ sin sistema anti-vibraciones.....	147
63.	Carrete anudador de equipos MDC-80 y FT-81 .....	148
64.	Análisis de causa-efecto respecto a problemas en carrete anudador	149
65.	Defectos encontrados en área de capas.....	155
66.	Resultado de OEE en los meses junio, agosto, septiembre y octubre del 2019 .....	160
67.	Estrategia del sistema de gestión de calidad .....	177

68.	Ejemplo de diagrama de flujo sobre reproducción en DVD .....	183
69.	Ejemplo de diagrama de flujo de funciones cruzadas .....	184
70.	Procesos de calidad realizados actualmente en planta .....	190
71.	Organigrama definido del departamento de calidad .....	193
72.	Recepción de bobinas de alambre.....	197
73.	Flujograma: inspección de alambre como materia prima.....	199
74.	Proceso de recepción de camastrón armado.....	200
75.	Flujograma: inspección de camastrón armado .....	202
76.	Proceso de recepción de despiezado .....	203
77.	Flujograma de inspección de despiezado .....	205
78.	Proceso de recepción de despiezado .....	207
79.	Medidas utilizadas para inspección de rollos de esponja .....	208
80.	Flujograma de inspección de rollos de esponja .....	209
81.	Proceso de recepción de marcos de alambre .....	210
82.	Medidas utilizadas para inspección de rollos de esponja .....	211
83.	Flujograma de inspección de marcos de alambre calibre 8 .....	212
84.	Formato de reclamo a proveedores .....	213
85.	Flujograma: Inspección de semi-elaborados en área de costura.....	219
86.	Flujograma: Inspección de resortes elaborados: sub-área de resortes.....	221
87.	Flujograma: Inspección de estructuras terminadas: sub-área de flejado.....	222
88.	Flujograma: área de camastrón .....	224
89.	Procedimiento para las no conformidades.....	226
90.	Procedimiento de inspección de transportes .....	230
91.	Formato de inspección de transporte.....	231
92.	Procedimiento del manejo en quejas y reclamos de calidad.....	232
93.	Diagrama de Ishikawa .....	233
94.	Ejemplo de base de datos por área de auditoría 5'S .....	236

95.	Flujograma de proceso de auditoría 5'S.....	237
96.	Proceso de informe técnico de calidad.....	238
97.	Formato a utilizar para informe técnico .....	239
98.	Formato de encuesta para operarios y supervisores de producción ..	244
99.	Resultados de encuestas a operarios y supervisores de producción .	245
100.	Capacitación a operarios de costura .....	251
101.	Prueba piloto de procedimientos estandarizados de calidad .....	253
102.	Árbol lógico utilizado para capacitación .....	255
103.	Capacitación a técnicos de mantenimiento y operarios .....	256
104.	Herramientas gráficas para capacitación 5´S.....	259
105.	Contenido para capacitación 5´S .....	260
106.	Contenido para capacitación 5´S .....	261
107.	Capacitación 5´s a operarios de producción .....	262
108.	Capacitación por parte del equipo de calidad.....	262

## **TABLAS**

I.	Formulación de estrategias basado en análisis FODA.....	17
II.	KPI de disponibilidad.....	38
III.	KPI de eficacia .....	39
IV.	KPI de recursos.....	39
V.	Resumen de maquinaria y equipos en planta de producción .....	45
VI.	Factores a utilizar para análisis de criticidad.....	46
VII.	Análisis de criticidad de equipos .....	48
VIII.	Resultados luego del análisis de criticidad de equipos .....	49
IX.	Metodología de OEE inicial: Medios y Metodología .....	69
X.	Identificación de equipos a estudiar .....	70
XI.	Cantidad de equipos críticos a evaluar .....	71
XII.	Principales partes de los equipos críticos a evaluar.....	72

XIII.	Capacidad nominal de equipos críticos a evaluar.....	73
XIV.	Tiempos calculados para velocidad nominal de equipos seleccionados .....	74
XV.	Principales paros de producción identificados en equipos críticos .....	78
XVI.	Principales defectos de calidad y desperdicios en equipos .....	80
XVII.	Ratio de disponibilidad en equipos MDC-80 y Transfer FT-81.....	90
XVIII.	Ratio de disponibilidad en ensambladora AS-4 .....	91
XIX.	Ratio de disponibilidad en Paragon M+ .....	92
XX.	Ratio de disponibilidad en Cerradoras TE-32 .....	93
XXI.	Ratio de rendimiento en equipos Transfer FT-81 y Resortera MDC-80.....	94
XXII.	Ratio de rendimiento en Ensambladora AS-4.....	95
XXIII.	Ratio de rendimiento en máquina Paragon M+.....	95
XXIV.	Ratio de rendimiento en máquina Cerradora TE-32 .....	96
XXV.	Ratio de calidad en equipos Tranfer FT-81 y MDC-80.....	97
XXVI.	Ratio de calidad en Ensambladora AS-4 .....	97
XXVII.	Ratio de calidad en Paragon M+.....	98
XXVIII.	Ratio de calidad en cerradoras TE-32 .....	98
XXIX.	Resultados de OEE inicial por área y planta total.....	99
XXX.	Resumen de resultados por equipo crítico evaluado .....	101
XXXI.	Tiempo de paros de proceso productivo en Paragon M+ .....	104
XXXII.	Paros no programados de proceso productivo identificados en área de costura .....	106
XXXIII.	Tiempo en paros mecánicos del equipo Paragon M+ .....	108
XXXIV.	Tiempo en paros de proceso productivo de transfer FT-81 Y MDC-80.....	110
XXXV.	Paros no programados de proceso productivo identificados en área de estructura: Transfer FT-81 y MDC-80 .....	111
XXXVI.	Tiempos de paros de proceso productivo en Ensambladora AS-4 .....	113

XXXVII.	Paros no programados de proceso identificados en ensambladora AS-4 .....	114
XXXVIII.	Tiempo de paros mecánicos en resorteras y Transfer FT-81.....	115
XXXIX.	Tiempo de paros mecánicos en ensambladora AS-4.....	117
XL.	Tiempo de paros de proceso productivo en cerradoras TE-32.....	119
XLI.	Paros no programados identificados en cerradoras TE-32 .....	120
XLII.	Tiempo de paros mecánicos en cerradoras TE-32.....	121
XLIII.	Resumen de paros de proceso productivo en equipos críticos .....	124
XLIV.	Paros no programados de proceso definidos .....	126
XLV.	Análisis Causa-Raíz en paros no programados de Paragon M+ .....	127
XLVI.	Acciones correctivas en PNP de proceso en Paragon M+ .....	127
XLVII.	Análisis Causa raíz de PNP de proceso en MDC-80 y FT-81 .....	128
XLVIII.	Acciones correctivas de PNP de proceso en MDC-80 y FT-81 .....	128
XLIX.	Análisis Causa raíz de PNP de proceso en AS-4.....	129
L.	Acciones correctivas de PNP de proceso en AS-4.....	130
LI.	Análisis Causa raíz de PNP de proceso en AS-4.....	130
LII.	Acciones correctivas de PNP de proceso en AS-4.....	131
LIII.	Resumen de los principales paros mecánicos en equipos.....	131
LIV.	Paros mecánicos a disminuir.....	133
LV.	Factores evaluados a causas de problemas con cuchillas.....	137
LVI.	Factores evaluados a causas, problema de salto de puntada .....	140
LVII.	Solución al problema de salto de puntada implementado en mantenimientos semanales y mensuales.....	141
LVIII.	Actividades incorporadas al mantenimiento preventivo de Paragon M+ .....	145
LIX.	Equipos del conjunto de Paragon M+ evaluados .....	147
LX.	Puntuación de factores a causas, problemas en carrete anudador....	150
LXI.	Reducción de velocidad en multienguatadoras Paragon M+ .....	152
LXII.	Reducción de velocidad en equipos MDC-80 y FT-81 .....	152

LXIII.	Defectos de calidad encontrados en área de costura .....	154
LXIV.	Desperdicio de resortes en equipos MDC-80 y FT-81 .....	156
LXV.	Estructuras defectuosas y a reproceso en equipos AS-4 .....	157
LXVI.	OEE del mes de agosto .....	158
LXVII.	OEE del mes de septiembre .....	158
LXVIII.	OEE del mes de octubre .....	159
LXIX.	Resumen de resultados de OEE.....	159
LXX.	Inversión inicial en implementación de estudio técnico-profesional....	162
LXXI.	Costos fijos mensuales .....	163
LXXII.	Costos mes de junio .....	164
LXXIII.	Costos mes de julio.....	164
LXXIV.	Costos mes de agosto .....	165
LXXV.	Costos mes de septiembre .....	165
LXXVI.	Costos mes de octubre .....	166
LXXVII.	Costos mes de noviembre .....	166
LXXVIII.	Ahorros mes de julio .....	167
LXXIX.	Ahorros mes de agosto .....	168
LXXX.	Ahorros mes de septiembre .....	169
LXXXI.	Ahorros mes de octubre.....	170
LXXXII.	Ahorros mes de noviembre .....	171
LXXXIII.	Beneficio total del proyecto .....	172
LXXXIV.	Beneficio real del proyecto.....	173
LXXXV.	Símbolos en el diagrama de flujo.....	182
LXXXVI.	Problemas localizados de calidad en implementación de OEE .....	188
LXXXVII.	Defectos de calidad en demás áreas de planta de producción.....	189
LXXXVIII.	Características de aceptación en inspección de alambre .....	198
LXXXIX.	Medidas de camastrón para inspección.....	201
XC.	Definición de puntajes para evaluación de proveedores.....	214
XCI.	Descripción de tipo de proveedor según calificación .....	216

XCII.	Ejemplo de evaluación a proveedores .....	216
XCIII.	Sub-áreas de planta de costura .....	218
XCIV.	Sub-áreas en planta de estructura .....	220
XCV.	Aspectos de calidad a evaluar en área de camastrón .....	223
XCVI.	Auditorías en área de costura.....	234
XCVII.	Auditorías en área de estructura .....	235
XCVIII.	Auditorías en área de ensamble.....	235
XCIX.	Recursos a utilizar para desarrollo de capacitaciones .....	248
C.	Temas dentro del plan de capacitación .....	249
CI.	Plan de capacitación sistema OEE .....	250
CII.	Plan de capacitación de procesos de calidad.....	252
CIII.	Plan de capacitación de análisis causa-raíz.....	254
CIV.	Plan de capacitación herramienta 5´S.....	258



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>ACR</b>	Análisis causa-raíz
<b>hp</b>	Caballos de fuerza
<b>dBa</b>	Decibeles
<b>D</b>	Disponibilidad
<b>ER</b>	Estructuras a reproceso
<b>ED</b>	Estructuras defectuosas
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>#</b>	Número
<b>OT</b>	Orden de trabajo
<b>PNP</b>	Paro no programado
<b>PP</b>	Paro programado
<b>cfm</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>PC</b>	Piezas buenas elaboradas
<b>%</b>	Porcentaje
<b>PTEO</b>	Producción teórica
<b>PT</b>	Producción total
<b>Pul</b>	Pulgadas
<b>r</b>	Radio
<b>RI</b>	Rotación de inventario
<b>AQL</b>	Tablas para medición de calidad aceptable
<b>MTTR</b>	Tiempo medio de reparación

<b>MTBF</b>	Tiempo medio entre fallas
<b>TEMP</b>	Tiempo medio entre preventivos
<b>TPP</b>	Tiempo planeado de producción
<b>TRP</b>	Tiempo real de producción
<b>Un/h</b>	Unidades por hora
<b>Un/min</b>	Unidades por minuto
<b>UP</b>	Utilización de personal

## GLOSARIO

<b>5´S</b>	Método de gestión de procesos de origen japonés con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral.
<b>Acero SAE 10-45</b>	Acero con 0,45 % de carbono en su estructura molecular.
<b>Acero SAE 10-70</b>	Acero con 0,70 % de carbono en su estructura molecular.
<b>Acolchado</b>	Tipo de cubierta compuesta por una funda suave, y un relleno que se utiliza como manta y cubrecamas para el uso de los colchones.
<b>Bies</b>	Trozo de tela cortada en sesgo respecto al hilo aplicado a los bordes de las capas.
<b>Bonnell</b>	Sistema de muelles tradicional para la realización de estructuras en la configuración del colchón.
<b>Camastrón</b>	Estructura de madera que sirve de base para la fabricación de un somier.

<b>Carcasa</b>	Estructura completa y armada de muelles tipo Bonnel que funciona como soporte interno en un colchón.
<b>Check-list</b>	Herramienta diseñada para reducción de errores por los potenciales límites de memoria. Documento en el cual se indican las tareas a realizar que deben ser correctamente marcadas al realizarlas.
<b>Efectividad</b>	Es la capacidad de conseguir el resultado que se busca.
<b>Eficiencia</b>	Utilización de los recursos de la manera más eficaz posible para satisfacer las necesidades y los deseos de un individuo.
<b>Enguate</b>	Combinación de tela, esponja y entretela unidas mediante costuras de hilo, que conforma la cara superior e inferior del colchón.
<b>Flange</b>	Tipo de tela de determinado gramaje utilizado para brindar soporte a la unión de capas y estructura.
<b>FODA</b>	Herramienta de estudio de la situación de una empresa, proyecto o persona, analizando sus características internas y su situación externa.
<b>Jacquard</b>	Tipo de tela utilizada en camas de gama alta debido a la calidad en sus componentes.

<b><i>Knit</i></b>	Tipo de tela utilizado en camas de gama baja debido a la baja calidad en sus componentes.
<b>KPI</b>	Indicadores claves de desempeño que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia.
<b>Merma</b>	Cantidad de material no utilizado durante un proceso productivo. Residuo de materia prima no utilizada.
<b>Multienguatadora</b>	Máquina multi-agujas utilizada para la fabricación de enguatado en la industria de camas.
<b>Normalización</b>	También llamada estandarización, es el proceso de elaborar, aplicar y mejorar las normas que se emplean en distintas actividades. Es el proceso de formular y aplicar reglas.
<b>OEE</b>	Acrónimo para Efectividad Global de Equipos y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente.
<b><i>Picque</i></b>	Tipo de tela utilizado en camas de gama alta debido a la calidad en sus componentes y su patrón de tejido de punto.

<b><i>Pillow</i></b>	Utilizado en la industria de camas para definir la parte superior del colchón en camas de gama media y alta. Se forma de enguatado y flange, acompañado de materiales complementarios.
<b><i>Point&amp;Sew</i></b>	Tipo de puntaje de acolchado.
<b>Ratio</b>	Relación cuantificada entre dos magnitudes que reflejan su proporción.
<b>Semielaborado</b>	Paso intermedio entre una materia prima y un bien de consumo. En otras palabras, es un bien que necesita una segunda elaboración para ser consumido.
<b>Somier</b>	Estructura de madera, tapizada, sobre la que se coloca el colchón para dar mayor comodidad y resistencia a las camas.
<b><i>Tack&amp;Jump</i></b>	Tipo de puntaje de acolchado.

## RESUMEN

La empresa Facenco S.A. es una empresa dedicada a la producción de camas de diferentes estilos y tamaños, con presencia en el territorio nacional y Centroamérica. Las instalaciones de la empresa se encuentran en el departamento de Guatemala, teniendo un fuerte impacto en el mercado de camas a nivel nacional, compitiendo con empresas tales como: Olympia, Fomtex, Florida, entre otros.

En los últimos años la empresa ha presentado bajas en la eficiencia de los equipos, resultado de las pérdidas de tiempo debido a altos mantenimientos correctivos, micro paradas de producción y demás pérdidas de tiempo que aún no se han identificado, por lo que se busca un indicador o herramienta que pueda localizar tales pérdidas de tiempos y disminución de desperdicios en los equipos críticos de la empresa. Además de ello, el departamento de calidad presenta deficiencias en sus procesos debido a que estos no cuentan con estandarización establecida.

El proyecto de ingeniería realizado consiste en la aplicación del indicador de Eficiencia Global de Equipos (OEE) en la empresa Facenco S.A., para identificar los paros de producción de la maquinaria y aplicar una metodología de identificación de problemas que pueda eliminar la causa-raíz de los diversos paros de producción, todo esto será con el objetivo de aumentar la eficiencia de los equipos y disminuir costos ocultos en el departamento de producción. Aunado a ello, con la implementación del OEE se logró identificar los principales problemas de calidad, y con ello lograr así una normalización de cada uno de sus procesos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Normalizar el proceso de calidad a través de la implementación del indicador de Efectividad Global de Maquinaria y Equipos (OEE).

### **Específicos**

1. Determinar el indicador de Eficiencia Global de equipos (OEE) inicial, para conocer el estado de la empresa previo a mejorar en las diferentes ratios: rendimiento, disponibilidad y calidad.
2. Aplicar una metodología de soluciones a los problemas más comunes para disminuir el tiempo de paros no programados de proceso y paros mecánicos de los equipos críticos encontrados en la ratio de disponibilidad.
3. Conocer con base en la ratio rendimiento las pérdidas de velocidad y micro paradas de producción en los equipos evaluados.
4. Analizar el indicador calidad para el conocimiento de las deficiencias de calidad en cada área evaluada.
5. Calcular el indicador de Efectividad Global de Equipos en los tres meses posteriores a las acciones correctivas iniciales, analizando con ello el aumento de la eficiencia en los equipos.

6. Realizar la normalización de los procesos de calidad a través de la documentación de procedimientos actuales y procedimientos nuevos luego del análisis de la ratio de calidad.
7. Diseñar un plan de capacitaciones basado en las necesidades de aprendizaje con la implementación de la fase técnico-profesional y fase de investigación.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de toda industria se observan distintas líneas de proceso, con equipo industrial dispuesto a brindar un servicio dentro del proceso productivo. Estos equipos tienen por objetivo la elaboración de las múltiples variedades de productos requeridos por el mercado, los cuales deben fabricarse dentro de los estándares de calidad y el tiempo establecido que la empresa solicita. Debido a ello es importante un adecuado y efectivo funcionamiento de las máquinas y los equipos utilizados en el proceso productivo, logrando evitar pérdidas de tiempo, cuellos de botella, disminución de merma por parte de los equipos y se eliminará un aumento considerable de los costos de producción asociados.

La empresa Facenco S.A. se dedica a la fabricación y distribución de camas a nivel nacional e internacional, teniendo en su planta de producción un proceso lineal, establecido en 4 áreas: costura, estructura, armado y tapicería. En sus procesos de producción la empresa cuenta con maquinaria y equipo industrial en cada área, con bajas de eficiencia considerables en los últimos meses y aumento de merma en los equipos críticos. Debido a ello, el departamento de producción busca un proyecto que pueda identificar estas pérdidas de producción en sus equipos y dar soluciones a tales problemas

A continuación, se presenta la documentación del proyecto: “Normalización del proceso de calidad a través de la implementación de un sistema de efectividad global de maquinaria y equipos (OEE) para el desarrollo de mejoras en una planta de fabricación de camas”, donde la idea principal es crear una metodología de medición de eficiencia general de equipos, y con ello identificar las posibles soluciones a los altos paros por mantenimiento correctivo.

Con la implementación de este indicador se tendrán claros los factores importantes de control de calidad e implementar la normalización del proceso de calidad por medio de un manual de procedimientos.

En la fase de servicio técnico profesional mostrado en el capítulo 2, se presenta la medición del OEE en las diferentes áreas de la planta por medio de un análisis de criticidad, en donde se conoce las causas de las pérdidas de tiempo, calculando las ratios de rendimiento, disponibilidad y calidad. Con ello se presentan los resultados al departamento de producción para conocer el estado real de la planta y las soluciones a los problemas de paradas continuas en los equipos.

Para la fase de investigación mostrado en el capítulo 3, se analizan los resultados de calidad del OEE y con ello la estandarización de los procesos de calidad en las diferentes áreas.

Por último, se tendrá una fase de capacitación mostrado en el capítulo 4 que, según el plan de trabajo, se procedió a capacitar a los diferentes operarios en cuanto al cumplimiento diario del OEE y también la capacitación al equipo de control de calidad en cuanto a los procesos estandarizados de calidad en los diferentes procesos de producción

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Antecedentes**

Según entrevista con el gerente de operaciones, la empresa Facenco inicia sus operaciones en el año 1986. Empiezan con una pequeña planta de producción y oficinas administrativas ubicadas en la zona 3 de la ciudad de Guatemala. Al inicio de sus operaciones, la empresa contaba con veinte colaboradores. El proceso de fabricación de las camas era artesanal en su totalidad.

Luego de años de experiencia y estableciendo una idea de calidad total en los productos, la demanda aumentó considerablemente en el mercado, así como las exigencias del mismo. Por tanto, la empresa optó por la compra y utilización de máquinas industriales especializadas en los diferentes procesos en la fabricación de camas, por lo que la empresa estratégicamente se trasladó al área industrial de la zona 12. Al tener la nueva planta en funcionamiento, la producción de la empresa aumentó considerablemente, surgiendo nuevas necesidades de ingeniería en la optimización y mejora de procesos.

En el año 2012 la empresa Facenco se logró posicionar en el mercado nacional e internacional como una de las empresas más importantes en la fabricación de camas, logrando la exportación y venta de productos en países como El Salvador, Nicaragua y Honduras.

En el año 2019, Facenco inicia la gestión de una nueva planta de producción ubicada en Honduras, por lo que las exigencias y estandarización de procesos

de producción se suman a las exigencias por parte de gerencia general, esto con el fin de mantener el sistema de gestión de calidad tanto nacional como internacionalmente.

Según equipo de control de calidad, Facenco, S.A. cuenta con más de 250 operarios, administrativos y colaboradores que buscan establecer los altos estándares de calidad en cada producto establecido y lograr la satisfacción de los clientes al obtener un producto de alta excelencia en descanso.

## **1.2. Localización física**

La planta de la empresa Facenco S.A. se encuentra en la 18 Avenida 39-24 zona 12 Guatemala a pocos metros de Irtra Petapa.

## **1.3. Visión**

Consolidarnos a nivel centroamericano como líderes en la fabricación, venta y distribución de opciones de descanso rentables y accesibles, practicando nuestros principios.<sup>1</sup>

## **1.4. Misión**

Somos una empresa centroamericana dedicada a la fabricación y comercialización de soluciones de descanso basados en una cultura de calidad hacia nuestros pilares fundamentales.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Facenco S.A. *Manual de gestión de calidad*. p. 9.

<sup>2</sup> *Ibíd*

## **1.5. Valores**

Dentro de Facenco S.A., existen diferentes valores a poner en práctica, definidos en los siguientes puntos.

### **1.5.1. Honestidad**

Actuar con transparencia, orientación moral, justicia e integridad. Mostrar conducta ejemplar dentro y fuera de la empresa.

### **1.5.2. Respeto**

Fomentar la conducta que brinde justo valor a los derechos fundamentales de nuestros semejantes y a nosotros mismo.

### **1.5.3. Responsabilidad**

Asumir las consecuencias de nuestras acciones en la empresa y su entorno. Cumplir con nuestras obligaciones.

### **1.5.4. Trabajo en equipo**

Generar compañerismo y un clima de amistad trabajando juntos para cumplir nuestra misión y encaminarnos hacia el logro de nuestra visión. Tener permanente disposición para ofrecer a los demás un trato amable y brindarles apoyo en todo lo que pudieran necesitar. <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Facenco S.A. *Manual de gestión de calidad*. p. 10

## **1.6. Política de calidad**

Nuestra política de calidad se manifiesta mediante nuestro firme compromiso con los clientes de satisfacer sus requerimientos y expectativas, para ello garantizamos impulsar una cultura de calidad basada en los principios de compromiso de mejora, honestidad, liderazgo, responsabilidad y eficiencia.<sup>4</sup>

## **1.7. Estructura Organizacional**

La empresa Facenco tiene sus oficinas administrativas y la planta de producción en la 18 Avenida 39-24 zona 12 ciudad de Guatemala, por lo que la mayor parte del personal administrativo y operativo se encuentran en el mismo sitio, a diferencia de los demás colaboradores distribuidos en los centros de distribución del producto y bodegas externas a la planta.

Para el desarrollo del EPS se toma en cuenta únicamente la planta de producción y en cada una de las áreas de la planta, debido a que es el lugar donde se desarrolló el proyecto.

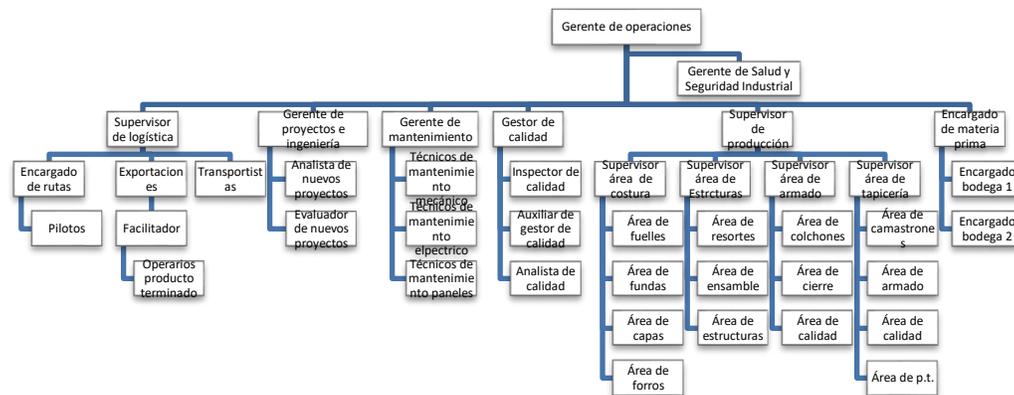
En la planta de producción, la estructura organizacional de la empresa es de tipo vertical, lo que indica que la autoridad se transmite a través de un solo jefe para cada función especial y la especialización de cada una de las actividades en una misma función. Esto facilita la toma de decisiones y permite la trazabilidad de la responsabilidad en cada proceso, es sencillo de entender para los colaboradores, se obtiene una eficiencia alta por persona y se distribuye la presión del trabajo en diferentes supervisores y encargados de los diferentes departamentos.

---

<sup>4</sup> Facenco S.A. *Manual de gestión de calidad*. p. 10

Según información proporcionada por la empresa, la organización se compone de gerencia de operaciones, departamentos y áreas de producción. La gerencia de operaciones compone la máxima autoridad dentro de la planta de producción, y a partir de ello surgen los departamentos a su cargo. El gerente de operaciones tiene a su cargo a los diferentes supervisores, encargados, gerentes y gestores en torno al desarrollo productivo, y a su vez éstos tienen bajo su mando a 290 operarios de producción, calidad y mantenimiento. La representación gráfica de la estructura organizacional se muestra en la figura.

Figura 1. Organigrama de planta de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

Los puestos de trabajo más importantes mencionados anteriormente se enumeran a continuación, describiendo la responsabilidad resumida de cada puesto según el Manual de Gestión de Calidad de Facenco, S.A.

- Gerente de operaciones: Encargado de dirigir y gestionar todos los procesos productivos para cumplir con la programación de producción diaria, así como de velar por la correcta comunicación entre los diferentes

supervisores de producción. Enlace directo entre la planta de producción y gerencia general. Encargado de autorizar y fomentar nuevos proyectos dentro de la planta productiva.

- Supervisor de logística: Encargado de velar por la correcta planificación y entrega de productos terminados hacia los diferentes puntos de distribución. Supervisa la correcta ejecución de transporte y entrega.
- Gerente de proyectos e ingeniería: Se encarga de fomentar y realizar estudios para nuevos proyectos en pro de la planta de producción, tanto para aumentar la eficiencia de la misma, como de mejorar un problema en producción.
- Gerente de mantenimiento: programar, dirigir y ejecutar las tareas de mantenimiento tanto correctivo como preventivo de los equipos y maquinaria industrial de la planta de producción. Supervisar e inspeccionar los activos industriales diariamente en busca de mejoras. Gestionar las compras utilizadas por parte del departamento de mantenimiento. Apoyo en los diferentes proyectos a realizar por parte de gerencia de operaciones.
- Gestor de calidad: Encargado de mantener el sistema de gestión de calidad funcionando correctamente de manera enfocada al éxito de la empresa. Maneja conceptos avanzados de calidad y apoyan en la toma de decisiones de la planta de producción.
- Supervisor de producción: Encargado de velar por la comunicación entre el gerente de operaciones y los supervisores de las diferentes sub-áreas

de producción. Vela por el cumplimiento de la producción y responde directamente al gerente de operaciones.

- Encargado de materia prima: Planifica, coordina y gestiona las ventas, reclamos y recepción de las diferentes materias primas en la planta.
- Gerente de Salud y Seguridad Industrial: Vela por el cumplimiento de las normas y políticas internas en materia de SSO, asegurando las condiciones de salud y seguridad óptimas en toda la planta de producción. Busca mantener los requerimientos legales y ambientales en materia de SSO en la empresa.

### **1.7.1. Comunicación Organizacional**

La comunicación interna entre cada uno de los colaboradores de la planta productiva en la estructura organizacional se realiza de forma informal en la mayoría de casos, ya que esto optimiza tiempos perdidos en reuniones innecesarias. La comunicación interna formal se realiza en casos de mayor atención y toma de decisiones de varios involucrados.

La toma de decisiones de alta inversión o cambios en el proceso productivo en la empresa se realiza por Junta Directiva en colaboración con gerencia de operaciones, gerencia de mantenimiento y el departamento de calidad.

### **1.8. Distribución de planta**

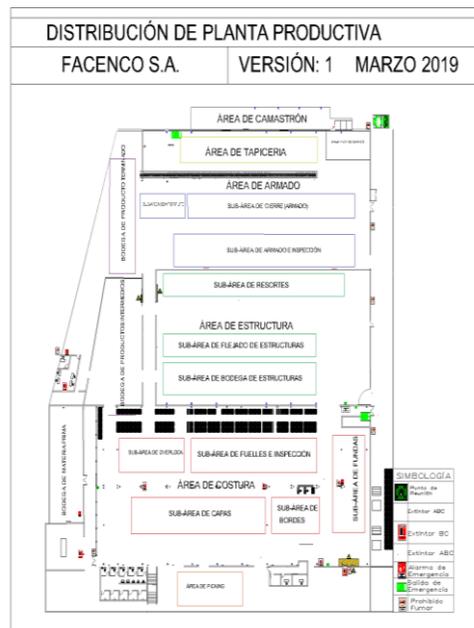
La planta productiva de Facenco se distribuye en 5 áreas de producción, siendo estas: planta de costura, planta de estructura, planta de armado, planta de tapicería y planta de camastrón. A su vez, la planta tiene áreas alternas que

actúan indirectamente en la producción las cuales son: área de bodega de producto terminado, área de picking, área de materia prima y área de mantenimiento y compresores.

La distribución de la planta de producción sigue el concepto de proceso productivo intermitente, debido a que las diferentes áreas de producción se agrupan en diferentes sub-áreas para un proceso definido y los semielaborados fluirán hacia las diferentes áreas que lo necesiten.

El proceso empieza en la planta de costura realizando semi-elaborados para luego pasar por el área de estructura y finalizar en la planta de armado para realizar un colchón de forma continua. La planta de tapicería trabaja directamente con la planta de camastrón en un proceso lineal continuo.

Figura 2. **Distribución de planta productiva**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

## **1.9. Productos fabricados**

Facenco es una empresa dedicada a la fabricación, venta y distribución de diferentes tipos y modelos de camas rentables y accesibles.

Dentro de la empresa se manejan productos de cartera, siendo estos los productos exclusivos para diferentes tiendas y supermercados con contrato definido y utilizando diseños exclusivos proporcionados por la empresa ya que estas empresas luego podrán ofrecerlas al público al precio que consideran correcto. También se manejan productos de línea, siendo estos los productos exclusivamente de la empresa y para uso de venta al público por parte de la misma.

Según el departamento de producción, la empresa clasifica los productos en diferentes gamas, siendo éstas:

### **1.9.1. Camas de gama baja**

Este tipo de camas se caracteriza por ser las más económicas y accesibles al público en general. Se caracterizan por tener materiales básicos y de mediana calidad, así como la menor utilización de recursos en la configuración del colchón, todo ello para que las camas sean lo más económicas posibles sin perder la calidad que las representa.

Están fabricadas con tela de menor calidad en comparación al resto de gamas, utilizando en su mayoría la tela llamada Knit y se encuentran distribuidas en el mercado en tamaños imperial, matrimonial y en algunos casos Queen.

### **1.9.2. Camas de gama media**

Este tipo de camas se representa por tener materiales de mejor calidad y mayores recursos utilizados en la configuración de la cama, pero aun así se conserva el aspecto económico. Este tipo de camas pueden contener el llamado pillow o doble-pillow para un mejor acabado y búsqueda de firmeza a producir.

Están fabricados en tela de media y alta calidad según sea el diseño, utilizando en su mayoría telas Knit, Jacquard y en algunos casos Pique. Se comercializan en los 4 diferentes tamaños utilizados por la empresa: imperial, matrimonial, Queen y King.

### **1.9.3. Camas de gama alta**

Las camas de gama alta se representan por tener materiales de la mejor calidad posible, acabados finos, alto control de calidad y los mejores recursos utilizados en la configuración de la cama dependiendo del diseño y el costo final que tendrá el producto. Este tipo de camas pueden contener doble pillow dependiendo del diseño y en algunos casos pueden contener telas especiales como: tela con un tipo de aloe vera para mejor sensación en la piel, tela “thermo-cool” para una sensación de frescura, tela contra líquidos entre otros.

### **1.9.4. Camas de la línea Comfort Life**

Este tipo de camas se caracterizan por ser de gama alta, pero con acabados mayores y materiales especiales en comparación a los de esta gama. La línea Comfort Life tiene su propia área para el proceso de producción, debido a que se necesitan controles de calidad estrictos y dedicación especial para ser producidas por parte de operarios calificados. Otro factor importante es que este

tipo de camas utilizan diferentes insumos para fabricarse en comparación a las demás gamas siendo estos: pegamento especial, cerradora de diferente modelo, otro tipo de estructura, diferentes materiales en el colchón, tapicería exclusiva, entre otros.

Están fabricados en tela de alta calidad y exclusivamente se utiliza la tela Pique. Este tipo de camas se comercializan en tamaños Queen y King.

A su vez, la empresa también clasifica los productos por el nivel de confort que la cama ofrece.

#### **1.9.5. Camas de tipo ortopédico**

Es el tipo de cama que posee un alta firmeza y acorde a lo que los profesionales de la salud recomiendan para aquellas personas que presentan problemas en la espalda. Este tipo de camas utilizan materiales de mayor resistencia mecánica a la deformación por compresión, por lo que el colchón dependiendo del peso aplicado estará firme y con mejor firmeza en comparación a los demás tipos de camas.

#### **1.9.6. Camas semi-firmes**

Este tipo de camas combinan una firmeza media y un tipo de confort adecuado. Es el tipo de camas de mayor venta y distribución por parte del público en general.

Este tipo de camas contienen materiales tanto firmes como suaves, ya que se debe encontrar un tipo de firmeza media y un tipo de confort y suavidad adecuado para el gusto de los clientes.

### **1.9.7. Camas tipo suave**

Este tipo de camas se caracterizan por tener una firmeza baja y una suavidad y confort superior a los otros dos tipos. En la configuración de estas camas se buscan materiales suaves y en su mayoría se utiliza el sistema doble pillow para la mayor suavidad posible.

Este tipo de camas utilizan acabados especiales en la capa para poseer un número reducido de compactaciones por tejedura y así mantener la suavidad constante.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ALTA CRITICIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DEL INDICADOR DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE).**

### **2.1. Situación actual**

Facenco S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de camas, ofreciendo un producto de alta calidad y largo tiempo de vida. Debido a la constante demanda y necesidad de la mejora de procesos, así como la búsqueda por posicionarse como la empresa líder en producción y distribución de camas a nivel centroamericano, se ha optado por reconocer y eliminar fallos en los procesos productivos de la empresa.

Actualmente, en la empresa se tienen registros elevados de paros de producción debido a fallos en los equipos de las líneas en las diferentes áreas, desperdicios de materia prima, tiempos elevados que evitan el cumplimiento de producción, falta de un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de los equipos y tiempo perdido muy elevado debido a causas que se desconocen.

La falta de eficiencia e incumplimiento de producción debido a problemas en la maquinaria de la empresa es un tema que se vive día con día y se necesita de un indicador para conocer las causas a las cuales se atribuyan estos problemas y las posibles soluciones a implementar, así como la identificación de los procesos y oportunidades de mejora y estandarización de los procesos de control de calidad.

### **2.1.1. Análisis FODA**

Para conocer de mejor manera el indicador a utilizar se desarrolla a continuación un análisis FODA en el proceso productivo de la planta, utilizando como bases los departamentos de operaciones, calidad y mantenimiento. Para realizar el análisis FODA se conoció y analizo el proceso productivo de los diferentes departamentos, entrevistas a mecánicos, operarios, colaboradores del departamento de calidad, gerente de operaciones y gerente de mantenimiento. Se revisó el historial de fallas de los equipos y se estudió el funcionamiento de los equipos, así como el estudio del manual de los equipos críticos.

#### **2.1.1.1. Fortalezas**

- Nueva gestión basada en control de calidad total en planta por parte de gerencia de operaciones y gerencia general.
- Apoyo por parte de gerencia de operaciones y colaboradores de la empresa para desarrollar proyectos de mejora del proceso productivo.
- Amplio conocimiento por parte de mecánicos y operarios en cuestión del uso y reparación de los equipos.
- Historial de fallas y problemas de calidad en base de datos de la empresa para su utilización en proyectos de mejora continua.
- Conceptos básicos de lubricación y limpieza por parte de los operarios de la maquinaria y equipos. Recursos necesarios por parte del departamento de mantenimiento para la lubricación y limpieza diaria.

- Procesos básicos de calidad establecidos por parte del departamento de calidad. Sistema de gestión de calidad realizado y utilizado por parte de inspector y analista de calidad en la planta.
- Equipos estandarizados en cada sub-área de la planta con el objetivo de minimizar el inventario de repuestos en el departamento de mantenimiento.

#### **2.1.1.2. Oportunidades**

- Mercados internacionales accesibles para la inserción y establecimiento de nuestros productos.
- Tendencia del mercado nacional e internacional orientado al aumento de utilización y compra del producto.
- Posibles relaciones comerciales con cadenas de supermercados para venta de productos de la empresa.
- Necesidad creciente e inmediata en la adquisición de nuestros productos a nivel centroamericano.
- Tendencia en el mercado de adquisición de modelos personalizados, los cuales la empresa tiene capacidad de realizar y abrir una ventana de oportunidad.
- Oportunidad en adquisición e implementación de tecnología y nuevas técnicas de fabricación utilizadas en el sector industrial internacional de camas para simplificación del proceso de fabricación.

### **2.1.1.3. Debilidades**

- Falta de un adecuado plan de mantenimiento y la ejecución del mismo por parte del departamento de calidad.
- Fallas y mantenimientos correctivos altos en la planta de producción, con desconocimiento de la causa-raíz de los mismos.
- Equipos con muchas horas de uso a lo largo de los años de existencia de la planta, lo que genera baja en la eficiencia en el proceso productivo.
- Falta de un muestreo de aceptación adecuado para la inspección de materias primas, auditorías internas y demás procesos productivos necesarios en el proceso productivo.
- Costos de no calidad elevados en el proceso productivo.
- Falta de capacitación a personal operativo en tema de control de calidad total y mantenimiento general de equipos.

### **2.1.1.4. Amenazas**

- Alta competitividad por parte de otras empresas nacionales e internacionales que puedan disminuir el mercado de la empresa debido a grado de diferenciación, sustitución y diferencia en precios.
- Creación de nuevas empresas en el mercado.

- Posibles existencias de barreras comerciales y nuevas regulaciones por parte del gobierno de Guatemala.
- Aumento de aranceles e impuestos para la exportación de los productos a nivel centroamericano.
- Materia prima por parte de nuestros proveedores con alta probabilidad de calidad, precio y especificaciones fuera de orden.
- Cambios en la tecnología del sector industrial nacional e internacional para la mejora en la elaboración de camas.
- Cambios de actitud de los clientes hacia la marca.

### 2.1.2. Estrategias basadas en el análisis FODA

Ya determinado el análisis FODA, se realizan las estrategias necesarias para el alcance de objetivos de la empresa por medio de la matriz DAFO.

Tabla I. **Formulación de estrategias basado en análisis FODA**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Matriz FODA y estrategias empresa Facenco S.A.	1. Nueva gestión basada en control de calidad total en planta por parte de gerencia de operaciones y gerencia general. 2. Apoyo por parte de	1. Falta de un adecuado plan de mantenimiento y la ejecución del mismo por parte del departamento de calidad. 2. Fallas y mantenimientos correctivos altos en la planta

Continuación de la tabla I.

	<p>gerencia de operaciones y colaboradores de la empresa para desarrollar proyectos de mejora del proceso productivo.</p> <p>3. Amplio conocimiento por parte de mecánicos y operarios en cuestión del uso y reparación de los equipos.</p> <p>4. Historial de fallas y problemas de calidad en base de datos de la empresa.</p> <p>5. Conceptos básicos de lubricación y limpieza por parte de los operarios de la maquinaria y equipos</p> <p>6. Procesos básicos de calidad establecidos por parte del departamento de calidad.</p>	<p>de producción, con desconocimiento de la causa-raíz de los mismos.</p> <p>3. Equipos con muchas horas de uso a lo largo de los años de existencia de la planta, lo que genera baja en la eficiencia en el proceso productivo.</p> <p>4. Falta de un muestreo de aceptación adecuado para la inspección de materias primas.</p> <p>5. Costos de no calidad elevados en el proceso productivo.</p> <p>6. Falta de capacitación a personal operativo en tema de control de calidad total.</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>1. Mercados internacionales accesibles para la inserción y establecimiento de nuestros productos.</p> <p>2. Tendencia del mercado nacional e internacional orientado al aumento de utilización y compra del producto.</p> <p>3. Posibles relaciones comerciales con cadenas de supermercados para venta de productos de la empresa.</p> <p>4. Necesidad creciente e inmediata en la adquisición</p>	<p><b>ESTRATEGIAS FO</b></p> <p>1. Estudiar y modificar las técnicas de mantenimiento de equipos y aplicación inicial de TPM (F5, F3, O6).</p> <p>2. Realizar acciones correctivas sobre principales fallas de equipos para aumento de productividad a través de proyectos de mejora continua. (F5, F3, O2).</p> <p>3. Implementar acciones en control de calidad total para aumento de</p>	<p><b>ESTRATEGIAS DO</b></p> <p>1. Adecuar planes de mantenimiento a equipos críticos para aumento de eficiencia en proceso productivo y disminución de costos de no calidad. (D3, D5, O2, O4)</p> <p>2. Realizar análisis financieros de compra e instalación de nuevos equipos o automatización de procesos en búsqueda de mejora de la eficiencia en procesos productivos de maquinaria (D3, D5, O6, O4).</p>

Continuación de la tabla I.

<p>de nuestros productos a nivel centroamericano. 5. Tendencia en el mercado de adquisición de modelos personalizados, los cuales la empresa tiene capacidad de realizar y abrir una ventana de oportunidad.</p>	<p>productividad en el mercado internacional e inicio de acuerdos con cadenas de supermercados, cumpliendo con los estándares necesarios. (F1, F6, O3). 4. Investigar, estudiar e implementar tecnología adecuada y nuevas técnicas de fabricación de camas utilizadas a nivel internacional para el</p>	<p>3. Disminuir costos de no calidad a través de un adecuado SGC para aumento de participación en nuevos mercados y cumplimiento de objetivos de calidad (D4, D5, O1, O2).</p>
<p>6. Oportunidad en adquisición e implementación de tecnología y nuevas técnicas de fabricación utilizadas en el sector industrial internacional de camas para simplificación del proceso.</p>	<p>aumento de la productividad y automatización del proceso productivo. (F2, F6, O6).</p>	<p>4. Capacitar a personal de planta para aumento disminución de problemas de calidad, implementación de modelos personalizados y aumento de eficiencia productiva. (D6, O3, O5).</p>
<p><b>AMENAZAS</b> 1. Alta competitividad por parte de otras empresas nacionales e internacionales que puedan disminuir el mercado de la empresa debido a grado de diferenciación, sustitución y diferencia en precios. 2. Creación de nuevas empresas en el mercado. 3. Posibles existencias de barreras comerciales y nuevas regulaciones por parte del gobierno de Guatemala. 4. Aumento de aranceles e impuestos para la exportación de los productos a nivel centroamericano.</p>	<p><b>ESTRATEGIAS FA</b> 1. Establecer control de calidad total en todos los departamentos para lograr la diferenciación en productos y aumento de competitividad nacional e internacional. (F1, F6, A1, A2). 2. Realizar proyectos en innovación de productos para alta competitividad en nuevos mercados e impedir entrada de nuevos productos. (F1, F2, A1, A2, A6). 3. Realizar acciones correctivas en historial de fallas de calidad y</p>	<p><b>ESTRATEGIAS DA</b> 1. Erradicar las fallas y mantenimientos correctivos a través de la localización y análisis causa-raíz de las principales fallas con el fin de cumplir con la productividad adecuada y mantener la competitividad en el mercado (D1, D2, A1, A2). 2. Adecuar e implementar un plan de muestreo en control de calidad para el cumplimiento de calidad en los</p>

Continuación de la tabla I.

<p>5. Materia prima por parte de nuestros proveedores con alta probabilidad de calidad, precio y especificaciones fuera de orden para la elaboración de nuestro producto.</p> <p>6. Cambios en la tecnología del sector industrial nacional e internacional para la mejora en la elaboración de camas.</p> <p>7. Cambios de actitud de los clientes hacia la marca.</p>	<p>mantenimiento para evitar aumento de reclamos y desperdicios en proceso productivo. (F1, F4, F6, A2, A7).</p> <p>4. Analizar de manera adecuada la materia prima entregada de nuestros proveedores por medio de un plan de muestreo adecuado, ponderación de proveedores y sistema de gestión de calidad implementado. (F6, O5).</p>	<p>productos ofrecidos. (D4, A5, A7).</p> <p>3. Realizar un adecuado estudio de los proveedores actuales y posibles proveedores para gestionar nuevas opciones de materia prima y ofertar precios competitivos. (D6, A7, A2)</p> <p>4. Capacitar al personal técnico y administrativo en materia de control de calidad, mantenimiento de marca e implementación de BPM para asegurar la calidad y reputación de la empresa en mercados nacionales e internacionales. (D6, A7, A1).</p>
---	---	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

Luego de analizar las estrategias FO2, FO3, DO3, DO4, FA3, DA1, DA3 derivadas del análisis FODA para cumplimiento de objetivos de la empresa Facenco, se llega a la conclusión que en tales estrategias se busca la determinación, análisis, corrección e implementación de mejoras en la eficiencia de maquinaria y equipos, así como el estudio y mejora del sistema de gestión de calidad de la empresa Facenco.

Derivado de tales necesidades para cumplimiento de objetivos, se decide la realización de las siguientes proyecciones en operación:

- Indicador de eficiencia global de equipos OEE.
- Normalización del proceso de control de calidad a través de los datos tomados en el OEE.

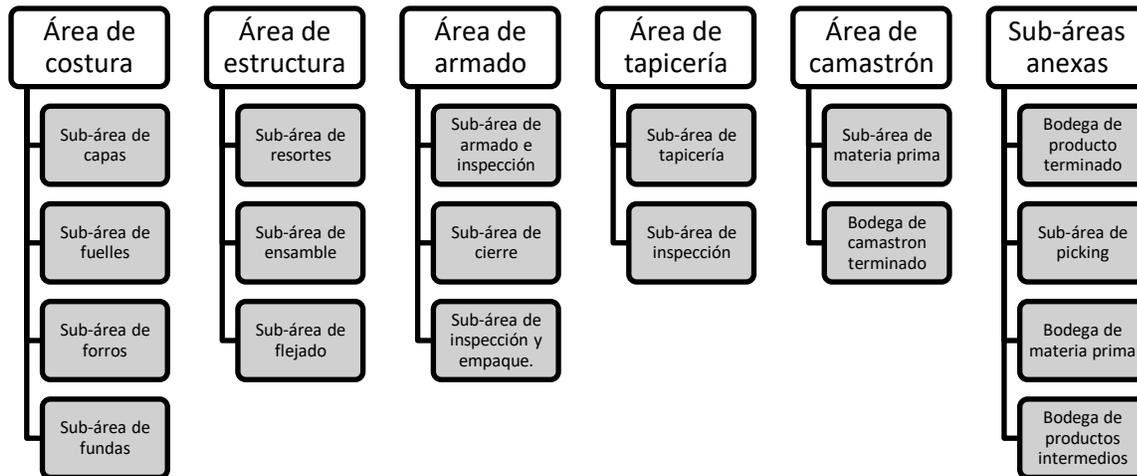
El proyecto busca crear una metodología de eficiencia general de los equipos, utilizando como base el indicador de nivel internacional conocido como OEE (Overall Equipment Effectiveness o Efectividad Global de Equipos), el cual nos muestra el porcentaje de efectividad de un equipo o máquina con respecto a su máquina ideal, utilizando tres ratios: rendimiento, disponibilidad y calidad. Esta metodología ayudará considerablemente a la empresa en la toma de decisiones y soluciones posibles a implementar para la disminución de paros de producción y cuellos de botella en las líneas del proceso, además de contribuir en el proceso de mejoras para la disminución de desechos que se generan diariamente.

Con la implementación del OEE y la información recabada de los diferentes procesos se busca la normalización y estandarización de los diferentes procesos de calidad realizados en la empresa, utilizando criterios técnicos y herramientas de ingeniería industrial para eliminar fallos y errores producto de la falta de la estandarización del sistema de gestión de calidad.

### **2.1.3. Descripción general del proceso productivo**

La planta de producción de la empresa se compone de 5 áreas de manufactura y sub-áreas anexas que actúan de manera indirecta en el proceso productivo.

Figura 3. **Áreas y sub-áreas de la planta de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

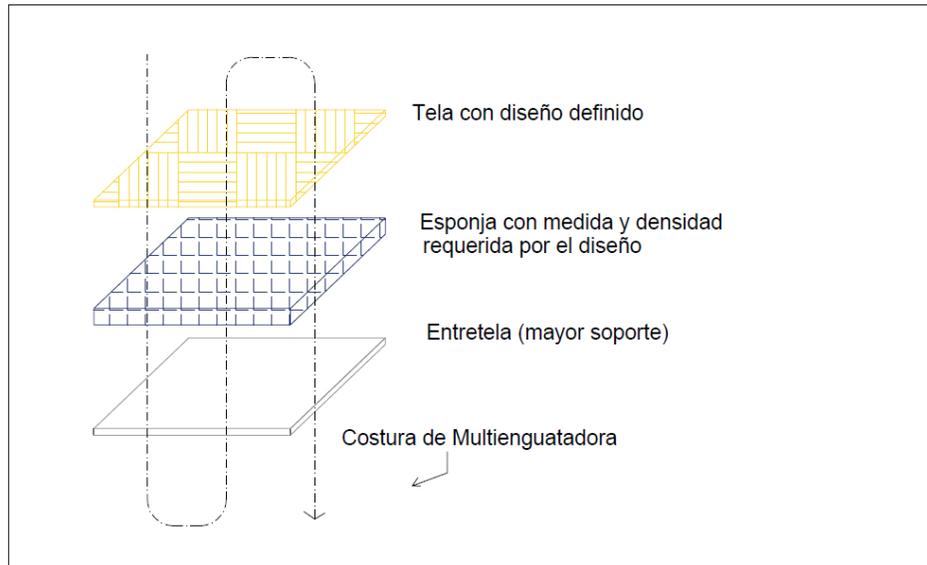
### **2.1.3.1. Área de costura**

El área de costura es la encargada de confeccionar los diferentes enguates y piezas de tela que son utilizados en los colchones y bases de la cama como recubrimiento y ensamble de piezas. Dentro del área de costura se encuentran las siguientes sub-áreas con los productos fabricados en cada una de ellas:

#### **2.1.3.1.1. Sub-área de capas**

Se realizan las capas (también llamadas cubiertas) del colchón. Son elaboradas por máquinas multienguatadoras que utilizan un proceso de costura con diferentes diseños, siguiendo un procedimiento como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4. **Proceso de costura de capas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

La capa de un colchón es la tapicería superficial que está en contacto directo con el consumidor. La capa está fabricada de 3 materiales como se muestra en la figura, con diferentes dimensiones dependiendo del diseño a fabricar.

El proceso de fabricación se realiza en máquinas multienguatadoras en las cuales se cargan los rollos de esponja del espesor y densidad deseado, rollos de tela con el diseño establecido y rollos de entretela. Luego del procedimiento de enguatado, el producto pasa al panel de corte para delimitar el tamaño de la capa.

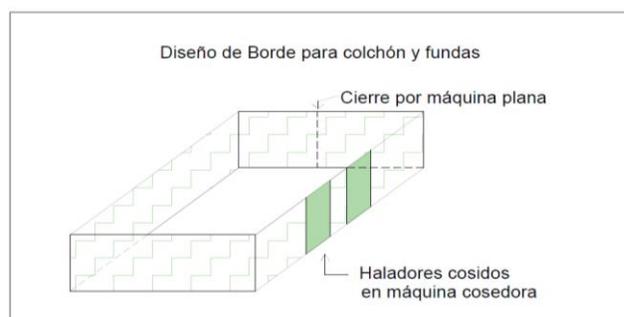
### 2.1.3.1.2. Sub-área de bordes

Es el área que se encarga de la creación de los bordes utilizados en el colchón y en la fabricación de bases en una cama. Los bordes se conforman de los mismos materiales que una capa: tela, esponja y entretela. Tales bordes son fabricados de igual manera en máquinas multienguatadoras de agujas.

Para obtener los bordes de la medida correcta, se utiliza un panel de corte diferente a los utilizados en las capas, ya que estos paneles de corte utilizan multi-cuchillas separadas entre sí a la distancia que tendrán que tener los bordes, creando así rollos de bordes con la cantidad de pies necesario.

Estos bordes son cerrados en una máquina llamada “plana”, agregando un material llamado flange para la sujeción correcta a las otras partes del colchón. Por último, se le agrega haladores y etiquetas cosidas dependiendo del diseño.

Figura 5. **Construcción de borde**

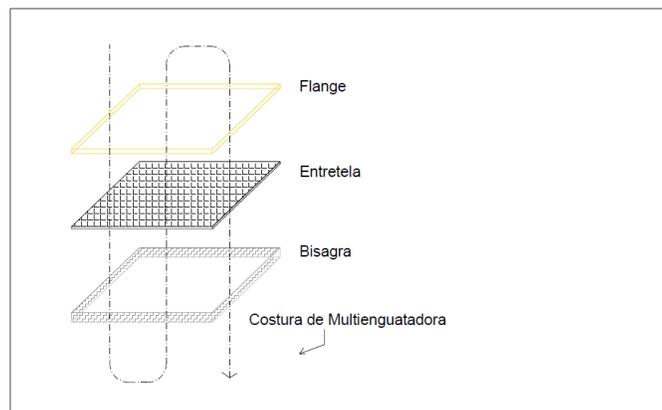


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### 2.1.3.1.3. Sub-área de forros

Esta área es la encargada de realizar los forros de los colchones que utilizan pillow o doble pillow, los cuales son utilizados para unir el pillow (compuesto de materiales intermedios y la capa) con el resto de la configuración del colchón.

Figura 6. **Fabricación de fundas**



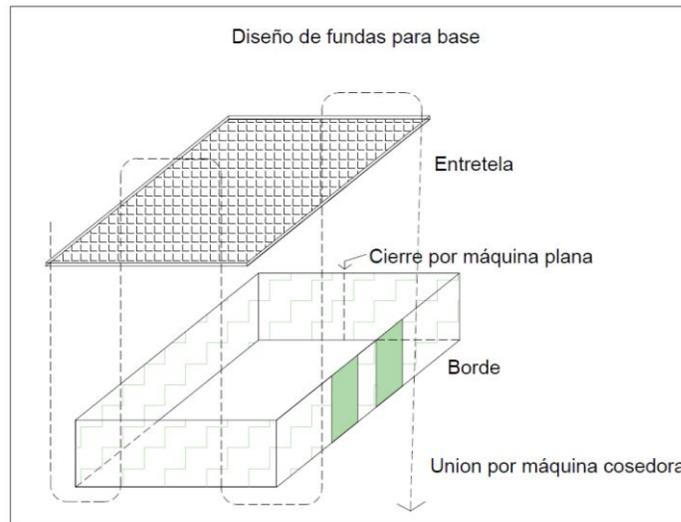
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### 2.1.3.1.4. Sub-área de fundas

En esta área se realizan las fundas utilizadas en la base de la cama. Están compuestas de bordes y entretela unidas por máquinas de coser (máquinas PFAFF o Singer).

El procedimiento es sencillo: se une el borde con la medida exacta para la altura de una base (previamente cortada a la medida en el panel de corte de bordes) junto con entretela que contenga la medida del área superior de una base.

Figura 7. **Fabricación de fundas para base**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### **2.1.3.2. Área de estructuras**

En el área de estructura como su nombre lo indica, se realiza la estructura de los colchones que tienen la función de soporte interno. La estructura está compuesta por resortes de tipo Bonnel y marcos de acero realizados en esta área.

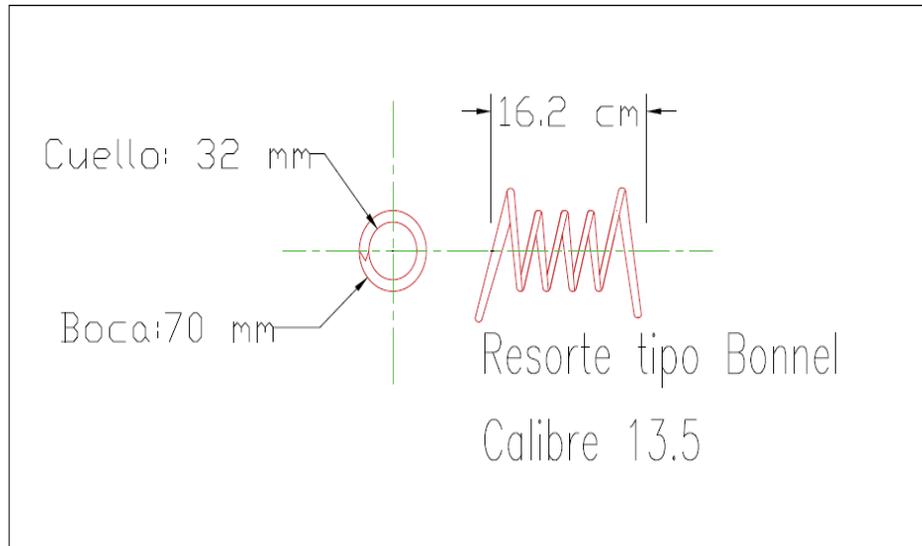
El área de estructura se compone de diferentes sub-áreas, definidas a continuación.

#### **2.1.3.2.1. Sub-área de resortes**

Esta área se encarga de la fabricación de resortes de tipo Bonnel, los cuales se fabrican en máquinas para muelles MDC-80 de la marca Fides.

El acero utilizado para realizar los resortes es el SAE 1070 con calibre 13.5.

Figura 8. **Resorte tipo Bonnel**



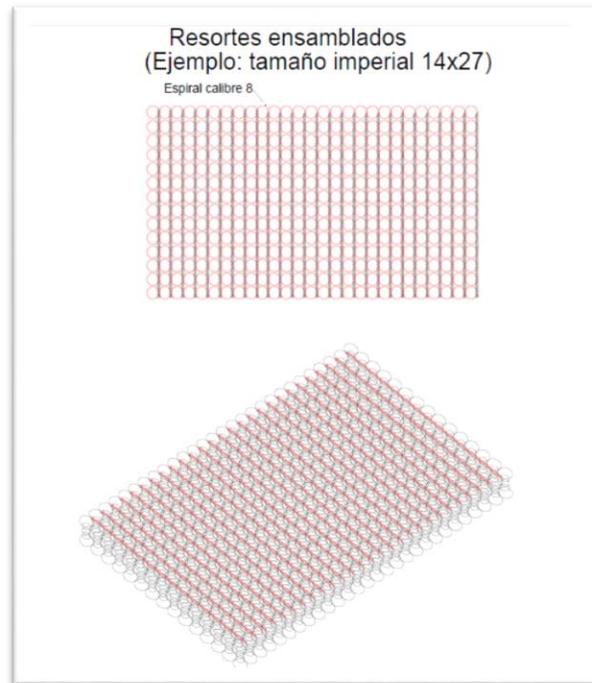
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

#### 2.1.3.2.2. **Sub-área de ensamble**

Es el área encargada de ensamblar los resortes producidos anteriormente de ambos lados: superior e inferior. Esto se realiza a través de máquinas ensambladoras para resortes Bonnel AS-4 de la marca Fides, en la cual los operarios ingresan los resortes y la máquina procede a unirlos por medio de un espiral SAE 1045 de calibre 17, utilizando una aspiraladora incorporada.

La cantidad de filas y columnas que deben llevar las estructuras se delimita diariamente en la máquina ensambladora según programación del día. Esta cantidad de filas y columnas se conoce como configuración de la estructura.

Figura 9. **Resortes ensamblados**



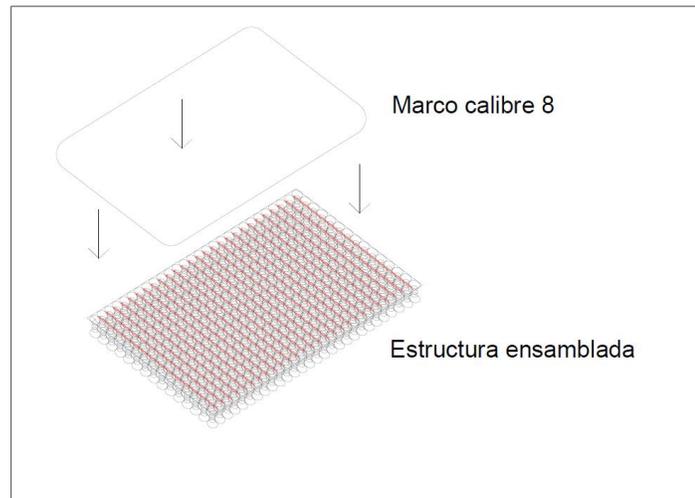
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

#### **2.1.3.2.3. Sub-área de flejado**

Es el área encargada de realizar el marco para finalizar la estructura en ambos lados: superior e inferior.

El marco se realiza en acero SAE 1045 de calibre 8. Es fabricado por medio de una dobladora de acero y unida a la reestructura de resortes ensamblados por medio de pistolas engrapadoras industriales de tipo aire comprimido.

Figura 10. **Proceso de flejado de estructuras**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

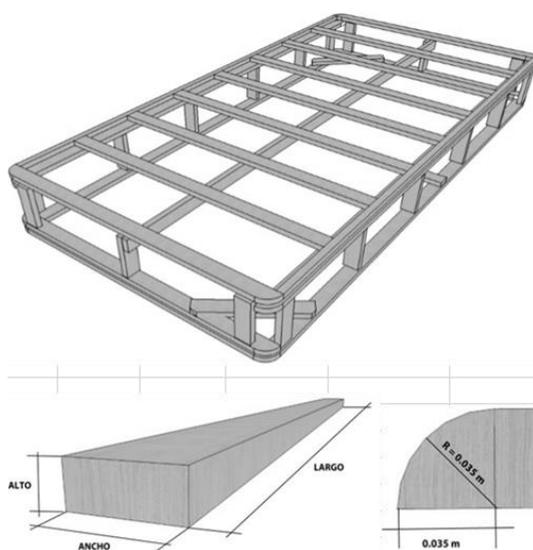
### **2.1.3.3. Área de camastrón**

El área de camastrón realiza las operaciones necesarias de armado de estructuras con base en materia prima de piezas de madera de pino con medidas ya establecidas, que servirán de base para la fabricación de somieres. Esta estructura se conoce como camastrón en la industria de las camas.

En esta área se utilizan pistolas engrapadoras industriales a base de aire comprimido. El área de camastrón realiza un proceso lineal continuo directamente con el área de tapicería, ya que es el proveedor de este semielaborado para que la planta de tapicería pueda realizar las bases (o somieres) y terminar el subproceso.

Los camastrones se fabrican en los diferentes tamaños: imperial, matrimonial, Queen y King según se solicite por parte de gerencia de operaciones. El camastrón es el responsable de soportar todo el peso de la cama junto a las patas posteriormente unidas.

Figura 11. **Camastrón armado**



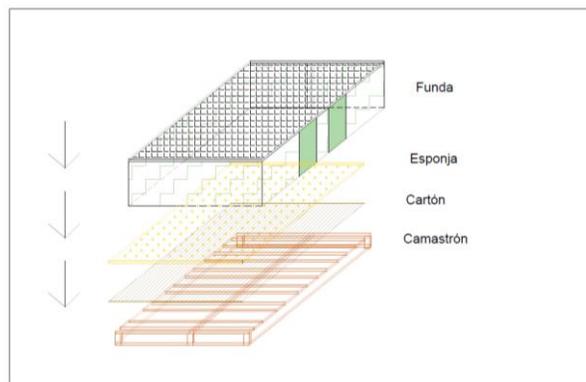
Fuente: elaboración propia, Departamento de calidad de Facenco, S.A.

#### **2.1.3.4. Área de tapicería**

El área de tapicería es la encargada de realizar las bases (o somieres) de una cama. El proceso de fabricación de una base consiste en colocación de materiales como cartón, esponja y entretela sobre el camastrón, colocación de fundas sobre el camastrón con los materiales antes mencionados, colocación de protecciones o esquineros, revisión de calidad y colocación de bolsa plástica para protección de la base.

La configuración y fabricación de la base se realiza por medio de pistolas engrapadoras industriales. La figura siguiente muestra la configuración y fabricación de una base.

Figura 12. **Configuración y fabricación de base o somier**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### **2.1.3.5. Área de ensamble**

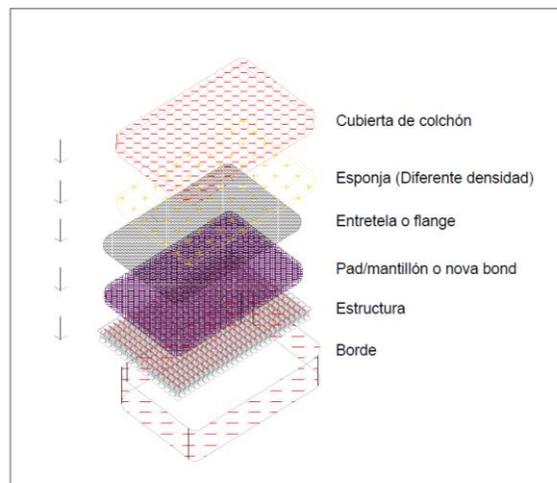
En el área de ensamble del colchón se transforman las estructuras realizadas en el punto 2.1.2.2 y entregarlos a la bodega de producto terminado. El proceso de ensamble pasa por tres sub-áreas: sub-área de armado, sub-área de cierre y sub-área de inspección y empaque.

#### **2.1.3.5.1. Sub-área de ensamble**

En esta sub-área se trasladan los materiales a utilizar desde la bodega de productos intermedios, así como las estructuras realizadas en el punto 2.1.2.2 y los semielaborados a utilizar en el punto 2.1.2.1 según el modelo de la cama lo requiera.

Los materiales intermedios dependerán de la configuración de la cama y es materia prima que llega directamente de los proveedores con las medidas y las propiedades exactas a utilizar, por lo que no necesitan de ningún proceso por parte de la empresa. Los materiales intermedios pueden ser: planchas de esponja, pad, mantillón, nova bond y entretela, cada uno de ellos en diferente densidad, grosor y tamaño según se requiera.

Figura 13. **Armado de colchón de gama básica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

En este ejemplo de un colchón de la gama básica se realiza el siguiente proceso:

- Se preparan los materiales dependiendo de la configuración del colchón a armar.
- Se coloca la estructura sobre la mesa de trabajo.

- Se pegan y se coloca el pad, entretela y nova bond/mantillón/pad según sea el caso.
- Se procede a colocar la cubierta, la cual contiene flange en los extremos para asegurar los materiales inferiores con el engrape de la misma con la estructura.
- Se coloca el borde alrededor de la estructura con los materiales ya armados.
- Por último, se coloca en la siguiente mesa estacionaria para el próximo proceso: cerrado.

#### **2.1.3.5.2. Sub-área de cerrado**

En el área de cerrado se encuentran las máquinas cerradoras, la cual utilizan un tipo de cabeza de coser móvil, todo ello unido a una mesa metálica por la cual se desplazará el equipo. El cierre se realiza por medio de bies, un tipo de cordón de tela con un diseño y grosor determinado por la configuración del colchón a cerrar.

#### **2.1.3.5.3. Sub-área de inspección y empaque**

Área de inspección de calidad por operarios calificados, despitado de hilos sueltos, limpieza en caso sea necesario, colocación de etiquetas de diferentes usos y empaqueo del colchón. En este proceso el colchón se entrega a bodega de producto terminado.

#### **2.1.4. Análisis situacional de la empresa**

Se evalúa la situación de cada una de las diferentes áreas para el estudio inicial y poder realizar un adecuado proyecto que ayude a las mismas.

##### **2.1.4.1. Análisis situacional área de costura**

El área de costura es el área de mayor tamaño y capacidad instalada de la planta de producción. En ella se producen los diferentes semielaborados mostrados en el punto 2.1.2.1, los cuales se realizan a través de diferentes equipos y máquinas dependiendo del proceso a realizar, los cuales son:

- Máquinas multienguatadoras para cubiertas
- Máquinas multienguatadoras para bordes y bisagras
- Paneles de corte
- Máquinas overlock
- Máquinas de coser
- Máquina plana
- Máquinas para costuras especiales
- Equipo para serigrafía en bordes

Por medio de entrevistas a supervisores de producción, estudio del proceso por medio de la observación directa y entrevistas a operarios de producción, se determinan diferentes problemas y situaciones.

El área de costura ha presentado diversos paros de producción por casos englobados en: paros correctivos en maquinaria, paros de producción por causas desconocidas, paros por problemas con la calidad y paros por cambio de diseños.

El área de costura representa el 60 % de materiales utilizados en la fabricación de camas, por lo que la eficiencia y optimización en materia de la maquinaria y equipos es de vital importancia para la planta de producción.

En el área se tiene personal altamente capacitado en materia de industria textil y costura, pero en tema del cuidado de maquinaria y equipo se presentan problemas y desconocimiento, por lo que es un factor que influye en los altos paros correctivos.

Se cumple la producción del área, pero con uso de horas extras por parte de gerencia de operaciones, por lo que la optimización del área es de vital importancia para evitar costos en materia de horas extras.

En materia de producto terminado del área, se tiene el conocimiento de diversos problemas en materia de calidad, debido a que las capas, bordes y fundas del área presentan manchas de aceite, saltos de puntada, mala operación por parte de maquinaria y problemas por la falta de estandarización en procesos de auditorías de calidad.

#### **2.1.4.2. Análisis situacional área de estructura**

El área de estructura como su nombre lo indica, se encarga de producir las estructuras que son utilizadas como base interna en los colchones.

El área de estructura contiene los siguientes equipos y maquinaria para la elaboración de sus procesos:

- Máquina para la fabricación de muelles (máquina resortera).
- Máquinas ensambladoras de carcasas.

- Transfer para elaboración de carcasas (máquina automática para elaboración de estructuras).
- Equipos de pistolas engrapadoras a base de aire comprimido.

Por medio de entrevistas a supervisores de producción, estudio del proceso por medio de la observación directa y entrevistas a operarios de producción, se determinan diferentes problemas y situaciones.

Se tienen registros que el área cuenta con diversos tiempos muertos y paros programados por parte de las máquinas resorteras y máquinas ensambladoras, debido al exceso de mantenimientos correctivos y ajustes en las máquinas. Los procesos de mantenimiento preventivo aún no están programados por parte del departamento de mantenimiento, por lo que el desgaste y baja en la vida útil de los equipos es evidente.

El área ha presentado rechazos de estructuras debido a problemas de calidad, tales como: mal remate en ensambladoras, medidas incorrectas, saltos de ojillo y falta de estandarización en materia de puntos de calidad.

#### **2.1.4.3. Análisis situacional área de ensamble**

El área de ensamble es el último proceso por parte del colchón, en el cual los semi-elaborados del área de costura, los materiales intermedios de la bodega de productos intermedios y la estructura se unen a través del proceso explicado en el punto 2.1.2.6.

Por medio de entrevistas a supervisores de producción, estudio del proceso por medio de la observación directa y entrevistas a operarios de producción, se determinan diferentes problemas y situaciones.

El área de ensamble ha presentado problemas en el ámbito de deficiencias de calidad, derivado de quejas y reclamos por parte de los clientes en tema de cierre de colchones y manchas en capas.

Las máquinas cerradoras han presentado diversos problemas como desajustes en la velocidad de puntada, altos paros por mantenimientos correctivos y diversos desajustes en materia del looper y agujas.

Los problemas de calidad se adjudican a la falta de estandarización y creación de procesos de calidad en el área, debido a que no se tiene una programación constante y documentación para las auditorías de calidad de producto terminado.

## **2.2. Oportunidades de mejora en el departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento, ubicado en la planta de producción de la empresa Facenco, se encarga de los mantenimientos correctivos, preventivos, rutinas de inspección, mantenimiento eléctrico, y la ejecución de proyectos.

En su calidad de gerencia, el departamento de mantenimiento también tiene entre sus tareas la gestión de mantenimiento de la planta, gestión de compras de repuestos e inventario de equipos, montaje e instalación de nueva maquinaria y el control total de las tareas de mantenimiento diario de la planta. A lo largo de los años se le han asignado otras funciones, tales como: supervisión de obra civil, gestión de activos, reparación de inmobiliarios, mantenimiento y reparación de cualquier sistema eléctrico, hidráulico, neumático y arquitectónico.

El departamento de mantenimiento tiene entre su personal a un gerente de mantenimiento encargado de la gestión del departamento y asignación de

trabajos, y mecánicos especializados en mecánica industrial, mecánica automotriz, instalaciones de todo tipo: eléctricas, neumáticas, e hidráulicas.

Por medio de entrevistas a gerente de mantenimiento, técnicos de mantenimiento y recopilación de información del departamento, se conocieron las situaciones y dificultades en relación a la maquinaria y equipos de la planta.

Actualmente, el departamento de mantenimiento opera bajo el apoyo y supervisión de gerencia de operaciones, realizando las tareas de mantenimiento correctivo diarias e instalaciones necesarias dentro de la empresa. Se lleva un registro de KPI (Key Performance Indicator) por parte del gerente de mantenimiento para conocer el nivel de mantenimiento de la planta.

Los datos de los KPI fueron otorgados por el departamento de mantenimiento, mostrados en las siguientes tablas:

Tabla II. **KPI de disponibilidad**

INDICADORES DE DISPONIBILIDAD		
KPI	Definición	Valor
<i>Tiempo medio de reparación (MTTR)</i>	$\frac{\Sigma \text{Hras de reparación}}{\text{Cantidad de fallas}} \left( \frac{\text{Tiempo}}{\text{Fallas}} \right)$	1,42 Horas/Falla
<i>Tiempo medio entre fallas (MTBF)</i>	$\frac{(\Sigma \text{Hrs de producción} - \Sigma \text{Hrs t muerto})}{\text{Cantidad de fallas}}$	13,28 horas
<i>Disponibilidad (D)</i>	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTTR} + \text{MTBF}} \%$	89,31 %
<i>Tiempo Medio entre Preventivos (TEMP)</i>	$\frac{\Sigma \text{Horas de producción}}{\text{Cantidad de preventivos}}$	485 horas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2017.

Tabla III. **KPI de eficacia**

INDICADORES DE EFICACIA DEL DEPARTAMENTO		
KPI	Definición	Valor
<i>Cumplimiento de mant. Preventivo (CMP)</i>	$\frac{OT\ Preventivo\ ejecutadas}{OT\ Preventivo\ programadas} \%$	41 %
<i>Calidad de mant. (CM)</i>	$\frac{No.\ de\ fallos\ repetitivos}{No.\ de\ fallos\ totales} \%$	47,8 %
<i>Fallo sin localización</i>	$\frac{No.\ de\ fallos\ sin\ justificacion}{No.\ de\ fallos\ totales} \%$	34,5 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2017.

Tabla IV. **KPI de recursos**

INDICADORES DE RECURSOS DEL DEPARTAMENTO		
KPI	Definición	Valor
<i>Inversión de recursos en mantenimiento preventivo (IMP)</i>	$\frac{Horas\ empleadas\ en\ preventivo}{Horas\ empleadas\ en\ correctivo} \%$	14,5 %
<i>Utilización de personal (UP)</i>	$\frac{\Sigma\ Horas\ en\ ordenes\ totales}{Horas\ de\ presencia\ del\ personal} \%$	N/A
<i>Rotación de inventario (RI)</i>	$\frac{Inventario\ consumido}{Inventario\ en\ stock\ actual} \%$	45,60 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2017.

Analizando los KPI's otorgados por el departamento de mantenimiento puede definirse que:

- El tiempo medio de reparación (MTTR) de 1,42 horas por falla nos indica un tiempo de mantenimiento correctivo muy tardado por equipo que afecta

directamente al cumplimiento de la producción. Es importante conocer las causas-raíz de las fallas más comunes para eliminar las mismas y aumentar la disponibilidad del equipo.

- El tiempo medio entre fallas nos indica que los equipos son capaces de operar 13,28 horas hasta que uno de ellos falle dentro de la producción. Con el conocimiento de las fallas y la eliminación de la causa este tiempo puede aumentar considerablemente.
- La disponibilidad de los equipos al ser de 89,31 % puede aumentar con la mejora de los tiempos de los KPI anteriores, por lo que esta ratio será de vital importancia para el cálculo del OEE.
- Al analizar el tiempo medio entre preventivos de 485 horas y la inversión de recursos en mantenimiento preventivo, se observa que el departamento de mantenimiento aún no adopta una cultura de mantenimiento preventivo enfocado a lograr un TPM en la planta de producción. La falta de mantenimientos preventivos programados en los equipos puede ser una causa importante de la cantidad de fallos presentados y la cantidad de tiempo utilizado para realizar los mantenimientos correctivos.
- Al analizar los fallos sin localización de 34,5 % y la calidad de mantenimiento de 47,8 % se observa que los fallos dentro de los equipos y maquinaria de la empresa son repetitivos y no poseen una herramienta eficaz que logre detectar la causa-raíz de tales fallos. Por esta razón surge la importancia de la implementación del indicador OEE (Eficiencia global de los equipos) en la empresa.

El departamento no posee una planificación y programación eficaz en casos de tareas de mantenimiento preventivo, localización de fallas y continuidad de las mismas. La falta de documentación en materia de producción y paros tanto programados como no programados no hace posible la determinación de causas por parte del departamento de mantenimiento y el departamento de producción.

Se requiere para la mejora de la eficiencia del departamento de mantenimiento llevar una correcta documentación detallada de los paros programados y no programados de los equipos, así como las fallas de calidad adjudicados a los equipos y el rendimiento de los mismos.

### **2.3. Oportunidades de mejora en el departamento de calidad**

El departamento de calidad es el encargado de planificar, gestionar, dirigir, ejecutar, documentar y auditar el sistema de gestión de calidad en la planta de producción.

El departamento de calidad es el más nuevo de los departamentos instalados en la empresa, por lo que la falta de estandarización y documentación de los procesos es evidente. El índice de reclamos ha bajado considerablemente desde la instalación y puesta en funcionamiento del departamento de calidad, ya que se posee un equipo de alto conocimiento en la implementación y manejo de un sistema de gestión de calidad en la industria textil.

El departamento de calidad posee procesos y procedimientos tales como:

- Implementación de criterios de supervisión para la aprobación del producto final.

- Cumplimiento de las políticas de gestión de calidad de la empresa.
- Liderar proyectos de mejora y formación en procedimientos de producción.
- Gestionar los objetivos previstos de la empresa.
- Adaptar e implementar las exigencias del sistema de gestión de calidad.
- Organizar las actividades del departamento mediante un sistema de procesos que aporte valor al producto final de la empresa y obtener resultados de calidad en la presentación de tales productos que recibirá el consumidor final.
- Establecer eficazmente el sistema mediante la mejora continua para aumentar la satisfacción de todos los grupos de interés, de acuerdo con sus necesidades y expectativas.

La falta de estandarización de procesos, delimitación de la gestión de calidad, definición de nuevos procedimientos, la documentación establecida para la aplicación digital del control de calidad y eficiencia de tiempos en los procedimientos ha impactado en la labor del departamento de calidad al no tener una guía ni la documentación total necesaria para realizar los procedimientos correctos de gestión de calidad diariamente.

Se han detectado históricamente problemas y deficiencias de calidad en los equipos y maquinaria de las diferentes áreas de la planta productiva, así como mermas y desperdicios excesivos de semielaborados por problemas relacionados a la calidad en la utilización de los equipos y en el proceso humano.

Las oportunidades de mejora en el departamento de calidad vienen enfocadas a la realización de estandarización y normalización de los procesos del departamento, usando como herramienta el indicador OEE para el análisis estadístico de las fallas de calidad en los procesos.

#### **2.4. Oportunidades de mejora en el departamento de producción**

El departamento de producción es el departamento encargado de velar por la programación, ejecución y cumplimiento de la producción diaria dentro de la empresa.

El departamento de producción actualmente necesita una herramienta capaz de controlar la producción de la maquinaria y equipos, conocer los paros programados de producción y paros mecánicos, así como de una estandarización sólida y completa del departamento de calidad.

Las necesidades del departamento de producción surgen de la necesidad de conocer el estado total de las diferentes áreas de producción e implementar futuros proyectos de mejora en los paros más críticos y disminución del índice de reclamos de semielaborados y productos terminados.

Las oportunidades de mejora del departamento se implementarán con el uso del indicador OEE al establecer una herramienta capaz de demostrar el estado real de la empresa, así como propuestas de mejora en los paros más críticos para la disminución de horas extras a trabajar por incumplimiento de producción. La estandarización y mejora de los procesos de calidad le funcionará al departamento de producción para tener un registro y control de todos los procesos y ejecuciones del departamento de calidad, gestionar los recursos y auditar las actividades de tal departamento.

## **2.5. Definición del proyecto a realizar**

En la planta de producción de fabricación de camas en Facenco S.A. el principal problema es la baja productividad de las diferentes áreas, siendo estas: área de costura, área de estructura, área de armado y área de tapicería. Esto se debe entre muchas cosas a que se tienen constantes paros mecánicos en los equipos debido a averías o por fallas en la materia prima del producto, así como elevadas no conformidades de producto en las diferentes áreas y mermas constantes tanto en el área de costura, como en el área de resortes.

Actualmente no se tiene una medición en cada área de la situación real de los equipos, debido a ello es imposible la realización de la toma de decisiones para mejora de la funcionalidad y eficiencia de los equipos, y con ello un aumento considerable en la producción y calidad del producto terminado.

De la necesidad de mejora continua y cumplimiento de producción surge la necesidad de la implementación del indicador de Eficiencia Global de equipo que entregará a la empresa respuestas de la situación actual de los equipos, fallas más comunes, controles de calidad y una perspectiva global de la planta

El presente proyecto se enfoca en las áreas de: Costura, Estructura y Armado, siendo éstas las áreas donde se presentan la mayor cantidad de ineficiencia de producción y tiempos muertos de la planta. Generalmente en el proceso de elaboración de camas se utilizan equipos que utilizan la materia prima y la procesan para un producto utilizado en el armado de colchones y bases de una cama, por lo que se debe utilizar este hecho a la hora de aplicar un indicador de productividad y mejora.

El cálculo del OEE se realizará a los equipos más importantes y que influyen directamente en los temas de calidad y producción en la planta, para ello se hará uso de un Análisis de Criticidad de la maquinaria y equipos. Al determinar un OEE inicial se darán soluciones a los departamentos de mantenimiento, calidad y producción, estableciendo un sistema unificado para el control posterior en planta, directo con los operarios de cada área.

## 2.6. Análisis de criticidad de los equipos

Para la delimitación del proyecto se realizó un análisis de criticidad de los equipos, debido a que, según la empresa, no son todos los equipos los que generan grandes atrasos y pérdidas de tiempo en la producción, así como considerable cantidad de merma y desperdicios.

Tabla V. **Resumen de maquinaria y equipos en planta de producción**

EQUIPO	POTENCIA (KVA)	VOLTAJE (V)	CONSUMO DE CORRIENTE (A)
Multienguatadora	15	220	15
Mesa de aire		220	
Máquina de coser		220	
Panel de corte	6	220	8
Máquina de resortes	20	220	90
Transfer para carcasas	28	220	90
Ensambladoras	2,1	220	9,5
Máquina Overlock	20	220	1,5
Cerradora		220	20
Cerradora		220	20
Bomba de pegamento			
Compresor 10 HP		220	
Compresor 25 HP		220	
Transformador	167	132 000	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2017.

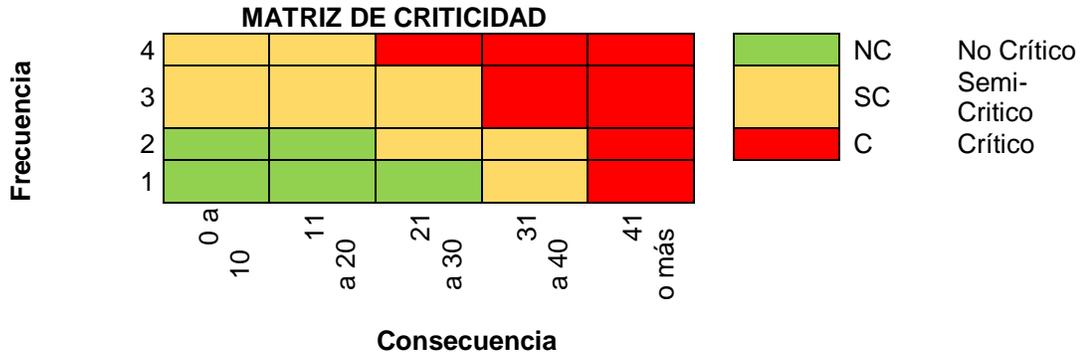
Tabla VI. Factores a utilizar para análisis de criticidad

<b>FACTORES</b>	<b>Costo de Reparación</b>	ALTA >= Q.5 000,00	Q. 1 000,00 < MEDIA <= Q. 5 000,00	Q.1 000,00 < BAJA		
	<b>Factor</b>	10	5	1		
	<b>Código</b>	CA	CB	CC		
	<b>Impacto Operacional</b>	Parada inmediata de la planta.	Parada inmediata en área de la planta.	Impacta los niveles de producción a calidad.	Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad.	No genera ningún efecto.
	<b>Factor</b>	10	6	4	2	1
	<b>Código</b>	IA	IB	IC	ID	IE
	<b>Flexibilidad operacional</b>	No existe opción de producción y no existe función de respaldo.	Existe opción de respaldo compartido.	Existe opción de respaldo disponible		
	<b>Factor</b>	4	2	1		
	<b>Código</b>	FA	FB	FC		
	<b>Seguridad y Medio Ambiente</b>	Afecta a la seguridad humana.	Afecta al medio ambiente produciendo daños severos.	Afecta a las instalaciones	Provoca daños menores al personal.	No genera ningún daño
	<b>Factor</b>	32	24	16	8	0
	<b>Código</b>	SA	SB	SC	SD	SE
	<b>Frecuencia de fallas</b>	ALTA	PROMEDIO	BAJA	EXCELENTE	
		4	3	2	1	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al obtener los factores a evaluar, se hará uso de la matriz de criticidad de equipos como se muestra en la siguiente figura:

Figura 14. **Matriz de criticidad de equipos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2017.

Utilizando el factor de frecuencia de falla de los equipos, ya que es el factor que más influye en los paros no programados de los equipos, se comparará el valor obtenido con el total de los demás factores a evaluar.

Utilizando esta metodología se podrá evaluar si un equipo es crítico, semi-crítico o no crítico.

Al obtener los valores de criticidad de estos equipos, se procederá con el proyecto técnico en técnicas de recolección de datos, historial de fallas y diferentes fuentes de datos para la obtención de un registro total de los equipos críticos en cuestión de fallas.

El análisis de criticidad de equipos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII. Análisis de criticidad de equipos

EQUIPO	MARCA	COSTO MEDIO DE REPARACIÓN			FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL					FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE				TOTAL	CRITICIDAD
		C A	C B	C C		I A	I B	I C	I D	I E	F A	F B	F C	S A	S B	S C	S D		
<b>ÁREA DE COSTURA</b>																			
Multienguatadoras Paragon M+	Gribetz			10	4		6				4				16		40	C	
Mesa de aire	Porter		5		2			4			2				8		21	SC	
Máquina de coser	Juki	1			2				2			1			8		14	NC	
Máquina de coser	Porter	1			2					2		1			8		14	NC	
Máquina Overlock	Porter		5		2		6				4				8		25	SC	
Panel de corte PNC	Gribetz		5		4					2		2			16		29	SC	
<b>ÁREA DE ESTRUCTURAS</b>																			
Máquina de resortes MDC-80	Fides			10	4		6				4			16		40	C		
Transfer para carcasas TR-01	Fides			10	4		6				2			16		38	C		
Ensambladoras AS-4	Fides		5		4		6				4				8		27	C	
<b>ÁREA DE ARMADO</b>																			
Cerradoras	Porter		5		4		6				2				8		25	C	
Cerradoras	Singer		5		4		6				2				8		25	C	
Cerradoras	Matres		5		4		6				2				8		25	C	
Bomba de pegamento	Yamada	1			1	10					4				8		24	NC	
<b>NEUMÁTICA Y EQUIPOS ELECTRICOS</b>																			
Compresor 10 HP	Atlas Copco			10	1			4				2			16		33	SC	
Compresor 25 HP	Atlas Copco			10	1			4				2			16		33	SC	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla VIII. **Resultados luego del análisis de criticidad de equipos**

<b>Equipo</b>	<b>Área</b>	<b>Criticidad</b>
Multienguatadoras	COSTURA	C
Máquina resortera MDC-80	ESTRUCTURA	C
Transfer para carcasas	ESTRUCTURA	C
Ensambladoras	ESTRUCTURA	C
Cerradoras	ARMADO	C
Transformadores	ELÉCTRICO	C
Mesa de aire	COSTURA	SC
Panel de corte	COSTURA	SC
Compresor 10 hp	NEUMÁTICA	SC
Compresor 25 Hp	NEUMÁTICA	SC
Compresor Kaeser	NEUMÁTICA	SC
Máquina Overlock	COSTURA	SC
Máquinas de coser	COSTURA	NC
Bomba de pegamento	ARMADO	NC

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2017.

El análisis de criticidad nos demuestra a los equipos críticos dentro de la empresa. Estos equipos son los que comúnmente tienden a fallar en un corto periodo de tiempo, equipos de gran importancia para el proceso productivo y equipos que generan buena cantidad del número total de defectos de calidad y merma producida.

Para la delimitación del proyecto se estudiarán los equipos críticos mostrados anteriormente, utilizando distintas metodologías por áreas, y se procederá a realizar el indicador OEE en tales equipos.

Los equipos a analizar por área según el análisis de criticidad son:

- Área de costura: Multienguatadoras y Panel de corte.
- Área de estructura: Máquina resortera MDC-80, transfer para carcasas y ensambladoras.
- Área de armado: Máquinas cerradoras.

En el caso de los transformadores no se analizarán debido a que la cantidad de fallos es muy baja para ser considerado dentro del OEE. Para las áreas de tapicería y camastrón se analizará la eficiencia de las células de trabajo y las pistolas industriales de engrape, debido a la falta de equipos críticos en ambas áreas.

## **2.7. Descripción general de los equipos críticos**

Se describen los equipos críticos a utilizar en el sistema OEE.

### **2.7.1. Multienguatadora Paragon M+**

Las máquinas multienguatadoras se encuentran en el sub-área de capas, en el área de costura. Estas máquinas son las encargadas de realizar las capas, bordes y fuelles de distintos tamaños, dependiendo del estilo a utilizar.

Las multienguatadoras Paragon M+ realizan los acolchados a través de una placa de agujas de alta velocidad totalmente computarizada que cuenta con acolchados Point&Sew y Tack&Jump, que son tipos de puntaje en acolchados. La realización de los acolchados capas, bordes y fuelles se realizan en estas máquinas a través de la unión de rollos esponja, la tela a utilizar y la utilización de flange para aumentar la resistencia y facilidad de manejo.

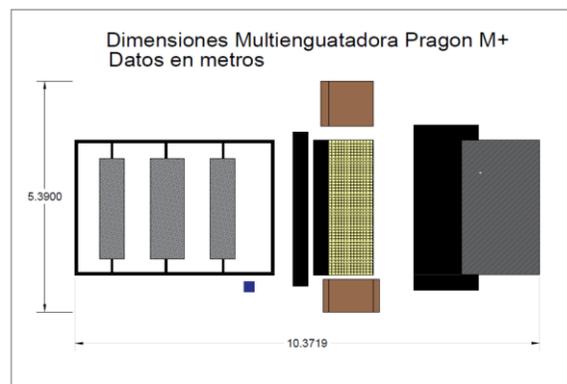
Figura 15. **Multienguatadora Paragon M+**



Fuente: Global Systems Group. *Paragon M+ Manual*  
<https://gsgcompanies.com/document/load/paragon-m-plus-product-sheet.pdf>. Consulta:  
noviembre de 2019.

La máquina cuenta con las siguientes dimensiones, mostradas en la siguiente figura.

Figura 16. **Dimensiones de Multienguatadora Pragon M+**

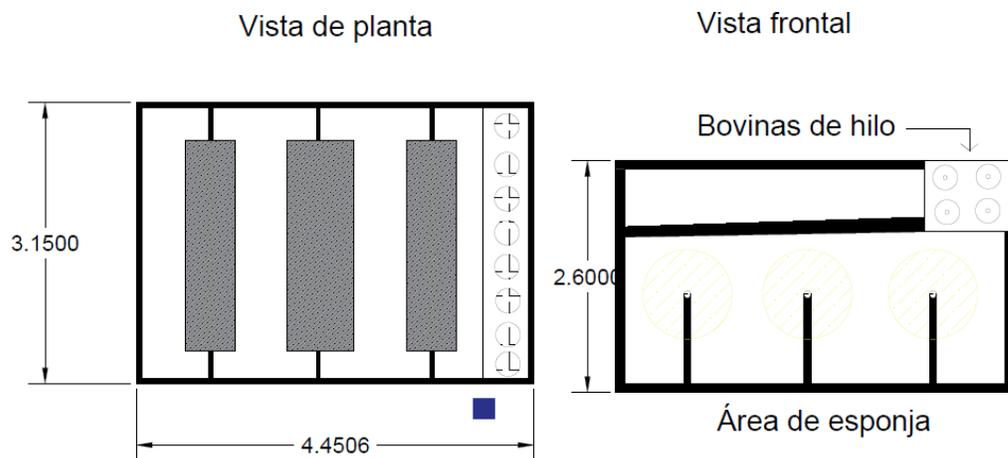


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

La máquina está distribuida en 4 grandes grupos que juntos realizan el proceso de confección de telas enguatadas para la elaboración de capas, bordes y fundas para los colchones. Los 4 grupos que conforman la máquina multienguatadora son los siguientes:

- Estructura para soporte de rollos: Es la estructura encargada del soporte de los rollos de esponja en diferentes densidades y grosores. Cuenta con 3 tubos de 1 ½ " de ancho. La estructura se encuentra instalada frente a la máquina multiagujas, ya que esta estructura alimenta de materia prima a la misma. A su vez, la estructura contiene un área especial para el uso de los conos de hilos utilizados para la costura superior de la máquina multiagujas.

Figura 17. **Dimensiones de estructura para soporte de rollos**

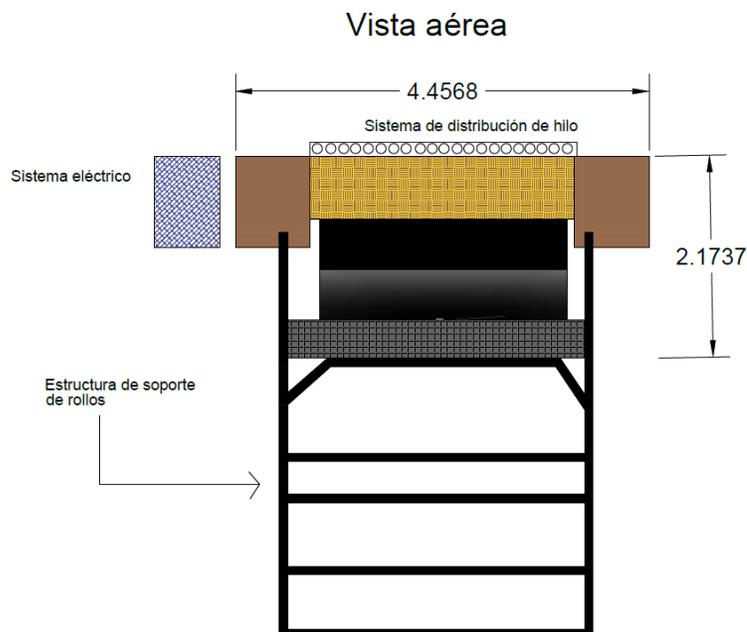


Fuente: elaboración propia. empleando AutoCAD 2017.

Máquina multiagujas para enguate: de la serie Paragon M+, la máquina multiagujas realiza la costura y el enguate de los rollos de esponja junto con la tela y el tipo de diseño a enguatar. Esto se realiza para capas, bordes y fuelles, y luego de realizado el enguate con el diseño preestablecido, se pasa al siguiente proceso de panel de corte para las medidas exactas a utilizar.

El equipo cuenta con un mecanismo de 3 ejes de acero, en las cuales se encuentra la placa de agujas en serie con la distancia y la cantidad determinada por la empresa; un equipo de barras sujetadoras de tela con mecanismos hidráulicos, para el movimiento adecuado del rollo de tela; placa de anclas posicionado directamente con la placa de agujas y un sistema para la distribución del hilo inferior. La máquina multiagujas realiza distintos diseños en el enguate que van desde diseños sencillos hasta diseños especializados tipo “Tack&Jump” que realiza diseños a base de cilindros neumáticos.

Figura 18. **Dimensiones de máquina multiagujas para enguate**



Fuente: elaboración propia., empleando AutoCAD 2017.

Como apoyo al departamento de mantenimiento, se realizó una ficha técnica del equipo. La ficha técnica se muestra a continuación.

Figura 19. Ficha técnica de máquina multienguatadora Paragon M+

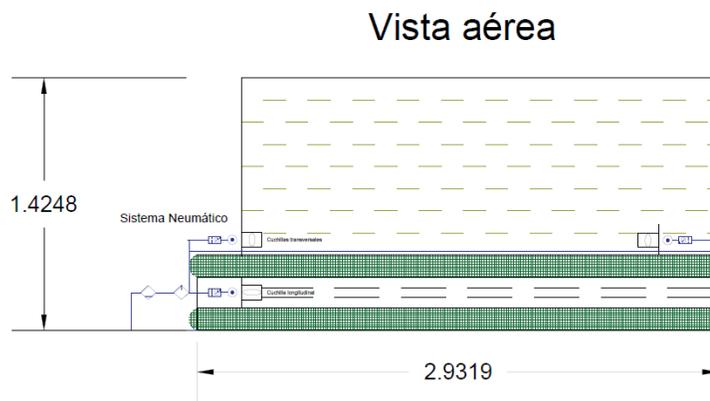
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Versión: 1			
		Código:			
CÓDIGO DE EQUIPO: MUL06					
EQUIPO: MÁQUINA MULTIENGUATADORA PARAGON M4+					
<b>1. DATOS TÉCNICOS</b>					
Descripción	Es una máquina de acolchado de alta velocidad y agujas múltiples fabricada por la compañía Gribetz. Acolcha todo tipo de patrones, incluyendo los de 360 grados, de Hilvanado y Salto y de fábrica ya contiene una gran variedad de ellos. La paragon M4+ acolcha los materiales más gruesos de la industria a velocidades superiores a los 1500 RPM. Las características avanzadas de Paragon M4+ la hacen ideal para acolchar paneles de colchones, bordes, cubrecamas y edredones. Se encuentra combinada con un panel de corte, formando una célula de trabajo de alto volumen.				
No. De Serie	\$---\$				
Producción máxima	1500 RPM				
Presión de aire	entre 60 y 80 PSI				
Flujo de aire	1.2 CFM				
Flujo de aire de panel de corte	3.0 CFM				
Suministro eléctrico	60 A trifásico ( 220/240 V)				
Temperaturas a operar	0 a 50 °C				
Humedad permitida	30 a 90%, sin condensación			Peso	15,000 libras
Emisión de ruido (Directiva 2006-42-CE)	83 dBA			Computadora	15" LCD con Windows CE
Dimensiones	4770 mm(largo) x 5029 mm(ancho) x 2440 mm (altura)	Patrones programados	281 patrones de dibujo		
Distancia entre barras	76 mm	Numero de aguja	#24		
Máximo numero de agujas	90				
<b>2. FALLAS COMUNES</b>					
1. Máquina no arranca: Puertas están abiertas, No hay aire: revisar presión de aire, Sensor fotoeléctrico no funciona: Limpiar sensor.					
2. Un icono no responde cuando se le toca: El dedo se desliza del icono y pierde contacto, Pantalla puede estar sucia, Pantalla táctil dañada.					
3. No se puede obtener acceso a ciertos iconos: Error de computadora.					
4. El icono de aire no aparece: No hay presión de aire, el aire no está abierto, las líneas de aire estan dañadas.					
5. La aguja se rompe o está doblada: Precarga excesiva en la aguja, no hale el hilo, Hay nudos en el hilo, tamaño de aguja incorrecto, dispositivo de retención está doblado, ajuste incorrecto del looper, ajuste incorrecto para la placa prensatelas.					
6. El hilo se rompe: Demasiada tensión del hilo, la aguja o looper mal ensartado, el hilo esta torcido, demasiados nudos en el hilo, Rebasas en la aguja, el dispositivo de retención o el looper, hilo enrollado alrededor del resorte de tensión, el disco tensor no está limpio, la vía del hilo no está enlazada en una línea recta.					
7. Saltos de puntada: Aguja doblada o dañada, hilo dañado, la tensión del hilo de afuera es demasiada o muy poca, el dispositivo de retención o el recortador no está cuadrado, el looper, la aguja, o la protección de aguja no están debidamente alineados, rebabas en el looper para el dispositivo de retención, rebabas en la vía de hilo.					
<b>3. REPUESTOS Y LUBRICANTES</b>					
<b>LUBRICANTES</b>					
Tipo 1	Aceite ISO VG 32, Indice de viscosidad 95, recomendado: Aceite Liviano Mobil DTE-	Gravedad específica, 0.867, T de inflamación 204°C			
Tipo 2	Grasa NLGI #2, Tipo de Espesador Li 12 OH, Indice de viscosidad 100, Recomendada: Almagard 3752 Vari-Purpose	Textura Fibrosa, Penetración trabajada 265-295.			
Tipo 3	Grasa Shell Alvania NLGI 000, Viscosidad a 100°F sus 235.	Textura Fibrosa, Penetración trabajada 457 a 60 golpes.			
Tipo 4	Grasa Shell Alvania EP-1 NLGI #1, Jabón de litio, SUS a 100°F 14.	Textura Fibrosa, Penetración 330 a 60 golpes y 77°F			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Panel de corte: Equipo auxiliar a la máquina multiagujas, es el encargado de realizar los cortes longitudinales y transversales al enguate elaborado en la máquina multiagujas. Se compone de un sistema de cortadores

neumáticos con un sistema automático para el corte de capas a la medida definida por el usuario. El panel de corte utiliza sistemas neumáticos y eléctricos para su funcionamiento.

Figura 20. Dimensiones de panel de corte



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Panel eléctrico: Parte de la máquina multienguatadora encargada de recibir todas las conexiones eléctricas y electrónicas. En él se encuentra todo el sistema de tarjetas electrónicas y computadora central del equipo.

### 2.7.2. Máquina resortera MDC-80

Equipo automático para la fabricación de resortes tipo Bonnel. Utiliza alambre SAE 1070 con calibre 13,5 para la realización de tales resortes.

Figura 21. **Máquina resortera MDC-80**



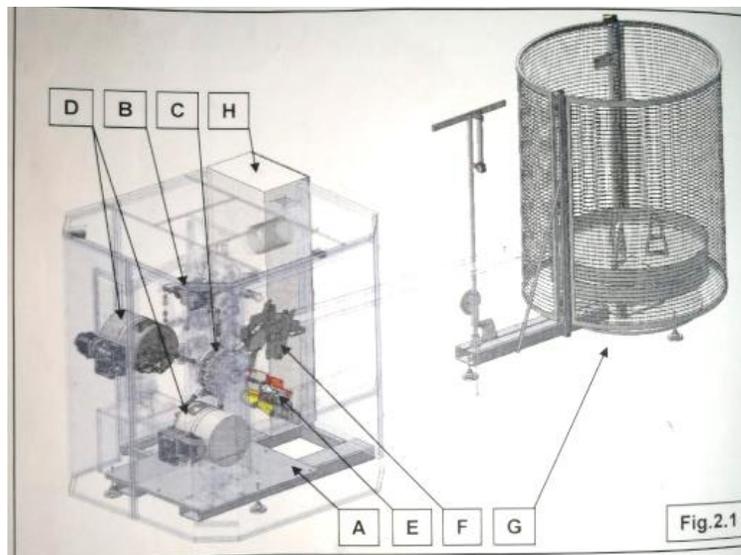
Fuente: FIDES. *Manual de usuario de MDC-80*. [https://www.spuhl.com/fileadmin/Dateiliste/Downloads/Datenblatt\\_MDC-80\\_ES.pdf](https://www.spuhl.com/fileadmin/Dateiliste/Downloads/Datenblatt_MDC-80_ES.pdf). Consulta: noviembre de 2019.

El alambre es alimentado a la máquina resortera desde la devanadora ya incorporada al equipo, se enrolla en cuatro pasos formando un resorte finalizado para su ensamble. Luego del proceso de enrollado, los resortes son colocados en seis brazos transportadores los cuales se encuentran distribuidos en un sistema de estrella. Los extremos de los resortes son anudados (se realiza un nudo en el terminal) y luego los resortes ya fabricados se someten a un tratamiento térmico entre dos electrodos. El tratamiento térmico se realiza a una temperatura de 300 °C aproximadamente, el cual se realiza para reducir las tensiones que se han acumulado en el proceso de enrollado y para realizar un tratamiento de revenido en el acero, esto con el fin de una mayor ductilidad en la estructura del colchón.

Luego del proceso de fabricación y tratamiento térmico, los resortes son apilados por los operadores para el siguiente proceso de ensamble.

La máquina resortera MDC-80 se divide en 8 sub-sistemas, clasificados de la siguiente manera:

Figura 22. **Sub-sistemas de máquina resortera MDC-80**



- A. Estructura metálica de soporte de máquina resortera
- B. Enrollador de resortes
- C. Sistema de brazos transportadores
- D. Carretes anudadores
- E. Sistema de tratamiento térmico
- F. Empaquetadora
- G. Devanadora
- H. Instalación eléctrica

Fuente: FIDES. *Manual de usuario de máquina resortera MDC-80*. p. 15.

Como apoyo al departamento de mantenimiento y para el mejor conocimiento de la máquina MDC-80 se realizó la ficha técnica, utilizando datos del manual del fabricante.

Figura 23. Ficha técnica de resortera MDC-80

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Versión: 1	
		Código:	
<b>CÓDIGO DE EQUIPO:</b>			
<b>EQUIPO: MÁQUINA AUTOMÁTICA PARA MUELLES MDC-80</b>			
<b>1. DATOS TÉCNICOS</b>			
Descripción	<p>La máquina bobinadora automática de muelles MDC-80 es una unidad compacta de diseño sencillo para producir resortes Bonnell.</p> <p>El cable, que se alimenta del vencejo, se enrolla en un resorte en cuatro pasos. Después del proceso de enrollado, los resortes se colocan en los 6 brazos de transporte en forma de estrella y luego se avanzan en incrementos.</p> <p>Los extremos de los resortes se anudan en la parte delantera para formar anillos extremos y luego se tratan térmicamente entre dos electrodos. Este tratamiento térmico a aproximadamente 300 ° C relaja el resorte que se ha tensado con el proceso de enrollado y reduce la pérdida de fraguado. Finalmente, los resortes terminados llegan al punto de salida de la primavera, donde se apilan uniformemente para su posterior procesamiento.</p>		
No. De Serie			
Producción máxima	80 muelles/minuto		
Tipo de muelles	Bonnell		
Diámetro de alambre de muelle	1.9-2.3 mm		
Dimensiones totales de la máquina	5000 x 1400 mm		
Espacio operativo (long x profun)	8000 x 3500 mm		
Peso de la máquina	1890 kg	Frecuencia	60 Hz
Peso de la devanadera	450 kg	CPU	Siemens 224XP DC/DC/DC
Consumo de corriente	A 220 V y 3 PH consume 90 A	Cuadro Eléctrico	FI-161040, proveedor: Bellini
Potencia motor principal	0.9 kW	Transformador temple	Tipo MC105
Potencia motor devanadera	1.5 kW	Filtro	FN3258-55-52
Potencia transformador t. térmico	10 kW	Regulador de frec.	1.5 kW
Peso máximo bobina de alambre	1000 kg	Motor principal	VEM K25R 80 K4
Presión del aire	6 bares (87.02 psi)		
<b>2. FALLAS COMUNES</b>			
1. Error en el tratamiento térmico: Reducir el número de impulsos del tratamiento térmico y posiblemente cambiar el voltaje del secundario (20V->30V)			
2. Contacto del muelle a masa: Uno de los tres contactos de masa ha sido tocado por el muelle.			
3. Regulador de frecuencia de la devanadera de alambre: El regulador de frecuencia de la devanadera señala una anomalía. Llamar a mecánico.			
4. Regulador de frecuencia motor principal: El reglador de frecuencia del motor principal. Llamar a mecánico.			
5. Anudador superior: El servocontrol del primer anudador señala una anomalía.			
6. Anudador inferior: El servocontrol del segundo anudador señala una anomalía.			
7. Fin de carrera de la devanadera de alambre: Probablemente la velocidad de la devanadera es demasiado baja o bien el tiempo de retraso es corto.			
<b>3. REPUESTOS Y LUBRICANTES</b>			
<b>LUBRICANTES</b>			
Tipo 1	Aceite lubricante, uso en carrete anudador	15W40	
Tipo 2	Aceite lubricante para 15°C 198-242 mm2/s a 40°C, uso en motorreductor principal y anudadores	ISO 220 con EP, Mobilgear 630.	
Tipo 3	Grasa Universal -30 hasta 130°C, uso en engrasadores	Dep Mant / 24 gal	
Tipo 4	Aceite lubricante, uso en reductor de la devanadera	ISO 320 con EP	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.7.3. Máquina ensambladora de resortes AS-4

La máquina ensambladora de resortes representa el segundo proceso de fabricación de estructuras. Esta máquina semiautomática realiza el ensamble de

los resortes producidos en la máquina resorte MDC-80, siguiendo un proceso de ensamble por medio de alambre de acero calibre 17, realizando un espiral que conecta y une a los resortes en filas y columnas de un número determinado.

Figura 24. **Máquina ensambladora AS-4**



Fuente: FIDES. *Manual de usuario de máquina ensambladora AS-4*. p. 12

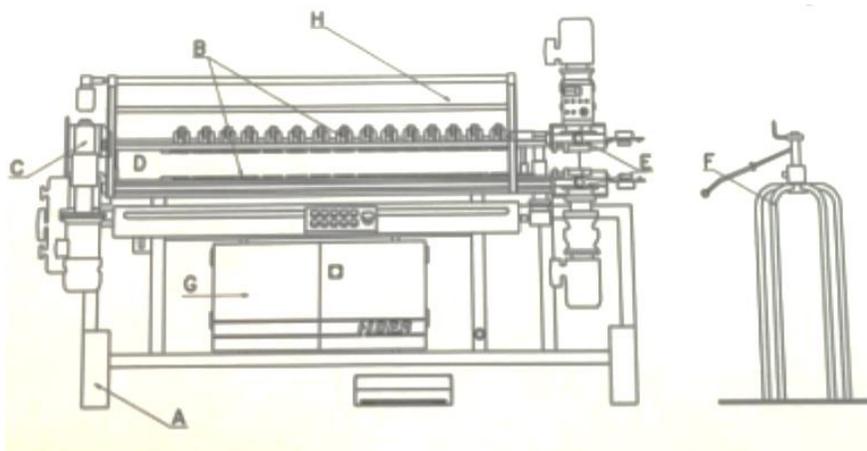
Los resortes se colocan individualmente por medio de operarios sobre la corredera del dispositivo de precarga de la máquina ensambladora. Se pisa el pedal interruptor del equipo y los espirales superior e inferior realizan el proceso de unión de resorte, girándose los espirales hacia el interior de los anillos del resorte. Los espirales se realizan por medio del sistema de enrollador, cada uno independiente.

Ya realizado el proceso de unión y ensamble de la fila de resortes, el equipo automáticamente corta el espiral y lo dobla, realizando el proceso de remate. Luego de ello, el equipo mueve la fila de resortes ya unida hacia adelante,

para continuar con la siguiente fila y así realizar una matriz de resortes unidos según el tamaño de columnas y filas determinado por el usuario.

El equipo se divide en 8 subsistemas, mostrados a continuación:

Figura 25. **Subsistemas de máquina ensambladora AS-4**



- A. Bastidor
- B. Grupos de abrazaderas superior e inferior
- C. Mando de las abrazaderas y el carro
- D. Carro de avance de las filas armadas
- E. Equipo de espiralado superior e inferior
- F. Devanadores
- G. Instalación eléctrica
- H. Protección

Fuente: FIDES. *Manual de usuario de máquina ensambladora AS-4*. p. 13

Como apoyo al departamento de mantenimiento, se realizó la ficha técnica del equipo, utilizando como fuente el manual del fabricante del equipo.

Figura 26. Ficha técnica de equipo Ensambladora AS-4

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Versión: 1	
		Código:	
<b>CÓDIGO DE EQUIPO:</b>			
<b>EQUIPO: MÁQUINA ENSAMBLADORA PARA ARMAZONES AS4</b>			
<b>1. DATOS TÉCNICOS</b>			
Descripción	<p>La máquina ensambladora AS4 sirve para producir armazones de muelles para colchones, muebles acolchados y asientos de vehículos. Las dimensiones de los armazones, el espesor del alambre de los muelles, la altura de los muelles y el diámetro del anillo final de los mismos pueden variar.</p> <p>La máquina necesita la presencia de un solo trabajador para la alimentación, mientras que la operación de atadura o enganche de los muelles y el avance de los armazones se realizan de manera automática.</p> <p>El material accesorio incluye repuestos así como herramientas para el ajuste y el mantenimiento. La máquina requiere sólo el empleo del alambre de acero para muelles y su uso se realiza en ámbito industrial donde se fabrican también otros tipos de productos.</p>		
No. De Serie			
Producción máxima	31,000 muelles/min		
Tipo de muelles	Bonnell		
Diámetro de alambre de muelle	1.9-2.3 mm		
Dimensiones totales de la máquina	3500 x 2100 x 1800 mm		
Espacio operativo (long x profun)	4500 x 800 mm		
Peso de la máquina	950 kg	Frecuencia	60 Hz
Peso máximo de carrete de alam,	400 kg	CPU	Siemens 224XP DC/DC/DC
Consumo de corriente	A 220 V y 3 PH consume 10 A	Cuadro Eléctrico	2206202
Potencia motores espiraladoras	2 unidades, 0.95 kW c/u	Motor principal	MGM BA80B4
Potencia motor ensambladora	0.75 kW	Tipo de mordazas	74
Potencia motores cargador y transportador	2 x 0.37kW		
Emisión de ruido (Directiva 2006-42-CE)	78dB (A)		
Anchura máxima de carcasas	2000 mm		
<b>2. FALLAS COMUNES</b>			
1. Extralimitación espiral: Este mensaje aparece cuando los espirales sobrepasan el final de carrera sin detenerse.			
2. Error espiral arriba: Este mensaje indica un choque de la espiral durante su recorrido hacia delante.			
3. No ganar posición 0: Si uno de los tres elements encuentra un obstáculo mecánico, el correspondiente se detiene.			
4. Error pinza arriba/ abajo: Uno de los sensores situados dentro de cada mordaza no ha detectado la presencia de la espiral.			
5. Cabeza espiral arriba/ abajo: Error generado por el inversor del motor.			
6. Motor cargar: Sobrecarga insertor. Probablemente ha superado el final de carrera.			
7. Interruptor principal. El interruptor principal KM1 no se activa automáticamente después de haber alimentado la máquina y se desactiva.			
<b>3. REPUESTOS Y LUBRICANTES</b>			
<b>LUBRICANTES</b>			
Tipo 1	Aceita vaselina, uso en espiraladoras	Den. 0,857 g/cm <sup>3</sup> , SAE 10	
Tipo 2	Aceite lubricante para 15°C 198-242 mm <sup>2</sup> /s a 40°C, uso en reductores.	ISO 220 con EP, Mobilgear 630.	
Tipo 3	Grasa Universal -30 hasta 130°C, uso en engrasadores	Dep Mant / 24 gal	
Tipo 4	Grasa de alta densidad		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### 2.7.4. Máquina transfer automática para estructuras FT-81

La máquina transfer para fabricación de estructuras, es la unión entre las funciones de la máquina MDC-80 y la ensambladora AS-4 para la realización de estructuras automáticas (antes del flejado) de forma automática y sin necesidad de operarios para su uso.

Figura 27. **Transfer FT-81**



Fuente: FIDES. *Transfer FT-81 Manual*.

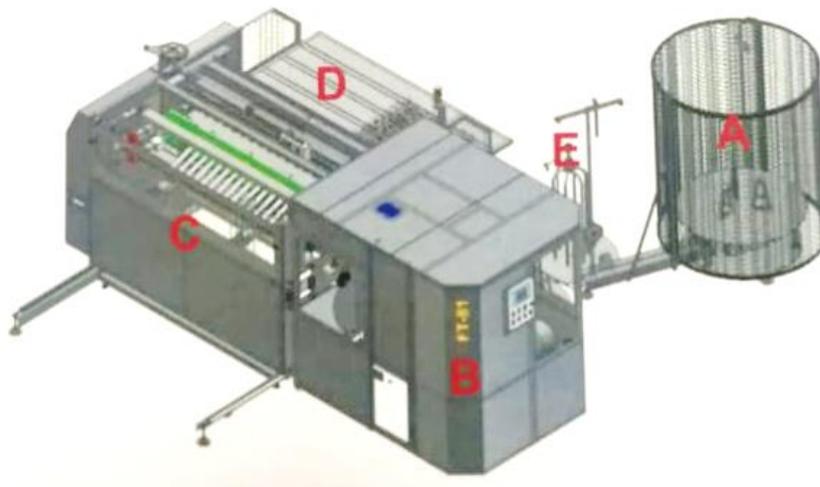
<https://www.spuhl.com/federkernmaschinen/federkernmaschinen/bonnell-transfer-maschinen/ft-81/>. Consulta: noviembre de 2019.

En cuatro pasos de fabricación, el alambre de acero de calibre 13,5 se procesa para formar un resorte de la misma forma que en la máquina resortera MDC-80- Luego del proceso de fabricación de resortes, estos se colocan en una rueda transportadora de 6 brazos en forma de estrella y avanzan al siguiente proceso. El siguiente proceso, los resortes pasan por un tratamiento térmico a 300 °C y se trasladan al canal de transporte para avanzar gradualmente. En este proceso los resortes cambian de una posición horizontal a una posición vertical, entrando a un carrete para el proceso de ensamble.

Luego de que los resortes llegan al carrete, se colocan en la faja transportadora y, según el número determinado de resortes a ensamblar, el cargador empuja la fila hacia las mordazas de la máquina de ensamblado. Luego de ello, se realiza el mismo procedimiento que en la máquina ensambladora AS-4 con el número de filas y columnas determinado por el usuario.

La máquina transfer FT-81 se divide en los siguientes sub-sistemas:

Figura 28. **Sub-sistemas Transfer FT-81**



- A. Carrete para alambre calibre 13,5.
- B. Máquina para la producción de resortes (MDC-80).
- C. Grupo transfer de resortes (sistema de transporte y acomodamiento).
- D. Ensambladora para muelles (AS-4).
- E. Devanadora para alambre de espiral calibre 17.

Fuente: FIDES. *Manual de usuario de Transfer FT-81*. p. 23

Como apoyo al departamento de mantenimiento, se realizó la ficha técnica del equipo para el correcto conocimiento del equipo. La información se obtuvo del manual del fabricante.

Figura 29. Ficha técnica de equipo transfer FT-81

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Versión: 1			
		Código:			
<b>CÓDIGO DE EQUIPO:</b>					
<b>EQUIPO: MÁQUINA TRANSFER PARA CARCASAS FT-81</b>					
<b>1. DATOS TÉCNICOS</b>					
Descripción	<p>La máquina transfer FT-81, sirve para producir carcasas de muelles para colchones, muebles acolchados y asientos de vehículos.</p> <p>Las dimensiones de las carcasas, el grosor del alambre de los muelles, la altura de los muelles y el diámetro del anillo final de los mismos son variables.</p> <p>La máquina está alimentada por alambre para formar los muelles y por alambre para formar los espirales. La formación de los muelles de transporte, el enganche de los muelles y el avance de las carcasas se realizan de manera automática.</p>				
No. De Serie					
Producción máxima	80 muelles/minuto				
Tipo de muelles	Bonnell				
Diámetro de alambre de muelle	1.9-2.4 mm				
Anchura máxima de carcasas	2000 mm				
Dimensiones totales de la máquina	4750x5900 mm o bien 7150x4500 mm				
Espacio operativo (long x profun)	7000x6500mm o bien 9500x5000 mm				
Peso de la máquina	3500 kg			Frecuencia	60 Hz
Consumo de corriente	A 220 V y 3 PH consume 90 A			Cuadro Eléctrico	FI-161040, proveedor: Bellini
Emisión de ruido (Directiva 2006-42-CE)	<79,1 dB (A)	Transformador temple	Tipo MC10S		
Potencia transformador tratamiento térmico	10 KW				
Consumo de aire libre	400 NL/h (37.68 CFM)	Consumo aire comprimido	0.03 CFM		
Presión del aire	6 bares (87.02 psi)				
<b>2. FALLAS COMUNES</b>					
1. Protección cabina abierta: En este estado es imposible trabajar en automático					
2. Cargador: protección abierta. El interruptor de seguridad SQ12 situado en la parte trasera del cargador no está cerrado.					
3. Ensambladora: Protección abierta. El interruptor de seguridad SQ14 de la puerta lateral de la ensambladora no está cerrada.					
4. Ensambladora: Mordazas no cerradas: Entre en la máquina y cierre las pinzas con el correspondiente pulsador.					
5. Anudador superior/inferior: Abra el cuadro eléctrico y consulte el mensaje que aparece en la pantalla.					
6. Muelle no templado: Error generado por el tiristor P1 que está conectado con la entrada i8.3 en EXP4.					
7. Devanadora: Final de carrera de superior de barra. Velocidad de rotación del carrete demasiado baja.					
<b>3. REPUESTOS Y LUBRICANTES</b>					
<b>LUBRICANTES</b>					
Tipo 1	Aceite de vaselina uso en espiraladoras.	Densidad 0.857, SAE 10			
Tipo 2	Aceite de lubricante de 15°C, uso en reductores.198-242 mm2/s a 40°C	ISO VG 220, Mobilgear 630, EP 220			
Tipo 3	Grasa Universal -30 hasta 130°C, uso en engrasadores	Dep Mant / 24 gal			
Tipo 4	Grasa de alta densidad, uso en engranaje cónico	GC300			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.7.5. Máquina cerradora TE-32

Las máquinas cerradoras pertenecen al sub-área de cierre en el área de ensamble. La función de estas dentro de la empresa es el cierre de los colchones por medio de bies, el cual une la configuración del colchón con la capa, y el pillow con la capa según el diseño del colchón.

Figura 30. Máquina cerradora TE-32



Fuente: SPUHL. *Manual de usuario de TE-32*. p. 14

Utiliza un sistema de borde de cinta diseñado para coser con hilo estándar o FR. Contiene un motor de accionamiento de velocidad variable y desaceleración automática.

Se realizó la ficha técnica del equipo para apoyo al departamento de mantenimiento y para el conocimiento más profundo de las características del equipo.

## **2.8. OEE inicial**

Para la metodología es necesario evaluar los datos de cada departamento para generar una metodología de recolección de información en tema de registros de producción, paros no programados de producción, mantenimientos correctivos y presencia de desperdicios y problemas de calidad. Con ello se evalúan los paros y procesos para las tres ratios del OEE.

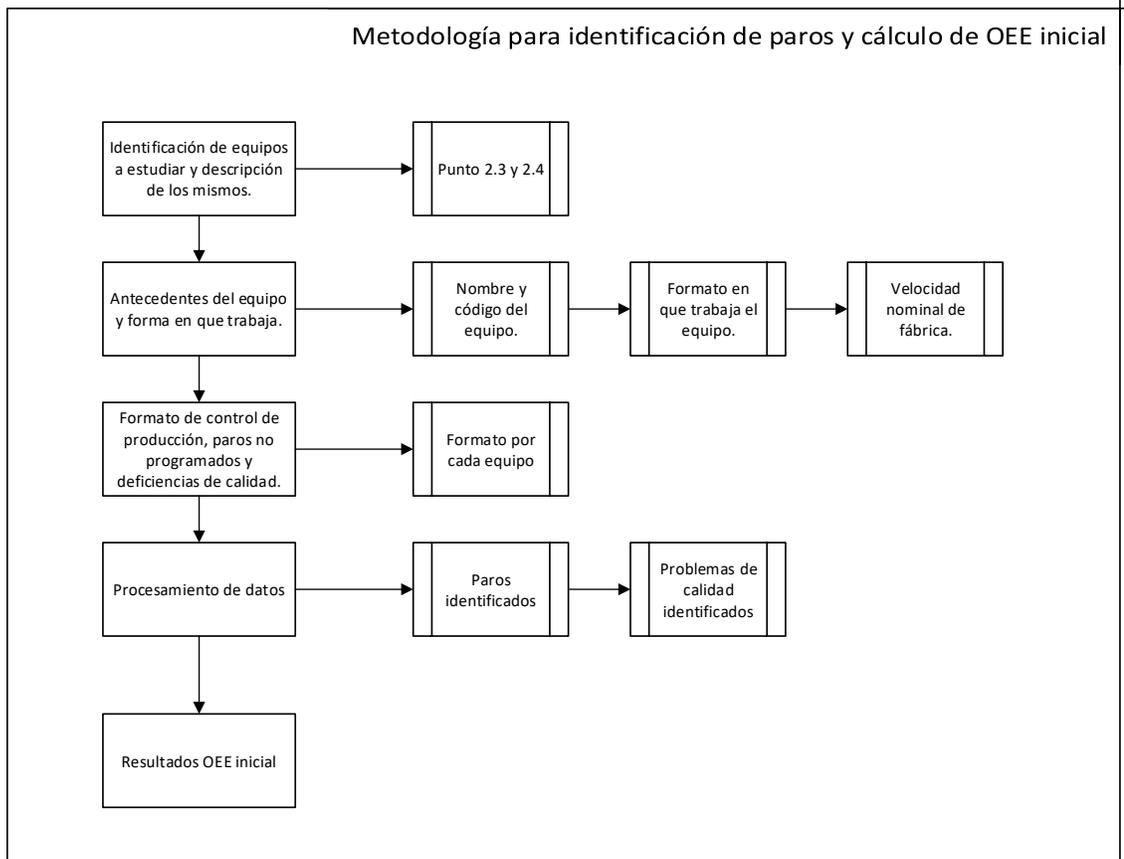
### **2.8.1. Metodología para cálculo de OEE inicial**

Actualmente el departamento de producción no posee un registro de producción de procesos en cada uno de los equipos críticos y debido a ello no se posee un registro histórico de paros no programados de producción en los equipos críticos.

Por parte del departamento de mantenimiento no se lleva un registro detallado de los paros mecánicos y mantenimientos correctivos que se realizan en los equipos críticos. El departamento de mantenimiento solo ejecuta ordenes de trabajo en donde se informa de manera general el paro mecánico y el tiempo en que fue corregido el problema.

El departamento de calidad no posee un registro detallado de los desperdicios y merma generada por los equipos críticos en la planta de producción, derivado de la falta de estandarización de procesos en el sistema de gestión de calidad.

Figura 31. Metodología para cálculo de OEE inicial



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

- Identificación de equipos a estudiar y descripción de los mismos: La identificación de los equipos a estudiar se demostró en el punto 2.3, determinando los equipos críticos a evaluar. La descripción de los mismos y la forma en que trabajan se explicó en el punto 2.4.
- Forma en que trabajan los equipos críticos. En este proceso debe de recabarse información acerca de la forma en que trabajan los equipos a estudiar. Se debe tomar los siguientes datos:

- Nombre y código de la máquina a estudiar
  - Capacidad nominal de la máquina (cantidad de producto elaborado/tiempo medido)
  - Tipo de medida en la cual trabaja el equipo (metros, gramos, kilogramos, entre otros.)
  - Principales partes o sub-sistemas del equipo (punto 2.4).
- Estudio del proceso: En el estudio del proceso productivo de los equipos críticos, se identifican los principales datos de producción a obtener y los paros no programados de producción. En este proceso se identifican los problemas de calidad asociados a cada equipo crítico.
- Formato de control de producción, paros no programados y deficiencias de calidad: Elaborar un formato para el correcto control de OEE inicial en el cual se indiquen los paros no programados durante un mes de estudio para obtener los principales paros y problemas de calidad en los equipos. En tal formato deben de obtenerse otros datos de estudio tales como:
    - Tiempo total del proceso productivo
    - Código de equipo a analizar
    - Tiempo total de producción
    - Productos elaborados en condiciones aceptables
    - Productos elaborados en condiciones inaceptables
    - Desperdicios y mermas generado por el equipo
- Procesamiento de datos: Análisis de datos luego de un mes de estudio para detección de principales paros de producción por parte del equipo y cálculo del OEE inicial.

Tabla IX. **Metodología de OEE inicial: Medios y Metodología**

METODOLOGÍA OEE INICIAL			
No.	Acciones	Medios	Metodología
1	Identificación de equipos a estudiar y descripción de los mismos	Manual de fabricante Información por parte del departamento de mantenimiento. Fuentes externas de información de los equipos	Revisión de manuales y recopilación de información de los equipos. Información expuesta en el punto 2.3 y 2.4
2	Forma en que trabajan los equipos críticos.	Información y hojas técnicas de los equipos críticos. Manual de fabricante	Identificación de los formatos en que trabajan los equipos y capacidad nominal según fabricante.
3	Estudio del proceso productivo	Observación del proceso productivo de equipos críticos. Información obtenida de operarios de producción. Información del departamento de producción.	Observar y conocer el proceso de producción de los equipos críticos en busca de paros de producción, datos de producción y datos de calidad.
4	Formato de control de producción, paros no programados y deficiencias de calidad.	Estudio del proceso de fabricación por parte de los equipos. Identificación de datos e información a recabar en los formatos.	Elaboración de formatos con los datos necesarios a recabar por cada equipo. Información recolectada por medio de operarios de equipos.
5	Procesamiento de datos	Recopilación de información por medio de formatos Análisis OEE inicial	Analizar la información recabada por medio de los formatos en un mes de estudio.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

## 2.8.2. Identificación de equipos a estudiar y descripción de los mismos

En la siguiente tabla se evalúan los equipos a estudiar por fallas y paros.

Tabla X. Identificación de equipos a estudiar

Equipo	Descripción detallada	Sub-sistemas del equipo
Máquina Multienguatadora Paragon M+	Las multienguatadoras Paragon M+ realizan los acolchados a través de una placa de agujas de alta velocidad totalmente computarizada que cuenta con acolchados Point&Sew y Tack&Jump.	Estructura para soporte de rollos
		Máquina multiagujas para enguate
		Panel de corte
		Panel eléctrico
Máquina resortera MDC80	Equipo automático para la fabricación de resortes tipo Bonnel. Utiliza alambre SAE 1070 con calibre 13.5 para la realización de tales resortes.	Estructura metálica de soporte
		Enrollador de resortes
		Brazos transportadores
		Carretes anudadores
		Sistema de tratamiento térmico
		Devanadora
		Instalación eléctrica
Máquina ensambladora de resortes AS4	Esta máquina semi-automática realiza el ensamble de los resortes producidos en la máquina resortera MDC-80, siguiendo un proceso de ensamble por medio de alambre de acero calibre 17, realizando un espiral que conecta y une a los resortes en filas y columnas de un número determinado.	Bastidor
		Grupo de abrazaderas
		Mando de abrazaderas y carro
		Carro de avance de filas armadas
		Equipo de espiralado
		Devanadores
		Instalación eléctrica
Máquina transfer automática para estructuras FT81	La máquina transfer para fabricación de estructuras, es la unión entre las funciones de la máquina MDC-80 y la ensambladora AS-4 para la realización de estructuras automáticas (antes del flejado) de forma automática y sin necesidad de operarios para su uso.	Carrete para alambre 13.5
		MDC-80 incorporada
		Grupo transfer de resortes
		Ensambladora AS-4 incorporada
Máquina cerradora TE32	La función de estas dentro de la empresa es el cierre de los colchones por medio de bies, el cual une la configuración del colchón con la capa, y el pillow con la capa según el diseño del colchón.	Mesa para colchón
		Cerradora de Bies
		Sistema eléctrico

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La cantidad de equipos críticos a evaluar se presenta en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Cantidad de equipos críticos a evaluar**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
Multienguatadora M+ y Panel de corte	7
Máquina resortera MDC-80	6
Ensambladora AS-4	6
Máquina transfer FT-81	1
Cerradoras FT-81	10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### **2.8.2.1. Identificación de las principales partes de los equipos**

Para el proceso de identificación de paros mecánicos y la corrección de los mismos, se necesita conocer las principales partes de los subsistemas de los equipos.

Utilizando como fuente principal el manual del fabricante, conocimiento de técnicos mecánicos, entrevistas a operarios de equipos y estudio en planta de los equipos, se determinaron las principales partes de los equipos.

Al obtener las partes principales de los equipos, se identifica de mejor manera los mantenimientos correctivos más comunes a corregir. Las partes identificadas anteriormente son las partes con mayor probabilidad de falla según los técnicos de mantenimiento.

**Tabla XII. Principales partes de los equipos críticos a evaluar**

Multienguatadora Paragon M+	Panel de corte	Resortera MDC-80	Ensambladora AS-4
Eje principal de agujas	Cuchillas horizontales	Enrollador	Bastidor
Levas en eje principal	Cuchillas transversales	Rodillo superior e inferior	Sistema de accionamiento
Fajas en eje principal	Equipo neumático de cuchillas	Cojinetes de retención de alambre	Grupo de abrazaderas
Cojinetes y chumaceras de eje principal	Sistema de lubricación neumático	Casquillos de guía de alambre	sensores de resortes
Placa de Agujas	Sensores transversales	Cuchillas	mordazas de sujeción
Placas elevables	Sensores horizontales	Engranajes de forma y dirección	levas de corredera
Cojinetes en ejes de placas elevables	Rodillos de compresión de engruete	Levas de forma y dirección	mando de abrazaderas
Cojinetes en ejes de placa de agujas	Fajas transmisoras	Brazos transportadores	carro de transmisión
Placa prénsatela	Cadenas transmisoras	Eje de estrella de brazos transportadores	carro de avance de filas
Ejes basculantes superiores		Sensor de estrella	sistema de engranajes
Varilla de guía	Máquina cerradora TE-32	Carrete anudador	equipo de espiralado
Dispositivos Excéntricos	Mesa para colchón	Chaveta corredera	cuchillas de espiral
Mecanismos excéntricos de agujas	Cerradora de Bies	engranajes de anudador	rodillos de espiral
Mecanismos excéntricos de looper	Aguja	cuchillas para nudo	devanadores para espiral
Ancoras	Ancora (looper)	pinzas retenedoras de resorte	instalación eléctrica
Dispositivo excéntrico tipo Mariposa posterior	Sistema de fajas	sistema de lubricación automático	servomotores
Transmisión de prensadora	Sistema de engranajes	sensor en carrete anudador	fajas de transmisión
Guía de hilos tipo mariposa	Folder de cerradora	Tratamiento térmico	
Soporte de apoyo tipo mariposa posterior	Equipo eléctrico	Sensores de tratamiento térmico	Máquina Transfer
Retenores delanteros	Clutch para accionamiento	electrodos	Partes MDC-80
Barra de retención	cadena de transporte	leva de tratamiento térmico	Partes AS-4
Cojinetes en ejes auxiliares	sistema móvil de vueltas	grupo eléctrico	Sistema transfer
Rodillos de compresión de tela		servomotor de anudador	brazo de retención
Cadenas de transmisión		servomotor principal	sensores de retención
Agujas		Mecanismos	carrete de transporte
Sistema de software		Engranajes de dientes rectos	engranajes de sistema tra.
Sistema eléctrico		Fajas	fajas de sistema transfer
Sistema neumático para rodillos de compresión		Cadenas de transmisión	
		Levas de eje principal	
		Devanadora	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.8.2.2. Forma en que trabajan los equipos

Se debe conocer el formato y la capacidad nominal de los equipos críticos a evaluar para comparar los resultados finales del estudio OEE contra los datos ideales de fábrica.

Se muestra a continuación los datos de fábrica de los equipos críticos (equipo trabajando de forma ideal):

Tabla XIII. **Capacidad nominal de equipos críticos a evaluar**

Máquina/Equipo	Formato	Capacidad nominal		
		Un/min	Un/h	Rpm
Máquina Multienguatadora Paragon M+	Yardas	2,5	160	1 200
Máquina resortera MDC-80	Resortes (unidades)	78	4 680	N/A
Máquina ensambladora AS-4	Estructuras (unidades)	0,2	12	N/A
Transfer automática FT-81	Resortes (unidades)	80	4 800	N/A
Máquina cerradora TE-32	Colchones (unidades)	0,12	7,2	800

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La capacidad nominal de los equipos Multienguatadora Paragon M+, Transfer FT-81 y Resortera MDC-80 se obtuvo de los manuales del fabricante de los equipos.

En el caso de las máquinas ensambladoras AS-4 y máquinas cerradoras TE-32 se obtuvo la capacidad nominal por medio de toma de muestras de las unidades por minutos en diferentes días de producción. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de ambos equipos.

Tabla XIV. **Tiempos calculados para velocidad nominal de equipos seleccionados**

Máquina/Equipo	Formato	Toma de tiempos				Prom.
		T1	T2	T3	T4	
Máquina ensambladora AS-4	Estructuras / h	12	11	12	12	12
Máquina cerradora TE-32	Colchones / h	7	8	8	6	7,2

Fuente: elaboración propia., empleando Microsoft Office Excel.

### 2.8.2.3. Estudio del proceso productivo de equipos críticos

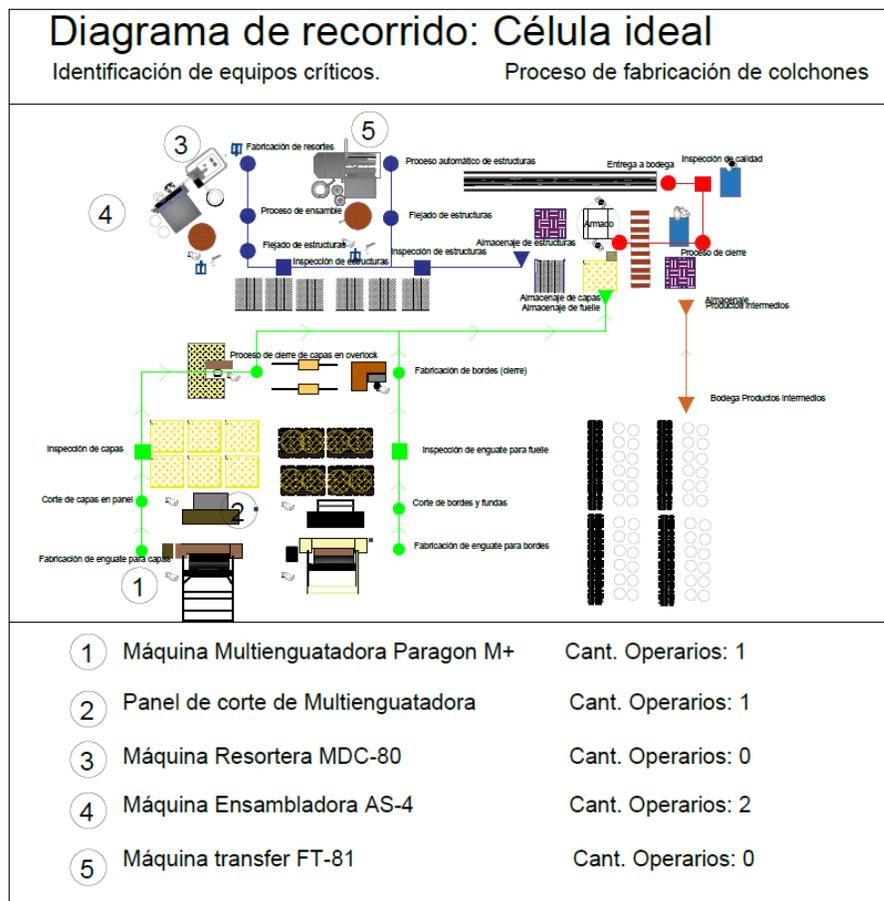
Para el conocimiento de los paros no programados de producción posible que influyan en el indicador OEE y los principales problemas de calidad, desperdicios y mermas en los equipos críticos, es necesario el estudio y análisis del proceso productivo en cada uno de estos equipos.

El proceso productivo general de la empresa se representa en el punto 2.1.2. En este apartado se representará el proceso más detallado en cada uno de los equipos críticos a estudiar.

### 2.8.2.3.1. Localización de los equipos críticos

Se realizó un diagrama de recorrido donde se muestran los equipos y la cantidad de operarios por área. Se representa en el diagrama, solo una célula del proceso de fabricación de colchones.

Figura 32. Diagrama de recorrido de equipos críticos utilizando una célula ideal de producción



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

El diagrama es de vital importancia para el conocimiento de la función de cada equipo crítico en el proceso productivo de la fabricación de colchones y la función de ellos dentro del proceso.

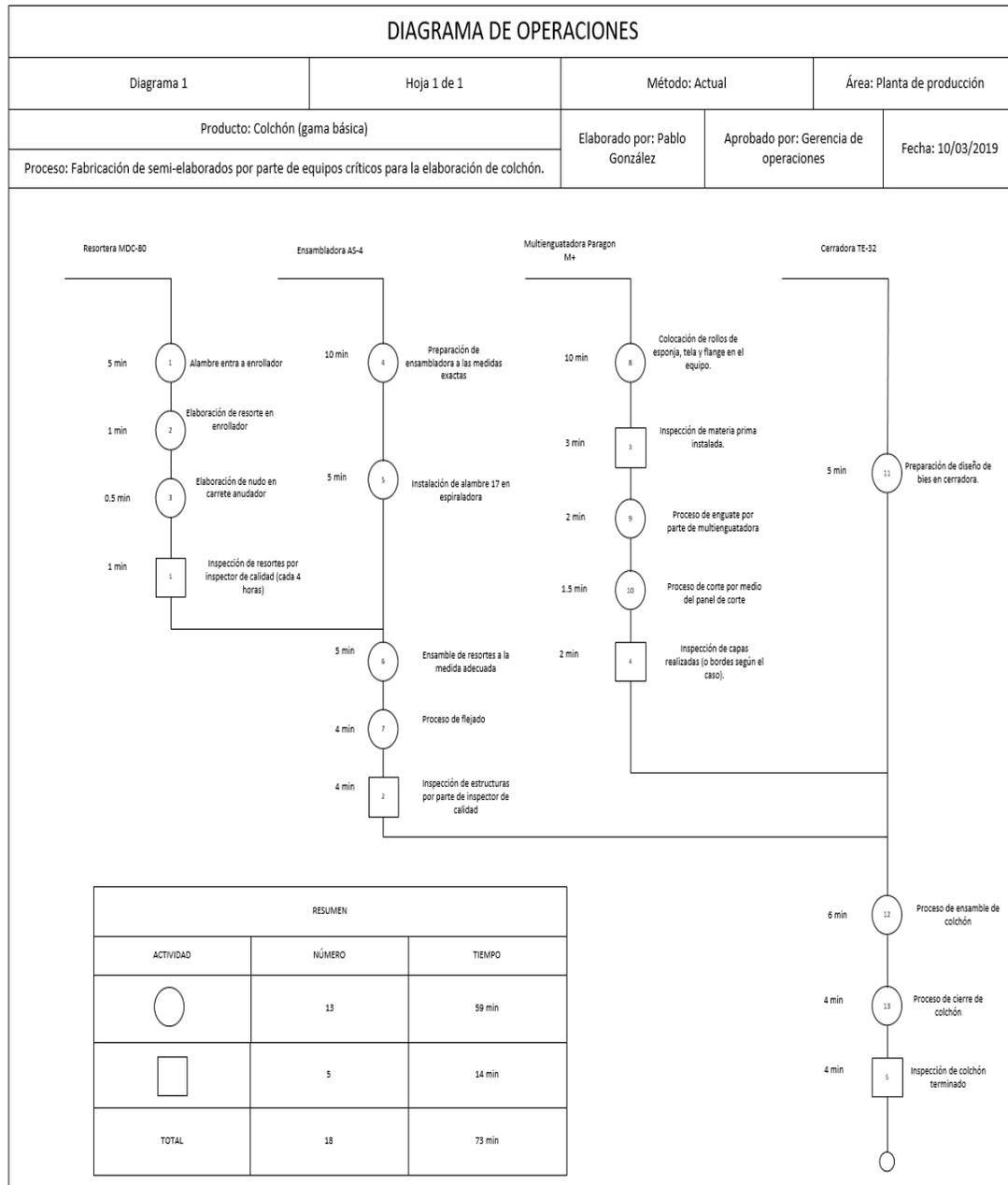
En el diagrama se puede observar de manera gráfica como es que cada equipo interactúa en el proceso y como es que cada equipo interactúa con los otros equipos críticos analizados. Al fallar un equipo crítico mostrado en el diagrama de recorrido, se verá afectado e interrumpido todo el proceso productivo.

#### **2.8.2.3.2. Diagrama de operaciones en proceso productivo de equipos críticos**

Para entender el proceso productivo de los equipos críticos se realizó el diagrama de operaciones de los mismos en el proceso productivo, estudiando el proceso de cada equipo por una semana en total. Tal diagrama de operaciones fue realizado en base al estudio de tiempos realizado en la empresa en el mes de junio de 2019, mientras la implementación del proyecto.

Derivado de este estudio, se encontraron los posibles paros no programados de producción en cada uno de los equipos críticos, y los datos de producción a obtener para el cálculo inicial de OEE.

Figura 33. Diagrama de operaciones de equipos críticos.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 2.8.3. Paros de producción identificados

Luego del análisis del proceso productivo para fabricación de semielaborados en los equipos críticos, se identificaron los paros de producción que pueden llegar a presentarse. Los paros de producción por equipo se muestran a continuación.

Tabla XV. Principales paros de producción identificados en equipos críticos

Multienguatadora Paragon M+ y panel de corte		Resortera MDC-80 y Transfer FT-81 (localizado)	
<b>Paros programados</b>		<b>Paros programados</b>	
1	Refacción	1	Refacción
2	Capacitaciones de producción	2	Capacitaciones de producción
3	Mantenimiento preventivo	3	Mantenimiento preventivo
4	Actividades de Recursos humanos	4	Actividades de Recursos humanos
5	Paros por pruebas de prototipos	<b>Paros por servicios a equipos</b>	
<b>Paros por servicios a equipos</b>		5	Paros por falta de aire comprimido (transfer)
6	Paros por falta de aire comprimido	6	Paros por falta de energía eléctrica
7	Paros por falta de energía eléctrica	<b>Paros por falta de planificación</b>	
8	Paros por falta de repuestos	9	Falta de planificación diaria
9	Paros por falta de lubricantes	10	Paro por ausencia de operador
<b>Paros de lubricación y limpieza</b>		<b>Paros de calidad</b>	
16	Limpieza diaria	11	Paro por mala especificación de medida de resorte
17	Lubricación diaria	12	Paro por mala medida en nudo de resorte
18	Paro por falta de equipo de limpieza	13	Paro por mal tratamiento térmico
19	Paro por falta de equipo de lubricación	14	Paro por calidad de materia prima
20	Limpieza por problemas de manchas	<b>Paros de materia prima</b>	
<b>Paros programados de proceso</b>		16	Falta de bovina de alambre

Continuación de la tabla XV.

21	Cambio de aguja	17	Paro por instalación de bovina de alambre
22	Paro por afilar cuchillas	<b>Cerradora te-32</b>	
23	Cambio de medidas en panel de corte		
24	Paro para depósito de merma en bolsa	<b>Paros programados</b>	
26	Paro por cambio de bovina de hilo	1	Refacción
<b>Paros por falta de planificación</b>		2	Capacitaciones de producción
27	Falta de planificación diaria	3	Mantenimiento preventivo
28	Paros por dudas de operario	4	Actividades de Recursos humanos
29	Paros por falta de comunicación con supervisor	<b>Paros por servicios a equipos</b>	
30	Paro por ausencia de operador	5	Paros por falta de equipo lubricante
<b>Paros de calidad</b>		6	Paros por falta de energía eléctrica
31	Paro por mala especificación de esponja	<b>Paros por falta de planificación</b>	
32	Paro por rollo de esponja en mal estado	9	Falta de planificación diaria
33	Paro por tela en mal estado o mala medida	10	Paro por ausencia de operador
34	Paro por cuchillas descentradas	<b>Paros de calidad</b>	
34	Paro por mal corte en capas	11	Paro por mal cierre en colchón
35	Paro por mancha en capas	12	Paro por mal terminación de cierre
33	Paro por bovina de hilo en mal estado	13	Paro por salto de puntada
33	Paros por acción correctiva de calidad	14	Paro por mancha en bies o capa
34	Pruebas de calidad (MP) en equipo	<b>Paros de materia prima</b>	
35	Paro por ajustes de materia prima	16	Falta de Bies
36	Paro por revisión de capas	17	Falta de hilo
<b>Paros de materia prima</b>			
37	Falta de rollo de esponja por MP		
38	Falta de tela por MP		
39	Falta de bovina de hilo por MP		
40	Paro por otro tipo de MP		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office 2016.

#### 2.8.4. Defectos de calidad y desperdicios identificados

Dentro del estudio del proceso productivo de cada equipo crítico se identificaron los principales defectos de calidad y desperdicios/reprocesos de los semielaborados.

Tabla XVI. Principales defectos de calidad y desperdicios en equipos

Máquina/Equipo	Defectos de calidad	Desperdicios/Reproceso
Máquina Multienguatadora Paragon M+	Salto de puntada Mancha en capa Defecto de tela Defecto de esponja Unión de esponja Unión de tela Mala operación Mal corte	Reproceso de capa por defecto de calidad Desecho de rollo de esponja Desecho de rollo de tela Desecho/devolución de bovina de hilo Desecho de capa por defecto de calidad (crítico)
Máquina resortera MDC-80	Altura del resorte Mal nudo en resorte Diámetro de cuello Diámetro de boca Resorte mal fabricado	Merma de resortes en mal estado
Máquina ensambladora AS-4	Mala medida en largo de estructura Mala medida en ancho de estructura Falla de espiral Remate de espiral Salto de espiral	Reproceso de estructura Desecho de estructura Reparación de estructura por saltos de espiral
Transfer automática FT-81	Mismos defectos que resortera MDC-80 Ausencia de resorte	Reproceso de estructura Desecho de estructura Reparación por saltos de espiral
Máquina cerradora TE-32	Salto de puntada de bias Mala colocación de bias Mal cerrado en vuelta Mala terminación de nudo	Reproceso de colchón Reproceso de cierre

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### **2.8.5. Formato de control de producción, paros no programados y deficiencias de calidad**

Luego de obtener la información acerca de los posibles paros mecánicos, paros de producción, deficiencias de calidad y datos necesarios para el cálculo del OEE inicial, se procedió a realizar los formatos de control para cada uno de los equipos críticos.

Derivado de la necesidad de información a recopilar, se realizaron tres formatos:

- Formato de producción
- Formato de paros no programados de proceso productivo
- Formato de paros mecánicos

Los formatos de medición fueron realizados en conjunto con los supervisores de área, los cuales indicaron los datos necesarios para el cálculo del indicador OEE e información necesaria de producción. Los formatos fueron entregados a los operarios de equipos críticos.

La medición para el OEE inicial se realizó en el mes de junio para su posterior análisis. A continuación, se presenta un ejemplo de los formatos de medición realizado:



Figura 36. **Formato de paros mecánicos en equipos MDC-80 y Transfer FT-81**

Código	Paros	Fecha												Descripción de paro / Observaciones
PAROS MECÁNICOS / MANTENIMIENTO CORRECTIVO														
<b>ENROLLADOR (SISTEMA DE RESORTES)</b>														
17	Problemas en rodillos superior e inferior													
18	Pieza quebrada													
19	Problemas con cojinetes													
20	Problemas con casquillos de guía de alambre													
21	Problemas con cuchillas													
<b>ÁREA DEL TRANSPORTADOR</b>														
22	Problemas en brazos transportadores													
23	Problemas en eje de estrella													
25	Cojinete en mal estado o quebrado													
26	Problemas en sensor de estrella													
<b>CARRETES ANUDADORES</b>														
27	Mal nudo de resorte													
28	Pieza quebrada en carrete anudador													
29	Resortera tira resorte													
<b>TRATAMIENTO TÉRMICO</b>														
30	Problemas en sensores													
31	Problemas con el electrodo													
32	Pieza quebrada de área													
<b>GRUPO ELÉCTRICO</b>														
33	Problema en servo motor de anudador													
34	Problema en servo motor principal													
35	Problema electrónico													
36	Problema en pantalla de resortera													
<b>MECANISMOS</b>														
37	Problemas con cadenas													
38	Problema de fajas													
40	Pieza quebrada													
41	Problemas con levas													
42	Problema con engranajes													
<b>OTROS</b>														
43														
44														
45														
<b>Check List por parte de operario</b>														
	Lubricación diaria													
	Limpieza diaria													
	Lubricación semanal													
	Lubricación mensual													
	Cumplimiento de SS													
QUEJAS U OBSERVACIONES POR PARTE DE OPERARIO:														



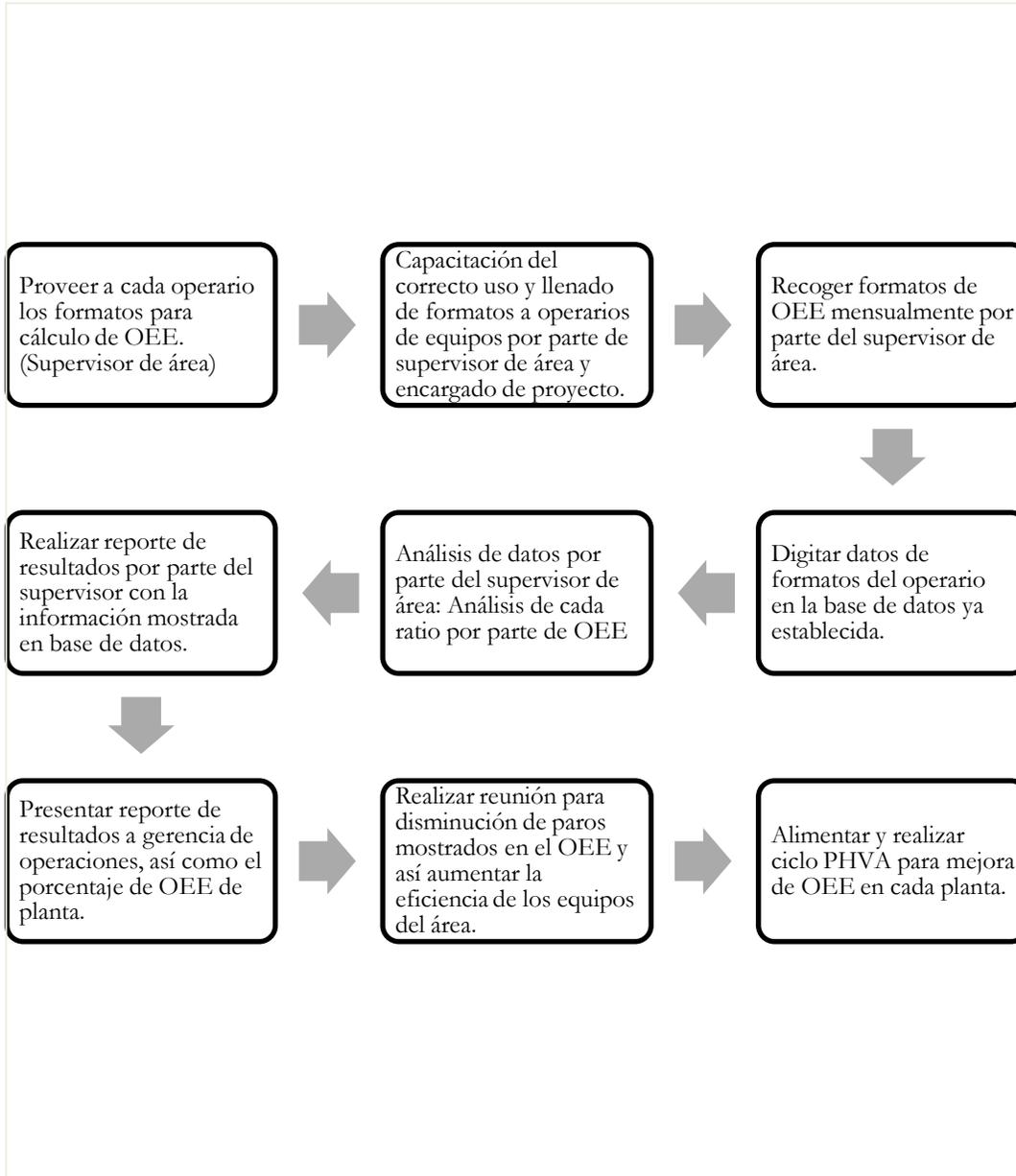
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.8.6. Metodología de puesta en marcha de formatos en planta

Para la puesta en marcha de los formatos en las diferentes sub-áreas de producción, se determinó un proceso estandarizado, en el cual se entregó al supervisor de cada área para la aplicación del mismo a los operarios.

Para el proceso de ingreso de datos, se realizó una base de datos por parte del epesista, el cual se fue entregado a los supervisores de área, dependiendo del equipo crítico a estudiar.

Figura 37. Metodología para recopilación de información para OEE en planta



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

## 2.8.7. Procesamiento de datos

Ya realizados los formatos de producción, paros de producción y paros mecánicos de los equipos críticos, se procedió a recolectar los datos del mes de agosto de 2019.

Con los datos recolectados se obtuvo información para el cálculo de OEE inicial y el análisis estadístico de los paros de producción y paros mecánicos más comunes de los equipos. Tales datos fueron ingresados por los supervisores de área en la base de datos creada para el cálculo de OEE. En la siguiente figura se muestra un ejemplo del formato de producción, formato de paros de producción y formato de paros mecánicos del equipo Multienguatadora Paragon M+ en el área de costura del día 10 de junio al 28 de junio (Datos completos mostrados en anexos).

Figura 38. Información recopilada de control de producción en Multienguatadora Paragon M+

CONTROL PRODUCCION ENGUATADORAS DE CUBIERTAS															Proyecto:									
															Eficiencia Global de Equipo									
Descripción: Proceso de producción mes de febrero															Fecha:	10/02/2019		Código:	CP-MING-OEE					
Operador:															Mes:	Febrero		Aprobación:	Ind-19					
No.	Fecha	Hora inicio	Hora final	Capas producidas	Capas meta	Preparación de equipo	Microparos de producción				Capas rechazadas			RPM		Tiempo Muerto		Problemas/cambios por MP			Mermas [kg]	Observaciones		
							Limpieza y lubricación	Cambios de rollo	Cambios de tela	Otros [min]	Cantidad	Espejo	Defecto	RPM Inicial	RPM Final	PO	PM	Rollos (cantidad)	Tela (cantidad)	Restos de hilo (cantidad)				
1	Ejemplo	6:15 a.m.	4:30 p.m.	52	56	7 min	10 min	8	5	Cambio de hilo (5 min)	K	0	012 1/2"	DE	700 RPM	1000 RPM	25 Min.	32 Min.	1	0	1	20 kg	Máquina averiada. Detalle en reporte de alteraciones.	
2	11-ab	06:10 a.m.	04:10 p.m.	64	62	5 min	10 min	5	5	no	CL	2	012 1/2"	DE	700 RPM	1100 RPM			0	0	0	25 KG		
3	12-ab	06:02 a.m.	03:52 p.m.	65	65	5 min	10 min	10	5	no	no				700 RPM	1000 RPM			1	0	2	23 KG		
4	13-ab	06:25 a.m.	04:00 p.m.	60	50	10 min	15 min	8	10	Cambio de hilo (5 min)	Q.Y.K	12	017 1/4"	SP	700 RPM	950 RPM			0	0	0	45 KG	Máquina averiada. Detalle en otros formatos	
5	14-ab	06:05 a.m.	04:15 p.m.	65	60	8 min	10 min	10	12	no	M	5	0 12 1/4"	UT	700 RPM	1000 RPM			2	2	0	23 kg		
6	15-ab	06:04 a.m.	03:55 p.m.	48	48	8 min	10 min	12	12	no	no				700 RPM	1000 RPM			0	0	0	144 kg		
7	16-ab	06:10 a.m.	04:12 p.m.	50	50	6 min	10 min	10	5	no	no				700 RPM	1000 RPM			0	0	0	20 kg		
8	18-ab	06:25 a.m.	04:16 p.m.	54	52	8 min	10 min	15	10	no	CL	2	015 1/2"	DE	700 RPM	1100 RPM			0	0	0	34 kg		
9	20-ab	Día de inventario																						Día de inventario. No hubo producción
10	21-ab	06:12 a.m.	04:25 p.m.	55	55	8 min	10 min	10	8	no	no				700 RPM	1000 RPM			0	0	0	20 kg		
11	22-ab	06:25 a.m.	03:52 p.m.	59	59	8 min	10 min	15	12	no	no				700 RPM	1000 RPM			0	0	0	20 kg		
12	23-ab	06:12 a.m.	04:00 p.m.	60	60	10 min	10 min	5	6	no	M	2	015 1/2"	DP	700 RPM	1100 RPM			0	0	0	25 kg		
13	26-ab	06:10 a.m.	04:02 p.m.	72	65	10 min	10 min	5	7	Cambio de hilo (10 min)	K	12	019 1/4"	ME	700 RPM	1000 RPM			0	0	0	36 kg		
14	27-ab	06:15 a.m.	04:18 p.m.	54	54	15 min	10 min	7	5	no	no				700 RPM	1100 RPM			0	0	0	32 kg		
15	28-ab	05:59 a.m.	04:03 p.m.	48	48	8 min	10 min	10	8	no	M	3	017 1/2"	MC	700 RPM	1100 RPM			0	0	0	32 kg		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 39. Información recopilada de paros no programados de producción en multienguatadora Paragon M+

		PAROS DE PRODUCCIÓN MULTENGUATADORAS DE CUBIERTAS														Proyecto: Eficiencia Global de Equipos	
Código M&#220;	MUL01	Descripción: PAROS DE PRODUCCIÓN DE LA MULTIENGUATADORA DE CUBBIERAS/CAPAS														Fechas: 8-feb Mes: FEB	
Operador:		Encargado de área:															
Código	Paros	Fecha														Descripción de paro / Observaciones	
PAROS OPERATIVOS																	
PAROS PROGRAMADOS		11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb		
1	Refacción	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
2	Capacitaciones de producción		10			15											
3	Mantenimiento preventivo																
4	Actividades de Recursos humanos																
5	Paros por pruebas de prototipos	10						15						15			
PAROS POR SERVICIOS A EQUIPOS																	
6	Paros por falta de aire comprimido			10		35											
7	Paros por falta de energía eléctrica						30										
8	Paros por falta de repuestos												120		10	26/02 máquina averiada	
9	Paros por falta de lubricantes										15						
PAROS DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA																	
10	Paro por falta de equipo de limpieza																
11	Paro por falta de equipo de lubricación																
12	Limpieza por problemas de manchas	10				10											
PAROS PROGRAMADOS DE PROCESO																	
13	Cambio de aguja	25	15			10			25	25			35		10	Agujas quebradas.	
14	Paro por afillar cuchillas	15		15		5		10		5			10	5	5		
15	Cambio de medidas en panel de corte		7	7	10			4			8	5	12				
17	Paro por cambio de bovina de hilo																
PAROS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN																	
18	Falta de planificación diaria																
19	Paros por dudas de operario							25									
20	Paros por falta de comunicación con supervisor																
21	Paro por ausencia de operador				18												
PAROS DE CALIDAD																	
22	Paro por mala especificación de esponja		10									15					
23	Paro por rollo de esponja en mal estado	12															
24	Paro por tela en mal estado o mala medida	25															
25	Paro por cuchillas descentradas						25							20			
26	Paro por mal corte en capas	12					15							32			
27	Paro por mancha en capas						10										
28	Paro por bovina de hilo en mal estado																
29	Paros por acción correctiva de calidad										12						
30	Pruebas de calidad (MP) en equipo	5	14								12						
PAROS DE MATERIA PRIMA																	
31	Falta de rollo de esponja por MP							5						25	15		
32	Falta de tela por MP		5							18							
33	Falta de bovina de hilo por MP																
34	Paro por otro tipo de MP				10										12		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 40. Información recopilada de paros mecánicos en multienguatadora Paragon M+

Código	Paros	Fecha												Descripción de paro / Observaciones	
		11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	25-feb	26-feb		27-feb
<b>PAROS MECÁNICOS / MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>															
<b>EJE PRINCIPAL</b>															
35	Levas en eje principal														
36	Fajas en eje principal													15	
37	Cojinetes de eje principal														
38	Chumaceras de eje principal														
39	Eje principal quebradura						8 horas.								1 día parado 18/ feb
40	Otro:														
<b>PLACAS DE AGUJAS</b>															
41	Problemas en placa de agujas	35											25		
42	Problemas en las placas elevables														
43	Problemas por suciedad entre placas de agujas														
44	Cojinete en mal estado o quebrado	40											42		
45	Otro:														
<b>PLACA PENSATELAS</b>															
46	Problemas en ejes basculantes superiores														
47	Problemas en varillas de guía														
48	Problema general en placa pensateles (Especificar):									125					Problema de cojinete en placa prensatela
<b>DISPOSITIVOS EXCÉNTRICOS</b>															
49	Problemas Mecanismos excéntricos para agujas														
50	Problemas Mecanismos excéntricos del looper														
51	Problemas en looper (Cambio de anclora )							120		35					
52	Problemas en dispositivo excéntrico tipo Mariposa posterior													35	
<b>PROBLEMAS GENERALES</b>															
53	Problemas en transmisión del pie de la prensadora														
54	Problemas en guía de hilos tipo mariposa superior														
55	Problemas en soporte de apoyo tipo mariposa superior														
56	Problemas en resortes delasteros														
57	Problemas en el conjunto de barra de retención														
58	Problemas en cojinete (cambio de cojinete)		55												
59	Revisión por vibración de máquina														
60	Revisión general por problema desconocido														
61	Problemas en fajas		10												
62	Problemas en cadenas														
63	Problema eléctrico														
64	Cambio de aguja / Aguja quebrada o doblada		35			48		55		52			125		
65	Revisión por salto de puntada		20	15							10		10		10
66	Problema de software													225	
67	Ajustes varios				10										
67	Otro:														
<b>PANEL DE CORTE</b>															
68	Cambio de cuchilla	12		28				30	35			22		14	
69	Problema en sensor													55	
70	Problemas en sistema de aire comprimido														
71	Problema eléctrico														
72	Otro:														
<b>OTROS</b>															
73	Cadena y faja rota por falta de cambio en mant. Preventivo													35	
74															
75															
<b>Check List por parte de operario</b>															
	Lubricación diaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpieza diaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricación semanal	X						X							
	Lubricación mensual	X						X			X				
	Cumplimiento de SS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El proceso de traspaso de la información de la información consiste en realizar la digitación de los datos en la base de datos de OEE inicial en Excel. En esta planilla se realiza el cálculo de los registros de producción diaria, paros de producción y paros mecánicos de los equipos.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la hoja de cálculo de Excel para el área de costura, utilizando el equipo crítico de multienguatadora M+ del 02 al 30 de junio de 2019.

Figura 41. Muestra de base de datos en Microsoft Office Excel para cálculo de OEE

CONTROL PRODUCCION ENGUATADORAS DE CUBIERTAS: BASE DE DATOS																																	
Descripción: MUL03-MUL06															Código:																		
Encargado de área: ANDY CIC															Aprobación:																		
Producción				Microoperados de producción						Cajas rechazadas			RPM		Problemas/cambios por MP			Mermas (kg)		PROBLEMAS MP													
No.	Fecha	MÁQUINA	Hora inicio	Hora final	Cajas producidas	Cajas mermas	Preparación de equipo (MIN)	Limpieza y lubricación (MIN)	Cambios de rollo	Cambios de tela	Otros (min)	Tamaño	Cantidad	Espejo	Defecto	RPM Inicial	RPM Final	Rollos (cantidad)	Felis (cantidad)	Bovinas de hilo (cantidad)	Mermo (kg)	HT	BIMETA	IPP	CAP6 R	ROLOS	TEA	BOV HIL0	MEMBR				
MUL 01																																	
1	10/06	MUL03	6:55 a.m.	4:20 p.m.	52	56	7	10	8	5	5	K	6	0102122	DE	700 RPM	1000 RPM	1	0	1	20 kg	1											
2	10/06	MUL03	06:10	16:10	64	62	5	10	5	5	0	Q	2	0102122	DE	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	25 kg	0											
3	10/06	MUL03	06:02	15:52	65	65	5	10	10	5	0	no				750 RPM	1000 RPM	1	0	2	21 kg	2											
4	10/06	MUL03	06:25	16:00	60	60	10	15	8	10	5	Q/V	12	0102124	SP	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	45 kg	0											
5	10/06	MUL03	06:05	16:15	65	60	8	10	10	12	0	M	5	0102124	UT	700 RPM	1000 RPM	2	2	0	22 kg	0											
6	10/06	MUL03	06:04	15:53	48	48	8	10	12	12	0	no				700 RPM	1000 RPM	0	0	0	34 kg	0											
7	10/06	MUL03	06:10	16:12	50	50	6	10	10	5	0	no				700 RPM	1000 RPM	0	0	0	20 kg	0											
8	10/06	MUL03	06:25	16:16	54	52	8	10	15	10	0	Q	2	0102122	DE	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	36 kg	0											
9	10/06	MUL03																															
10	10/06	MUL03	06:12	16:25	55	55	8	10	10	8	0	no				700 RPM	1000 RPM	0	0	0	20 kg	0											
11	10/06	MUL03	06:25	15:52	59	59	8	10	15	12	0	no				700 RPM	1000 RPM	0	0	0	20 kg	0											
12	10/06	MUL03	06:12	16:00	60	60	10	10	5	6	0	M	2	0102122	UT	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	25 kg	0											
13	10/06	MUL03	06:10	16:02	72	65	10	10	5	7	5	K	12	0102124	MC	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	36 kg	0											
14	10/06	MUL03	06:15	16:18	54	54	15	10	7	5	0	no				700 RPM	1000 RPM	0	0	0	32 kg	0											
15		MUL03	06:05	16:03	48	48	8	10	10	8	0	M	3	0102122	MC	700 RPM	1000 RPM	0	0	0	32 kg	0											

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la base de datos para el cálculo de OEE deben ingresarse exactamente los mismos datos que existen en el formato escrito por cada operario en cada equipo crítico. Los cálculos de OEE se realizan de forma automática por el archivo Excel creado por el encargado del proyecto.

### 2.8.8. Cálculo de OEE inicial: ratios

Luego de obtener los formatos de todos los equipos críticos en el periodo del 02 al 30 de junio de 2019 y digitalizado en la base de datos, se procedió a

realizar el cálculo de OEE inicial, y con ello, el análisis estadístico en busca de los principales paros, posibilidades de mejora y datos estadísticos de deficiencias de calidad en el área.

### **2.8.8.1. Ratio de disponibilidad**

Luego de la digitalización de paros, tiempo planificado de producción, paros programados, se procedió a realizar los cálculos adecuados para obtener la ratio de disponibilidad de los tres equipos críticos.

Los cálculos para el tiempo real de producción se basan en las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Tiempo planificado de producción} = TPP$$

$$\textit{Total tiempo de paros programados} = PP$$

$$\textit{Tiempo real de producción} = TRP$$

$$= TPP - \textit{Total paros operativos} - \textit{Total paros mecánicos} + PP$$

$$\%Disponibilidad = \frac{TRP}{TPP} * 100$$

La información recopilada en la base de datos fue totalizada y resumida en los siguientes cuadros:

- Ratio de disponibilidad en área de estructura

Tabla XVII. **Ratio de disponibilidad en equipos MDC-80 y Transfer FT-81**

		Transfer FT-81	Máquinas Resorteras MDC-80							Total Horas
		MTR01	MRE01	MRE02	MRE03	MRE04	MRE05	MRE06	MRE07	Total Horas
PAROS OPERATIVOS	Paros programados	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	44:00
	Paros por servicios a equipos	0:45	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	3:40
	Paros de lubricación y limpieza	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	29:20
	Paros por falta de planificación	0:25	0:12	0:00	0:00	0:14	0:35	0:14	0:26	2:06
	Paros de calidad	2:05	3:15	2:22	4:12	1:13	2:24	1:45	3:42	20:58
	Paros de materia prima	2:15	0:45	0:52	2:04	2:42	2:04	1:04	0:22	12:08
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>14:40</b>	<b>13:47</b>	<b>12:49</b>	<b>15:51</b>	<b>13:44</b>	<b>14:38</b>	<b>12:38</b>	<b>14:05</b>	<b>112:12</b>
PAROS MECÁNICOS	Enrollador	0:25	0:48	1:02	0:35	2:02	0:42	0:17	0:29	6:20
	Área del transportador	3:21	2:32	2:27	2:25	8:42	0:25	0:45	2:25	23:02
	Carretes anudadores	7:21	17:30	19:23	28:30	6:55	7:12	2:58	9:29	99:18
	Tratamiento térmico	6:14	5:22	8:21	14:22	17:58	4:10	15:10	14:20	85:57
	Grupo eléctrico	1:05	0:28	0:25	5:12	3:23	0:37	0:36	1:28	13:14
	Mecanismos	0:23	0:24	0:10	0:00	0:35	0:00	0:45	0:00	2:17
	Otros	0:00	11:10	0:00	0:00	0:25	4:46	3:10	0:42	20:13
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>18:49</b>	<b>38:14</b>	<b>31:48</b>	<b>51:04</b>	<b>40:00</b>	<b>17:52</b>	<b>23:41</b>	<b>28:53</b>	<b>250:21</b>
Tiempo planificado de producción (TPP)	184:05	184:12	183:58	185:00	184:21	183:22	183:56	184:12	1473:06	
Total paros programados (PP)	9:55	9:35	9:35	9:35	9:35	9:35	9:35	9:35	77:00	
Tiempo real de producción (TRP)	160:31	141:46	148:56	127:40	140:12	160:27	157:12	150:49	1187:33	
Disponibilidad (%)	<b>87,20 %</b>	<b>76,96 %</b>	<b>80,96 %</b>	<b>69,01 %</b>	<b>76,05 %</b>	<b>87,50 %</b>	<b>85,47 %</b>	<b>81,88 %</b>		
<b>Promedio Disponibilidad</b>					<b>80,63 %</b>					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XVIII. **Ratio de disponibilidad en ensambladora AS-4**

		Máquinas Ensambladoras AS-4						Total
		MEN02	MEN03	MEN04	MEN05	MEN06	MEN01	
PAROS OPERATIVOS	Paros programados	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	33:00
	Paros por servicios a equipos	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	2:30
	Paros de lubricación y limpieza	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	22:00
	Paros por falta de planificación	0:17	0:23	0:00	0:15	0:00	0:00	0:55
	Paros de calidad	5:15	8:22	9:14	1:25	17:25	8:40	50:21
	Paros de materia prima	00:52	00:35	01:28	00:10	00:25	00:18	3:48
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>15:59</b>	<b>18:55</b>	<b>20:17</b>	<b>11:25</b>	<b>27:25</b>	<b>18:33</b>	<b>112:34</b>
PAROS MECÁNICOS	Sistema de transmisión de carro	0:47	0:26	0:24	0:48	0:46	0:54	4:05
	Sensores y abrazaderas	11:09	10:59	7:28	11:02	11:30	15:13	67:21
	Espiraladora	15:22	6:20	10:25	5:12	8:21	8:22	54:02
	Sistema de engranajes	0:00	0:00	0:00	3:21	4:22	8:21	16:04
	Instalación eléctrica	10:00	0:00	0:00	15:25	0:00	5:21	30:46
	Mecanismos	10:36	8:21	2:00	0:00	10:15	0:00	31:12
	Otros	0:00	14:00	0:00	10:27	0:00	0:00	24:27
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>47:54</b>	<b>40:06</b>	<b>20:17</b>	<b>46:15</b>	<b>35:14</b>	<b>38:11</b>	<b>227:57</b>
<b>Tiempo planificado de producción (TPP)</b>	<b>184:05</b>	<b>184:12</b>	<b>183:58</b>	<b>185:00</b>	<b>184:21</b>	<b>183:22</b>	<b>1104:58</b>	
<b>Total paros programados</b>	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>	<b>57:30</b>	
<b>Tiempo real de producción (TRP)</b>	<b>129:47</b>	<b>134:46</b>	<b>152:59</b>	<b>136:55</b>	<b>131:17</b>	<b>136:13</b>	<b>821:57</b>	
<b>Disponibilidad</b>	<b>70,50 %</b>	<b>73,16 %</b>	<b>83,16 %</b>	<b>74,01 %</b>	<b>71,21 %</b>	<b>74,29 %</b>		
<b>Disponibilidad Promedio</b>			<b>74,9 %</b>					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Ratio de disponibilidad en área de costura

Tabla XIX. **Ratio de disponibilidad en Paragon M+**

		Multienguatadoras Paragon M+							Total Horas
		MUL01	MUL02	MUL03	MUL04	MUL05	MUL06	MUL07	
PAROS OPERATIVOS	Paros programados	6:30	7:10	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	46:10
	Paros por servicios a equipos	1:45	2:19	1:24	1:15	0:30	0:45	1:10	9:08
	Paros de lubricación y limpieza	13:40	15:40	13:28	11:25	8:25	14:39	17:53	95:10
	Paros programados de proceso	2:10	4:22	3:25	4:08	5:21	6:16	2:28	28:10
	Paros por falta de planificación	2:05	3:15	2:22	4:12	1:13	2:24	1:45	17:16
	Paros de calidad	10:12	11:25	9:52	7:35	14:17	12:28	11:24	77:13
	Paros de materia prima	8:10	7:24	12:45	10:27	14:40	12:21	5:13	71:00
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>44:32</b>	<b>51:35</b>	<b>49:46</b>	<b>45:32</b>	<b>50:56</b>	<b>55:23</b>	<b>46:23</b>	<b>344:07</b>
PAROS MECÁNICOS	Eje principal	14:21	11:59	0:00	4:00	0:00	10:25	0:00	40:45
	Placa de agujas	0:00	20:00	0:00	14:15	0:00	0:00	0:00	34:15
	Placa prensatelas	0:00	8:00	0:00	0:00	0:00	0:00	4:30	12:30
	Dispositivos excéntricos	0:00	0:00	8:21	14:22	17:58	4:10	15:10	60:01
	Problemas Generales	28:25	16:22	10:35	15:10	13:24	8:00	14:23	106:19
	Panel de corte	11:25	18:24	10:14	17:21	12:19	4:20	29:30	103:33
	Otros	0:00	0:00	0:00	0:00	5:00	0:00	0:00	5:00
		<b>TOTAL (min)</b>	<b>54:11</b>	<b>74:45</b>	<b>29:10</b>	<b>65:08</b>	<b>48:41</b>	<b>26:55</b>	<b>63:33</b>
	Tiempo planificado de producción (TPP)	185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	1295:00
	Total paros programados (PP)	21:55	25:09	21:22	19:10	15:25	21:54	25:33	150:28
	Tiempo real de producción (TRP)	108:12	83:49	127:26	93:30	100:48	124:36	100:37	738:58
	Disponibilidad	58,49 %	45,31 %	68,88 %	50,54 %	54,49 %	67,35 %	54,39 %	
<b>Promedio Disponibilidad</b>						<b>57,06 %</b>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Área de ensamble

Tabla XX. **Ratio de disponibilidad en Cerradoras TE-32**

		Máquinas Cerradoras TE-32								Total Horas
		MAC01	MAC02	MAC03	MAC04	MAC05	MAC06	MAC07	MAC08	
PAROS OPERATIVOS	Paros programados	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	6:30	38:30
	Paros por servicios a equipos	1:00	2:25	1:15	2:48	1:00	1:00	1:00	0:50	11:18
	Paros de lubricación y limpieza.	28:05	26:02	22:00	21:58	25:50	26:00	27:30	24:00	201:25
	Paros por falta de planificación	0:00	0:00	0:00	1:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:00
	Paros de calidad	8:15	7:26	2:00	0:00	11:22	2:00	5:21	0:00	36:24
	Paros de materia prima	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	3:00	0:00	3:00
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>42:50</b>	<b>41:23</b>	<b>30:45</b>	<b>31:16</b>	<b>43:42</b>	<b>34:30</b>	<b>42:21</b>	<b>31:20</b>	<b>291:37</b>
PAROS MECÁNICOS	Máquina cerradora	7:22	8:30	14:15	0:00	7:12	2:11	0:00	18:22	57:52
	Mesa de cerrado	1:15	0:00	0:00	4:25	1:10	0:00	0:40	3:15	10:45
	Otros	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
<b>TOTAL (min)</b>		<b>8:37</b>	<b>8:30</b>	<b>14:15</b>	<b>4:25</b>	<b>8:22</b>	<b>2:11</b>	<b>0:40</b>	<b>21:37</b>	<b>47:00</b>
Tiempo planificado de producción (TPP)		185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	185:00	186:00	1295:00
Total paros programados (PP)		34:35	33:57	28:45	30:16	32:20	32:30	34:00	31:20	226:23
Tiempo real de producción (TRP)		168:08	169:04	168:45	179:35	165:16	180:49	175:59	164:23	1207:36
Disponibilidad		<b>90,88 %</b>	<b>91,39 %</b>	<b>91,22 %</b>	<b>97,07 %</b>	<b>89,33 %</b>	<b>97,74 %</b>	<b>95,13 %</b>	<b>88,38 %</b>	
<b>Promedio Disponibilidad</b>						<b>92,64 %</b>				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.8.8.2. Ratio de rendimiento

Al obtener el total del tiempo real de producción por equipo, se procedió al cálculo de la ratio de rendimiento de la siguiente manera:

$$\text{Producción total} = PT$$

$$\text{Producción teórica} = PTEO = \text{Velocidad nominal} * TRP$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{PT}{PTEO} * 100$$

- Área de estructura

Tabla XXI. **Ratio de rendimiento en equipos Transfer FT-81 y Resortera MDC-80**

		Tiempo de producción	Capacidad nominal	Producción teórica (PTEO)	Producción total (PT)	Rendimiento %
		TRP (Minutos)	Resortes/mi n	Resortes (unidades)	Resortes (unidades)	
Transfer FT-81	MTR01	9 631	80	770 480	598 085	77,63 %
Máquinas resorteras MDC-80	MRE01	8 506	78	663 468	503 555	75,90 %
	MRE02	8 936	78	697 008	503 275	72,21 %
	MRE03	7 660	78	597 480	426 508	71,38 %
	MRE04	8 412	78	656 136	555 192	84,62 %
	MRE05	9 627	78	750 906	562 216	74,87 %
	MRE06	9 432	78	735 696	509 328	69,23 %
	MRE07	9 049	78	705 822	561 942	79,62 %
<b>Promedio Rendimiento %</b>					<b>75,68 %</b>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XXII. **Ratio de rendimiento en Ensambladora AS-4**

		Tiempo de producción	Capacidad nominal	Producción teórica	Producción total (PT)	Rendimiento %
		TRP (Horas)	Estructuras/Horas	Estructuras	Estructuras	
Máquina ensam. AS-4	MEN02	129	12	1 557	1 115	71,61 %
	MEN03	134	12	1 617	1 310	81,01 %
	MEN04	152	12	1 835	1 462	79,67 %
	MEN05	136	12	1 643	1 420	86,43 %
	MEN06	131	12	1 575	1 324	84,06 %
	MEN01	136	12	1 634	1 114	68,18 %
					<b>Promedio Rendimiento %</b>	<b>78,49 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Área de costura

Tabla XXIII. **Ratio de rendimiento en máquina Paragon M+**

		Tiempo de producción	Capacidad nominal	Producción teo. (PTEO)	Producción total (PT)	Rendimiento %
		TRP (Min)	Yardas/min	Yardas	Yardas	
Máquinas Multienguatad. Paragon M+	MUL01	6 250	2,5	15 625	13 543	86,68 %
	MUL02	4 789	2,5	11 972	9 126	76,23 %
	MUL03	7 566	2,5	18 915	14 863	78,58 %
	MUL04	5 008	2,5	12 520	10 342	82,61 %
	MUL05	5 564	2,5	13 910	11 607	83,45 %
	MUL06	6 685	2,5	16 712	13 058	78,13 %
	MUL07	5 571	2,5	13 927	10 569	75,89 %
					<b>Promedio Rendimiento %</b>	<b>80,22 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Área de ensamble

Tabla XXIV. **Ratio de rendimiento en máquina Cerradora TE-32**

		Tiempo de producción	Capacidad nominal	Producción teórica (PTEO)	Producción total (PT)	Rendimiento %
		TRP (Minutos)	Colchones/m in	Colchones (unidades)	Colchones (unidades)	
<b>Máquinas cerradoras TE-32</b>	<b>MAC01</b>	10 088	0,12	1 210	1 139	94,12 %
	<b>MAC02</b>	10 144	0,12	1 217	1 036	85,17 %
	<b>MAC03</b>	10 125	0,12	1 215	1 116	91,86 %
	<b>MAC04</b>	10 775	0,12	1 293	1 200	92,82 %
	<b>MAC05</b>	9 916	0,12	1 189	1 155	97,14 %
	<b>MAC06</b>	10 849	0,12	1 301	1 155	88,76 %
	<b>MAC07</b>	10 559	0,12	1 267	1 207	95,28 %
	<b>MAC08</b>	9 863	0,12	1 183	1 061	89,65 %
<b>Promedio Rendimiento %</b>					<b>92,16 %</b>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.8.8.3. Ratio de calidad

La ratio de calidad fue calculada del total de piezas producidas contra el tiempo de piezas buenas producidas. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Producción total} = PT$$

$$\text{Piezas buenas elaboradas} = PC = PT - (\text{Reprocesos} + \text{desperdicios})$$

$$\% \text{Calidad} = \frac{PC}{PT} * 100$$

- Área de estructura

Tabla XXV. **Ratio de calidad en equipos Tranfer FT-81 y MDC-80**

		Producción total (PT)	Kilogramos de merma	Peso del resorte	Resortes defectuosos	% Calidad
		Resortes (unidades)	Resortes (Kg)	Unidad (Kg)	Desperdicio (unidades)	
Transfer FT-81	MTR01	598 085	175	0,032	5 468,75	99,09 %
Máquinas resorteras MDC-80	MRE01	503 555	198	0,032	6 187,50	98,77 %
	MRE02	503 275	202	0,032	6 312,50	98,75 %
	MRE03	426 508	215	0,032	6 718,75	98,42 %
	MRE04	555 192	213	0,032	6 656,25	98,80 %
	MRE05	562 216	165	0,032	5 156,25	99,08 %
	MRE06	509 328	228	0,032	7 125,00	98,60 %
	MRE07	561 942	231,50	0,032	7 234,375	98,71 %
TOTAL		4 220 101	1627,50		50 859,375	98,78 %
					Promedio % Calidad	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XXVI. **Ratio de calidad en Ensambladora AS-4**

		Producción total (PT)	Estructuras a reproceso	Estructuras defectuosas	% Calidad
		Estructuras (unidades)	Unidades (ER)	Unidades (ED)	
Máquina ensambladora AS-4	MEN02	1 115	15	11	97,67 %
	MEN03	1 310	43	13	95,73 %
	MEN04	1 462	52	12	95,62 %
	MEN05	1 420	39	10	96,55 %
	MEN06	1 324	45	8	96,00 %
	MEN01	1 114	68	16	92,46 %
TOTAL		7 745	262	70	95,67 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XXVII. **Ratio de calidad en Paragon M+**

		Producción total (PT)	Producción total (PT)	Kilogramos de merma	Merma en capas	Capas a rep.	Capas a desecho	%
		Yardas	en capas (unidades)	Merma eng. (Kg)	1 u=1,225 kg	Un.	Un.	Calidad
Máquinas Multien. Paragon M+	MUL01	15 625	7 143,74	275	224,48	16	521	89,34 %
	MUL02	11 972	5 473,59	310	253,06	20	630	83,50 %
	MUL03	18 915	8 647,92	262	21,87	0	225	94,93 %
	MUL04	12 520	5 724,13	289	235,91	25	412	88,24 %
	MUL05	13 910	6 359,64	271	221,22	32	357	90,40 %
	MUL06	16 712	7 640,71	265	216,32	21	738	87,24 %
	MUL07	13 927	6 367,41	272	222,04	2	590	87,22 %
							<b>Promedio Calidad</b>	<b>88,70 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- Área de ensamble

Tabla XXVIII. **Ratio de calidad en cerradoras TE-32**

		Producción total (PT)	Colchones a reproceso	Colchones a desperdicio	% Calidad
		Colchones (unidad)	Unidades	Unidades	
Máquinas cerradoras TE-32	MAC01	1 139	42	1	96,22 %
	MAC02	1 036	34	0	96,72 %
	MAC03	1 116	71	0	93,64 %
	MAC04	1 200	15	5	98,33 %
	MAC05	1 155	5	0	99,57 %
	MAC06	1 155	32	0	97,23 %
	MAC07	1 207	27	3	97,51 %
				<b>Promedio % Calidad</b>	<b>94,63 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.8.9. Cálculo de OEE inicial: Resultados

Luego de los resultados de las ratios en las diferentes áreas analizadas, se procede a realizar el cálculo de OEE inicial de la siguiente manera:

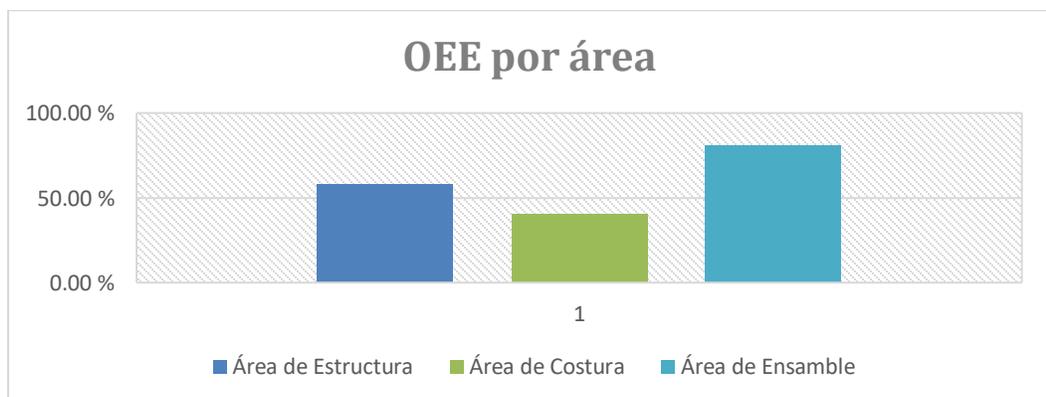
Tabla XXIX. Resultados de OEE inicial por área y planta total

	% Disponibilidad	% Rendimiento	% Calidad	OEE
Área de Estructura	77,51 %	76,81 %	97,19 %	57,86 %
Área de Costura	57,06 %	80,22 %	88,70 %	40,60 %
Área de Ensamble	92,64 %	92,16 %	94,63 %	80,79 %
Planta de producc.	75,74 %	83,06 %	93,51 %	<b>59,75 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Se puede observar que el OEE inicial de la planta de producción representa un 59,75 %, es decir, de cada 100 unidades que podrían llegar a fabricarse de correcta manera, solo se están fabricando 59,75 unidades de producto.

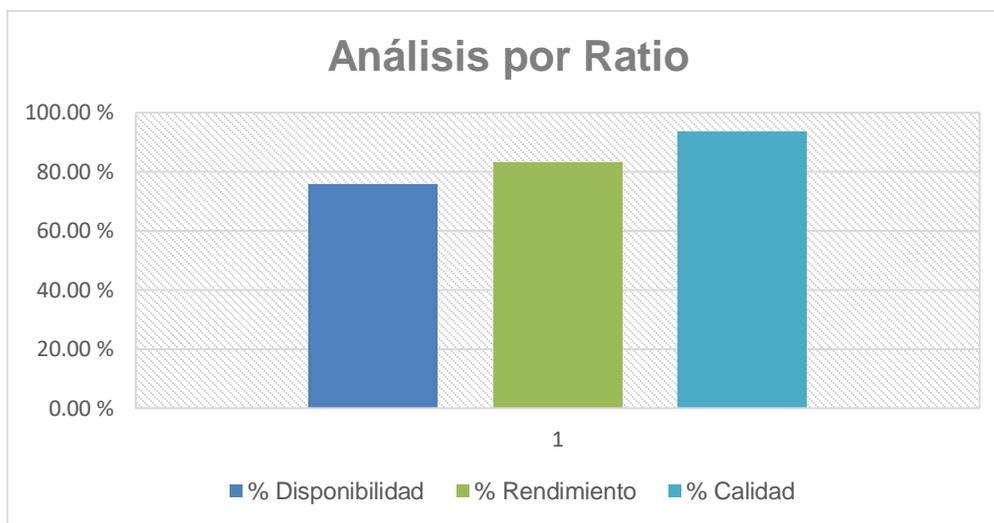
Figura 42. Resultado de OEE por área



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Se observa que el OEE de menor valor corresponde al área de costura, como lo indica la figura 42, por lo que se deberá analizar los resultados en busca de los factores que afecten al área en materia de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Figura 43. **Análisis por ratio calculado**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Según la figura 43, la ratio de disponibilidad representa el menor valor con un 75,74 % en promedio de las ratios de las demás áreas. Al realizar el análisis estadístico de resultados, se debe buscar la causa-raíz de los principales paros no programados y paros mecánicos que influyen directamente en esta ratio.

## 2.9. **Análisis de información por máquina**

De acuerdo al cálculo del OEE inicial se realiza la siguiente tabla con los indicadores de cada máquina estudiada en el periodo que abarca febrero de 2019.

Tabla XXX. **Resumen de resultados por equipo crítico evaluado**

	<b>Paragon M+</b>	<b>Ensambladora AS-4</b>	<b>Resortera MDC-80</b>	<b>Transfer FT-81</b>	<b>Cerradora TE-32</b>
Disponibilidad	57,06 %	74,39 %	80,63 %	80,63 %	95,64 %
Rendimiento	80,22 %	78,49 %	75,68 %	75,68 %	92,16 %
Calidad	88,70 %	95,67 %	98,78 %	98,78 %	94,65 %
OEE	57,86 %	55,80 %	60,28 %	60,28 %	80,79 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

- **Multienguatadora Paragon M+**

La ratio que más afecto a este equipo es el de disponibilidad con un 57,06 %, debido a perdidas grandes en problemas generales con 106:19 horas, y problemas en panel de corte con 103:33 horas, generando así paros no programados excesivos. Es necesario realizar un análisis detallado de la ratio de rendimiento para determinar causas en partes principales de la máquina.

La segunda ratio más representativo en la multienguatadora es generada por la ratio de rendimiento, debido a micro paradas de proceso, siendo éstas: cambios de rollo, cambios de esponja y cambios de bovina de hilo. Cabe considerar de igual manera que los equipos no están trabajando a la velocidad (rpm) de diseño, por lo que existen perdidas de velocidad para esta ratio. En el indicador de calidad se presentan pérdidas por desechos, desperdicios y reprocesos de capas del área por diferentes factores que podrán ser regulados por parte de la normalización de calidad.

- Ensambladora AS-4

La ratio que predomina con menor valor en el OEE de la ensambladora AS-4 es la ratio de disponibilidad como se observa en la figura # 43, debido a paros no programados en aspectos de fallas de calidad en las estructuras elaborada y en aspectos de paros mecánicos en sensores, abrazaderas y en el sistema de espiral del equipo.

- Resortera MDC-80 y Transfer FT-81

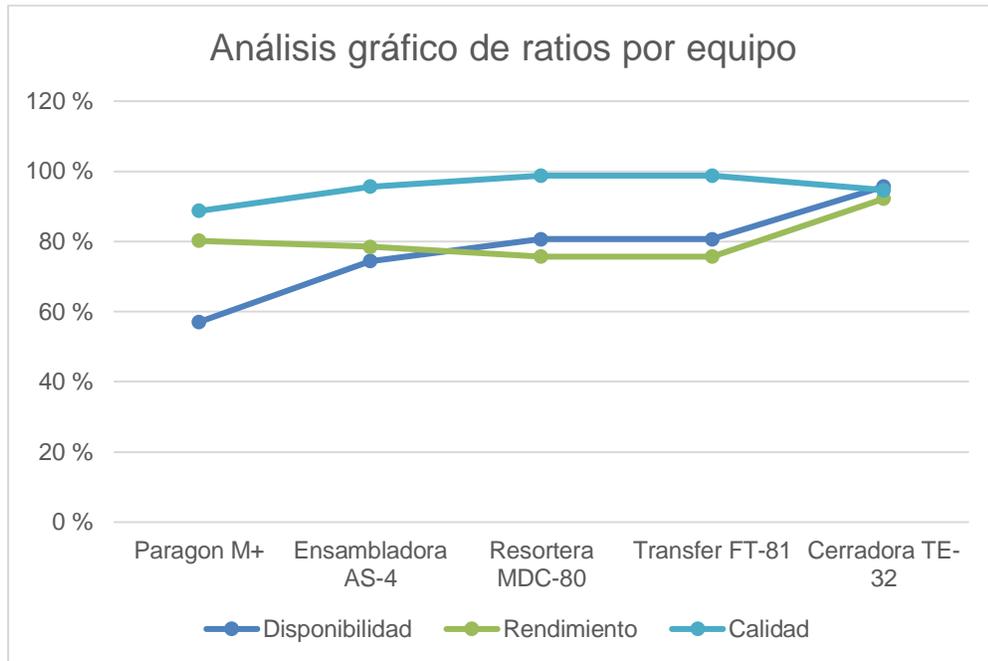
En el caso de la máquina resortera y el equipo Transfer FT-81, la ratio de rendimiento fue ligeramente menor (75,68 %) contra la ratio de rendimiento (80,63 %). Esto se debe a que la máquina resortera representa grandes cantidades de micro paradas en el proceso productivo, debido a pequeños paros que no son identificados, falta de operadores para reanudación de ejecución del equipo, constantes instalaciones de bovinas de alambre y reducción de velocidad de diseño muy elevado por parte de los operarios.

En el aspecto de la ratio de disponibilidad se presentan paros no programados de proceso por fallas de calidad elevados y paros mecánicos concentrados en carretes anudadores y tratamientos térmicos.

- Cerradora TE-32

El equipo de cerrado de colchones contiene el OEE más elevado, con un 80,79 %. La ratio más representativa para la disminución del OEE de este equipo es el de rendimiento, con un 92,16 % debido a pequeñas micro paradas del proceso derivado de la falta de producto semi-ensamblado para el cierre.

Figura 44. Comparación de gráfica OEE con ratios calculados



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Comparando el resultado de OEE con las ratios de las máquinas analizadas se encuentra un parecido entre la gráfica de OEE con las ratios de disponibilidad y rendimiento, por lo que estas ratios son los que impactan más en el valor de OEE de los equipos. El factor OEE se encuentra influenciado directa y proporcionalmente a las ratios de rendimiento y calidad.

La ratio de calidad, al ser afectado directamente por el sistema de gestión de calidad, se realizará el proceso de mejora de esta ratio a través de la estandarización de procesos de control de calidad demostrados en la fase de investigación en el punto 3.

Basados en la figura 44 se observa diferencias entre el OEE de cada equipo, observando una forma de gráfica de OEE no-lineal (obedeciendo una tendencia de grado 2). Esto se debe a las diferencias de operación entre los equipos de trabajo, tecnología de cada equipo, antigüedad, condiciones de operación y proceso de producción de cada equipo.

## 2.10. Análisis estadístico de resultados: Ratio de disponibilidad

Una vez obtenidos los datos digitalizados correspondientes al mes de junio, se procede a realizar el análisis estadístico de resultados para causa-raíz.

### 2.10.1. Resultados de paros de proceso productivo en área de costura

A continuación, se presentan los paros de proceso en equipos de costura.

Tabla XXXI. Tiempo de paros de proceso productivo en Paragon M+

Frecuencia de paros de proceso: Paragon M+, mes de junio de 2019				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
PAROS PROGRAMADOS	Refacción	44:00	176	12,54 %
	Capacitaciones de producción	0:00	0	0,00 %
	Mantenimiento preventivo	0:00	0	0,00 %
	Actividades de Recursos humanos	2:10	7	0,60 %
PAROS PROGRAMADOS DE PROCESO	Cambio de aguja	4:13	5	1,17 %
	Paro por afilar cuchillas	18:18	46	5,05 %
	Cambio de medidas en panel de corte	5:38	0	1,55 %
	Paro para depósito de merma en bolsa	0:00	0	0,00 %
	Paro por cambio de bovina de hilo	0:00	0	0,00 %
	Paros por falta de energía eléctrica	7:00	7	1,93 %
	Paros por falta de repuestos	1:08	1	0,31 %

Continuación de la tabla XXXI.

	Paros por falta de lubricantes	0:00	0	0,00 %
PAROS DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA	Limpieza diaria	44:00	176	12,14 %
	Lubricación diaria	14:39	176	4,04 %
	Preparación de equipo	36:00	176	9,93 %
	Paro por falta de equipo de lubricación	0:00	0	0,00 %
PAROS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN	Falta de planificación diaria	14:40	9	4,05 %
	Paros por dudas de operario	14:16	4	3,94 %
	Paros por falta de comunicación con supervisor	0:00	0	0,00 %
	Paro por ausencia de operador	0:00	0	0,00 %
PAROS DE CALIDAD	Paro por mala especificación de esponja	17:43	35	4,89 %
	Paro por rollo de esponja en mal estado	19:15	62	5,31 %
	Paro por tela en mal estado o mala medida	15:50	25	4,37 %
	Paro por cuchillas descentradas	13:53	48	3,84 %
	Paro por mal corte en capas	10:10	10	2,81 %
	Paro por mancha en capas	4:00	2	1,10 %
	Paro por bovina de hilo en mal estado	6:10	15	1,70 %
	Paros por acción correctiva de calidad	16:59	19	4,69 %
	Pruebas de calidad (MP) en equipo	0:00	0	0,00 %
	Paro por ajustes de materia prima	20:04	9	5,54 %
	Paro por revisión de capas	0:00	0	0,00 %
PAROS DE MATERIA PRIMA	Falta de rollo de esponja por MP	6:25	4	1,77 %
	Falta de tela por MP	14:14	12	3,93 %
	Falta de bovina de hilo por MP	0:00	0	0,00 %
	Paro por otro tipo de MP	0:00	0	0,00 %
TOTAL		350:49	1 024	100,00 %
NOTA: Datos resaltados representan los paros programados del proceso, por lo que se excluyen del total de horas en paros no programados de proceso.				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Para el análisis de paros no programados de proceso, se excluyen los datos resaltados, debido a que éstos son paros programados del proceso productivo y

solo fue realizado para mostrar a gerencia de operaciones el impacto que éstos generan en el tiempo planificado de producción en los equipos.

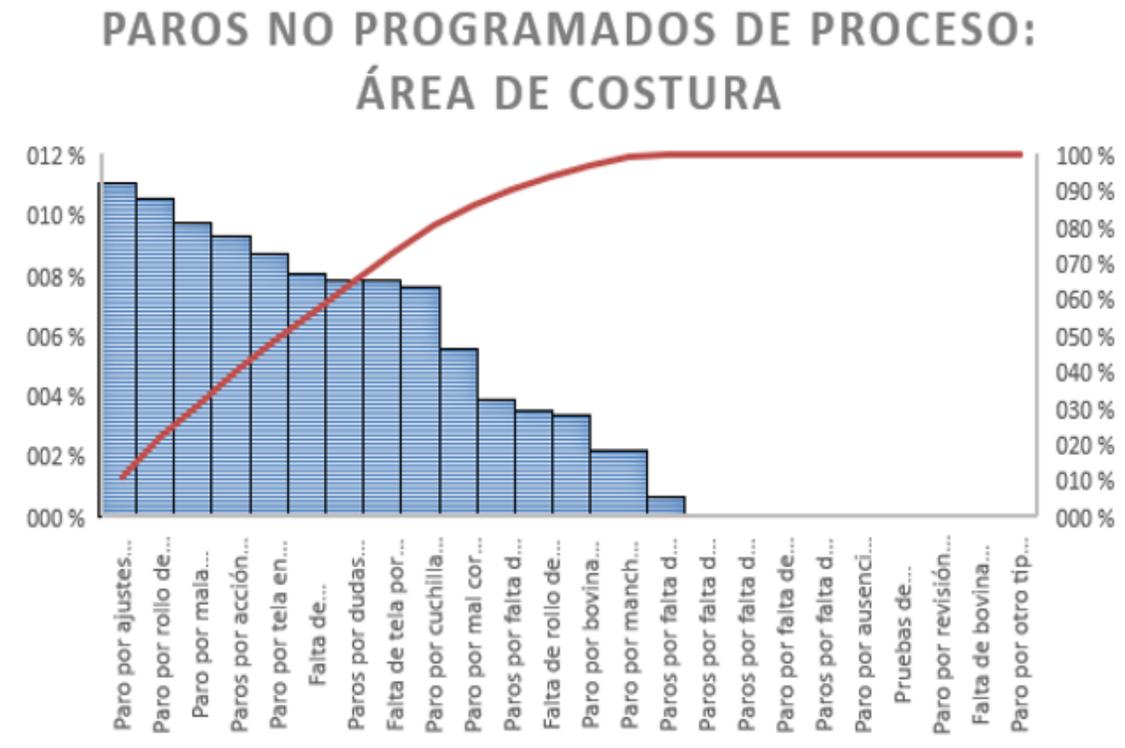
Se realizó un diagrama de Pareto con el fin de buscar los problemas que adjudican el 80 % del tiempo perdido y que no están programados en el proceso.

**Tabla XXXII. Paros no programados de proceso productivo identificados en área de costura**

Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	%Tiempo de paro	%Tiempo de paro Acu.
Paro por ajustes de materia prima	20:04	9	11,04 %	11,04 %
Paro por rollo de esponja en mal estado	19:15	62	10,59 %	21,63 %
Paro por mala especificación de esponja	17:43	35	9,74 %	31,37 %
Paros por acción correctiva de calidad	16:59	19	9,34 %	40,71 %
Paro por tela en mal estado o mala medida	15:50	25	8,71 %	49,42 %
Falta de planificación diaria	14:40	9	8,07 %	57,49 %
Paros por dudas de operario	14:16	4	7,85 %	65,34 %
Falta de tela por MP	14:14	12	7,83 %	73,17%
Paro por cuchillas descentradas	13:53	48	7,64 %	80,81 %
Paro por mal corte en capas	10:10	10	5,59 %	86,40 %
Paros por falta de energía eléctrica	07:00	7	3,85 %	90,25 %
Falta de rollo de esponja por MP	06:25	4	3,53 %	93,78 %
Paro por bovina de hilo en mal estado	06:10	15	3,40 %	97,18 %
Paro por mancha en capas	04:00	2	2,20 %	99,38 %
Paros por falta de repuestos	01:08	1	0,62 %	100,00 %
Paros por falta de aire comprimido	00:00	0	0,00 %	100,00 %
Paros por falta de lubricantes	00:00	0	0,00 %	100,00 %
Paro por falta de equipo de lubricación	00:00	0	0,00 %	100,00 %
Paros por falta de comunicación	00:00	0	0,00 %	100,00 %
Paro por ausencia de operador	00:00	0	0,00 %	100,00 %
<b>TOTAL</b>	<b>181:50:00</b>	<b>262</b>	<b>100.00 %</b>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 45. Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en área de costura



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PNP del área de Costura para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla, obedeciendo la regla del 80-20 que nos indica la herramienta.

### 2.10.2. Resultados de paros mecánicos en área de costura

Al obtener los datos digitalizados, se procede a demostrar los principales paros mecánicos de las máquinas multienguatadoras Paragon M+.

Tabla XXXIII. **Tiempo en paros mecánicos del equipo Paragon M+**

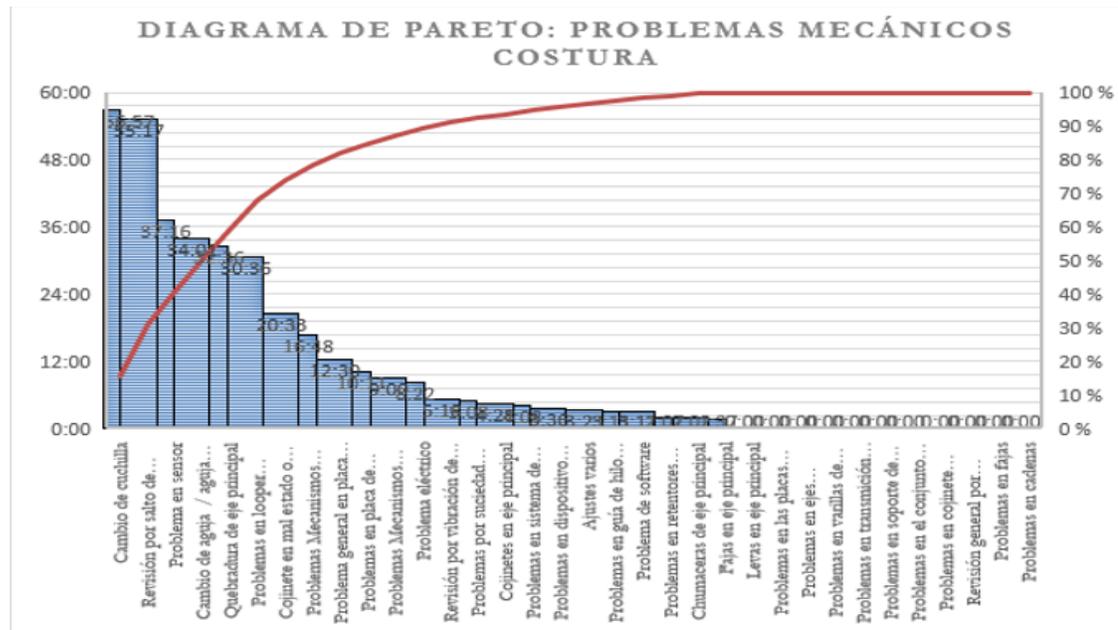
Frecuencia de fallas mecánicas: Paragon M+, mes de junio de 2019				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
EJE PRINCIPAL	Levas en eje principal	00:00	0	0,00 %
	Fajas en eje principal	1:37	1	0,45 %
	Cojinetes en eje principal	4:28	1	1,24 %
	Chumaceras de eje principal	2:02	1	0,56 %
	Quebradura de eje principal	32:36	4	9,00 %
PLACA DE AGUJAS	Problemas en placa de agujas	10:11	1	2,81 %
	Problemas en las placas elevables	00:00	0	0,00 %
	Problemas por suciedad entre placas de agujas	5:08	1	1,42 %
	Cojinete en mal estado o quebrado	20:33	3	5,67 %
PLACA PRENSATELAS	Problemas en ejes basculantes superiores	00:00	0	0,00 %
	Problemas en varillas de guía	00:00	0	0,00 %
	Problema general en placa prensateLAS	12:30	2	3,45 %
DISPOSITIVOS EXCÉNTRICOS	Problemas Mecanismos excéntricos para agujas	9:00	3	2,48 %
	Problemas Mecanismos excéntricos del looper	16:48	7	4,64 %
	Problemas en looper (Cambio de ancora )	30:36	4	8,45 %
	Problemas en dispositivo excéntrico tipo Mariposa	3:36	1	0,99 %
PROBLEMAS GENERALES	Problemas en transmisión del pie de la prensadora	00:00	0	0,00 %
	Problemas en guía de hilos tipo mariposa superior	3:11	1	0,88 %
	Problemas en soporte de mariposa superior	00:00	0	0,00 %
	Problemas en retenedores delanteros	2:07	1	0,59 %
	Problemas en el conjunto de barra de retención	00:00	0	0,00 %
	Problemas en cojinete (cambio de cojinete)	00:00	0	0,00 %
	Revisión por vibración de maquina	5:18	5	1,47 %
	Revisión general por problema desconocido	00:00	0	0,00 %
	Problemas en fajas	00:00	0	0,00 %
	Problemas en cadenas	00:00	0	0,00 %
	Problema eléctrico	3:11	8	0,88 %
	Cambio de aguja / aguja quebrada o doblada	34:01	18	9,39 %
	Revisión por salto de puntada	55:17	22	15,26 %
	Problema de software	3:11	2	0,88 %

Continuación de tabla XXXIII.

	Ajustes varios	03:23	1	0,93 %
PANEL DE CORTE	Cambio de cuchilla	56:57	19	15,72 %
	Problema en sensor	37:16	8	10,29 %
	Problemas en sistema de aire comprimido	4:08	2	1,14 %
	Problema eléctrico	5:10	12	1,43 %
TOTAL		362:23	128	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2017.

Figura 46. **Diagrama de Pareto de principales problemas mecánicos en área de costura**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2017.

Los principales problemas a analizar en los PM del área de Costura para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente se muestran en la tabla LIII, obedeciendo la regla del 80-20.

### 2.10.3. Resultados de paros de proceso en área de estructura

Se evalúa los paros de proceso productivo en cada equipo de estructura.

#### 2.10.3.1. Transfer FT-81 y Resortera MDC-80

Se presentan a continuación los paros de proceso productivo en máquinas FT-81 y MDC-80.

Tabla XXXIV. **Tiempo en paros de proceso productivo de transfer FT-81 Y MDC-80**

Frecuencia de paros de proceso: Transfer FT-81 y MDC-80, mes de junio de 2019				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
PAROS PROGRAMADOS	Refacción	44:00	176	39,06 %
	Capacitaciones de producción	0:00	0	0,00 %
	Mantenimiento preventivo	0:00	0	0,00 %
	Actividades de Recursos humanos	0:00	0	0,00 %
PAROS POR SERVICIOS A EQUIPOS	Paros por falta de aire comprimido	0:00	0	0,00 %
	Paros por falta de energía eléctrica	3:40	0	3,25 %
PAROS DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA	Limpieza diaria	8:20	176	7,40 %
	Lubricación diaria	6:00	56	5,33 %
	Preparación de equipo	5:00	120	4,44 %
	Paro por falta de equipo de lubricación	0:00	0	0,00 %
PAROS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN	Falta de planificación diaria	2:06	1	1,86 %
	Paros por dudas de operario	0:00	0	0,00 %
PAROS DE CALIDAD	Paro por mala especificación de medida de resorte.	15:29	22	13,74 %
	Paro por mala medida en nudo de resorte	03:18	12	2,93 %
	Paro por mal tratamiento térmico	01:15	0	1,12 %

Continuación de tabla XXXIV.

PAROS DE CALIDAD	Paro por calidad de materia prima	15:54	31	14,11 %
PAROS DE MATERIA PRIMA	Falta de bovina de alambre	4:15	5	3,77 %
	Paro por instalación de bovina de alambre	3:22	4	2,99 %
TOTAL		112:39	603	100,00 %
NOTA: Datos resaltados representan los paros programados del proceso, por lo que se excluyen del total de horas en paros no programados de proceso.				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

De igual manera, los datos resaltados son excluidos para el análisis de la ratio de disponibilidad debido a que son paros programados de proceso productivo.

Los paros programados se identifican para conocer el impacto de los mismos en el tiempo de paros de proceso productivo.

**Tabla XXXV. Paros no programados de proceso productivo identificados en área de estructura: Transfer FT-81 y MDC-80**

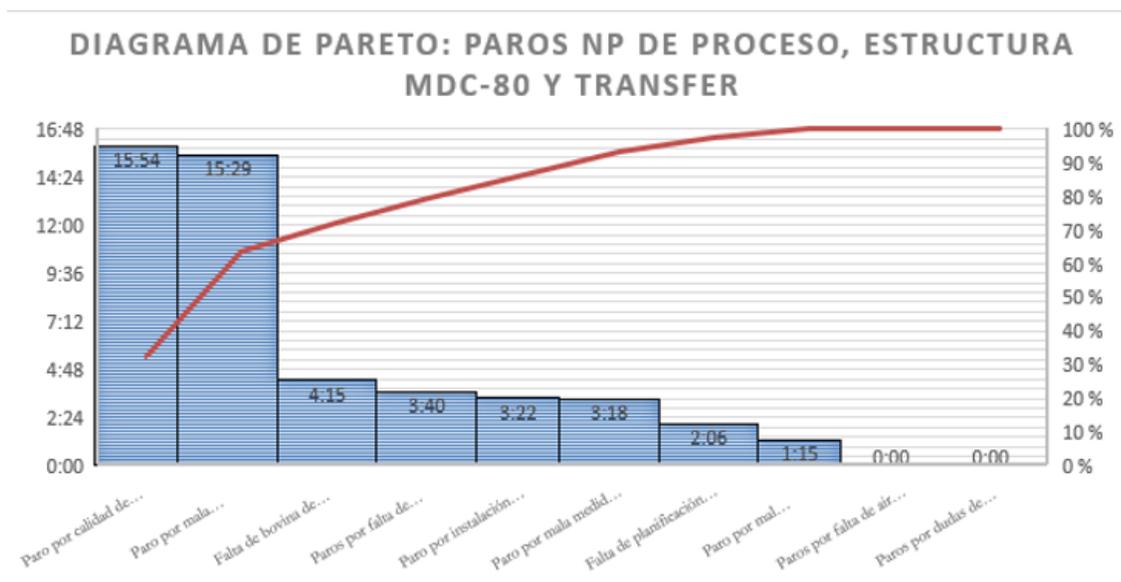
Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro	% TP acumulado
Paro por calidad de materia prima	15:54	31	32,24 %	32,24 %
Paro por mala especificación de medida de resorte	15:29	22	31,39 %	63,63 %
Falta de bovina de alambre	4:15	5	8,62 %	72,24 %
Paros por falta de energía eléctrica	3:40	0	7,43 %	79,68 %
Paro por instalación de bovina de alambre	3:22	4	6,83 %	86,50 %
Paro por mala medida en nudo de resorte	3:18	12	6,69 %	93,19 %

Continuación de la tabla XXXV.

Falta de planificación diaria	2:06	1	4,26 %	97,45 %
Paro por mal tratamiento térmico	1:15	0	2,55 %	100,00 %
Paros por falta de aire comprimido	0:00	0	0,00 %	100,00 %
Paros por dudas de operario	0:00	0	0,00 %	100,00 %
TOTAL	49:19	75	100,00 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 47. **Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso productivo en equipos Transfer FT-81 y MDC-80**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PNP de los equipos MDC-80 y Transfer para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla XLIV, obedeciendo la regla del 80-20 que nos indica la herramienta.

### 2.10.3.2. Ensambladora AS-4

Se presentan los paros de proceso productivo en equipo AS-4.

Tabla XXXVI. **Tiempos de paros de proceso productivo en Ensambladora AS-4**

Frecuencia de paros de proceso: Ensambladoras AS-4, mes de junio de 2019				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
PAROS PROGRAMADOS	Refacción	33:00	154	29,29 %
	Capacitaciones de producción	0:00	0	0,00 %
	Mantenimiento preventivo	0:00	0	0,00 %
	Actividades de Recursos humanos	0:00	0	0,00 %
PAROS POR SERVICIOS A EQUIPOS	Paros por falta de aire comprimido	0:00	0	0,00 %
	Paros por falta de energía eléctrica	2:30	7	2,22 %
PAROS DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA	Limpieza diaria	2:15	154	2,00 %
	Lubricación diaria	4:30	35	3,99 %
	Preparación de equipo	15:24	154	13,67 %
	Paro por falta de eq. de lubricación	0:00	0	0,00 %
PAROS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN	Falta de planificación diaria	0:55	5	0,81 %
	Paros por dudas de operario	0:00	0	0,00 %
PAROS DE CALIDAD	Corrección de salto de espiral	8:03	36	7,15 %
	Corrección de medidas en estructura	15:36	28	13,85 %
	Terminación de espiral (corrección)	14:36	31	12,96 %
	Paro por calidad de materia prima	12:05	19	10,73 %
PAROS DE MATERIA PRIMA	Falta de bovina de alambre	0:00	0	0,00 %
	Paro por instalación de alambre	3:48	4	3,37 %
TOTAL		112:43	627	100,00 %
NOTA: Datos resaltados representan los paros programados del proceso, por lo que se excluyen del total de horas en paros no programados de proceso.				

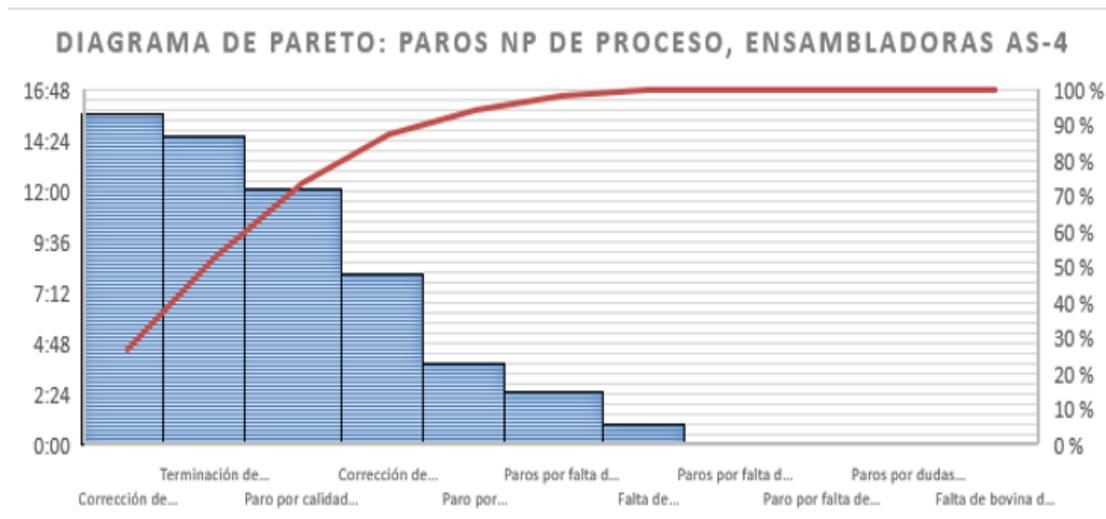
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XXXVII. **Paros no programados de proceso identificados en ensambladora AS-4**

Falla localizada	Tiempo de paro	% Tiempo de paro	% TP acumulado
Corrección de medidas en estructura	15:36	27,11 %	27,11 %
Terminación de espiral (corrección)	14:36	25,36 %	52,48 %
Paro por calidad de materia prima	12:05	20,99 %	73,47 %
Corrección de salto de espiral	8:03	13,99 %	87,46 %
Paro por instalación de bovina de alambre	3:48	6,60 %	94,06 %
Paros por falta de energía eléctrica	2:30	4,34 %	98,41 %
Falta de planificación diaria	0:55	1,59 %	100,00 %
Paros por falta de aire comprimido	0:00	0,00 %	100,00 %
Paro por falta de equipo de lubricación	0:00	0,00 %	100,00 %
TOTAL	57:34	100,00 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 48. **Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en ensambladora AS-4**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PNP del equipo AS-4 para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla XLIV.

#### 2.10.4. Resultados de paros mecánicos en área de estructura

Se presentan los paros mecánicos de los equipos en área de estructura.

##### 2.10.4.1. Resorteras MDC-80 y Transfer FT-81

Se presentan los paros mecánicos de los equipos para resortes.

Tabla XXXVIII. **Tiempo de paros mecánicos en resorteras y Transfer FT-81**

Frecuencia de fallas mecánicas: Resorteras MDC-80 y Transfer FT-81				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
ENROLLADOR	Problemas en rodillos superior e inferior	00:00	0	0,00 %
	Pieza quebrada	1:57	1	0,85 %
	Problemas con cojinetes	0:00	0	0,00 %
	Problemas con casquillos de guía	0:26	1	0,19 %
	Problemas con cuchillas	3:55	2	1,71 %
ÁREA DEL TRANSPORTADOR	Problemas en brazos transportadores	6:26	4	2,80 %
	Problemas en eje de estrella	06:54	2	3,00 %
	Cojinete en mal estado o quebrado	4:36	1	2,00 %
	Problemas en sensor de estrella	5:04	3	2,20 %
CARRETES ANUDADORES	Mal nudo de resorte	51:38	42	22,44 %
	Pieza quebrada en carrete anudador	39:43	14	17,26 %
	Resortera tira resorte	07:56	9	3,45 %
TRATAMIENTO TÉRMICO	Problemas en sensores	24:03	15	10,46 %
	Problemas con el electrodo	49:51	7	21,66 %
	Pieza quebrada de área	12:01	6	5,23 %

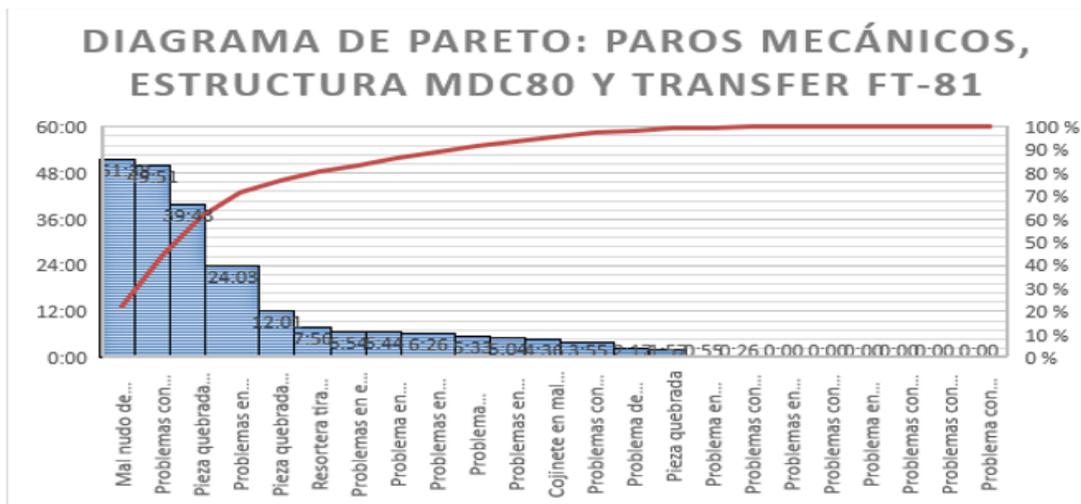
Continuación de la tabla XXXVIII.

GRUPO ELÉCTRICO	Problema en servo motor de anudador	0:00	0	0,00 %
	Problema en servo motor principal	06:44	4	2,93 %
	Problema electrónico	5:33	2	2,42 %
	Problema en pantalla de resortera	00:55	1	0,40 %
MECANISMOS	Problemas con cadenas	0:00	0	0,00 %
	Problema de fajas	02:17	5	0,99 %
	Pieza quebrada	00:00	0	0,00 %
	Problemas con levas	0:00	0	0,00 %
	Problema con engranajes	00:00	0	0,00 %
TOTAL		230:08	119	100,00 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Para analizar de mejor manera se realiza el diagrama de Pareto para la identificación de los paros con mayor porcentaje de tiempo acumulado.

Figura 49. **Diagrama de Pareto de paros mecánicos en equipos MDC-80 y Transfer FT-81**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PM de los equipos MDC-80 y Transfer para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla LIII.

#### 2.10.4.2. Ensambladora AS-4

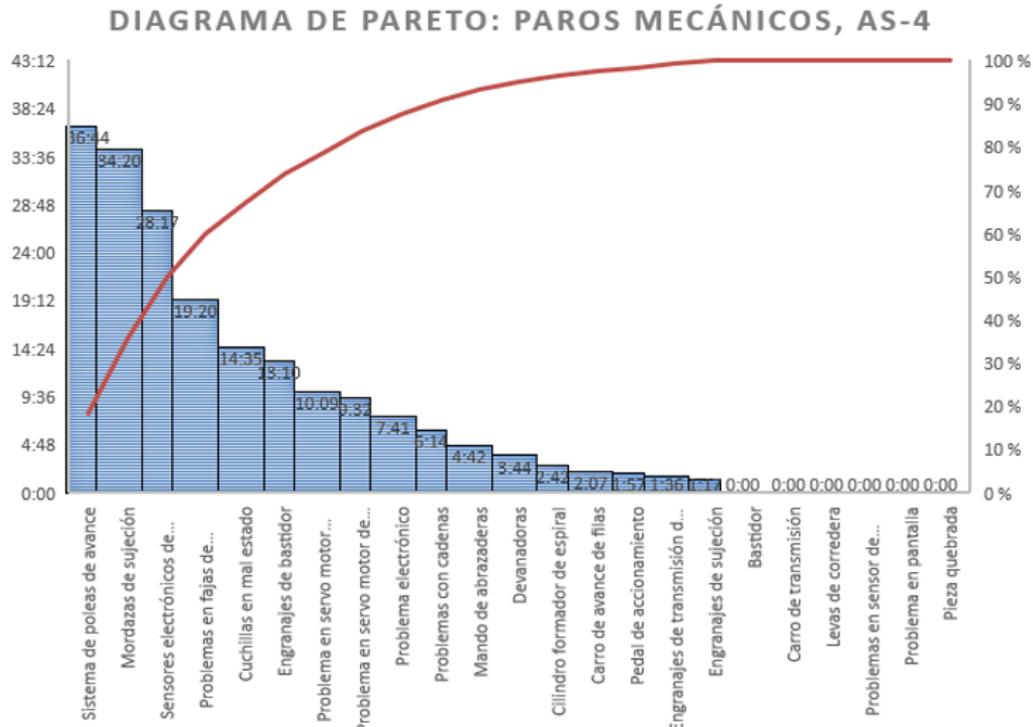
Se presentan los paros mecánicos en área de ensamble.

Tabla XXXIX. **Tiempo de paros mecánicos en ensambladora AS-4**

Frecuencia de fallas mecánicas: Ensambladora AS-4				
Sub-sistema	Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	% Tiempo de paro
Sistema de transmisión de carro	Pedal de accionamiento	1:57	1	0,85 %
	Carro de avance de filas	2:07	4	0,92 %
	Carro de transmisión	0:00	1	0,00 %
	Levas de corredera	0:00	2	0,00 %
Sensores y abrazaderas	Sensores electrónicos de sujeción	28:17	23	12,29 %
	Mordazas de sujeción	34:20	42	14,93 %
	Mando de abrazaderas	4:42	5	2,05 %
	Problemas en sensor de estrella	0:00	0	0,00 %
Espiraladoras	Cuchillas en mal estado	14:35	12	6,34 %
	Sistema de poleas de avance	36:44	35	15,97 %
	Cilindro formador de espiral	2:42	1	1,17 %
Sistema de engranajes	Engranajes de bastidor	13:10	13	5,72 %
	Engranajes de transmisión de carro	1:36	1	0,70 %
	Engranajes de sujeción	1:17	1	0,56 %
Instalación eléctrica	Problema en servo motor de espiraladora	9:32	5	4,14 %
	Problema en servo motor principal	10:09	5	4,41 %
	Problema electrónico	7:41	3	3,34 %
Mecanismos	Problemas con cadenas	6:14	10	2,71 %
	Problemas en fajas de transmisión	19:20	12	8,41 %
	Devanadoras	3:44	2	1,63 %
TOTAL		198:14	178	86,14 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 50. Diagrama de Pareto de paros mecánicos en Ensambladora AS-4



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PM del equipo AS-4 para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla LIII, obedeciendo la regla del 80-20 que nos indica la herramienta.

### 2.10.5. Resultados de paros de proceso productivo en área de ensamble

Se presentan los paros de proceso en equipos de área de ensamble.

Tabla XL. **Tiempo de paros de proceso productivo en cerradoras TE-32**

<b>Frecuencia de paros de proceso: Máquinas cerradoras TE-32, mes de febrero de 2019</b>				
<b>Sub-sistema</b>	<b>Falla localizada</b>	<b>Tiempo de paro</b>	<b>Frecuencia de paro</b>	<b>%Tiempo de paro</b>
PAROS PROGRAMADOS	Refacción	29:20	176	13,49 %
	Capacitaciones de producción	8:00	8	3,68 %
	Mantenimiento preventivo	1:10	1	0,54 %
	Actividades de Recursos humanos	0:00	0	0,00 %
PAROS POR SERVICIOS A EQUIPOS	Paro por falta de semielaborados	7:18	35	3,36 %
	Paros por falta de energía eléctrica	4:00	8	1,84 %
PAROS DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA	Limpieza diaria	44:00	176	20,23 %
	Lubricación diaria	32:00	176	14,71 %
	Preparación de equipo	49:52	176	22,93 %
	Paro por falta de equipo de lubricación	1:25	7	0,65 %
PAROS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN	Falta de planificación diaria	1:00	1	0,46 %
	Paros por dudas de operario	0:00	0	0,00 %
PAROS DE CALIDAD	Salto de puntada de bies	15:24	22	7,08 %
	Mal cerrado en vuelta	6:03	17	2,78 %
	Mala terminación de nudo	0:15	1	0,11 %
	Puntada débil	14:43	32	6,77 %
PAROS DE MATERIA PRIMA	Falta de bies	3:00	6	1,38 %
	Falta de bovina de hilo	0:00	0	0,00 %
<b>TOTAL</b>		<b>217:30</b>	<b>842</b>	<b>100,00 %</b>
<p>NOTA: Datos resaltados representan los paros programados del proceso, por lo que se excluyen del total de horas en paros no programados de proceso.</p>				

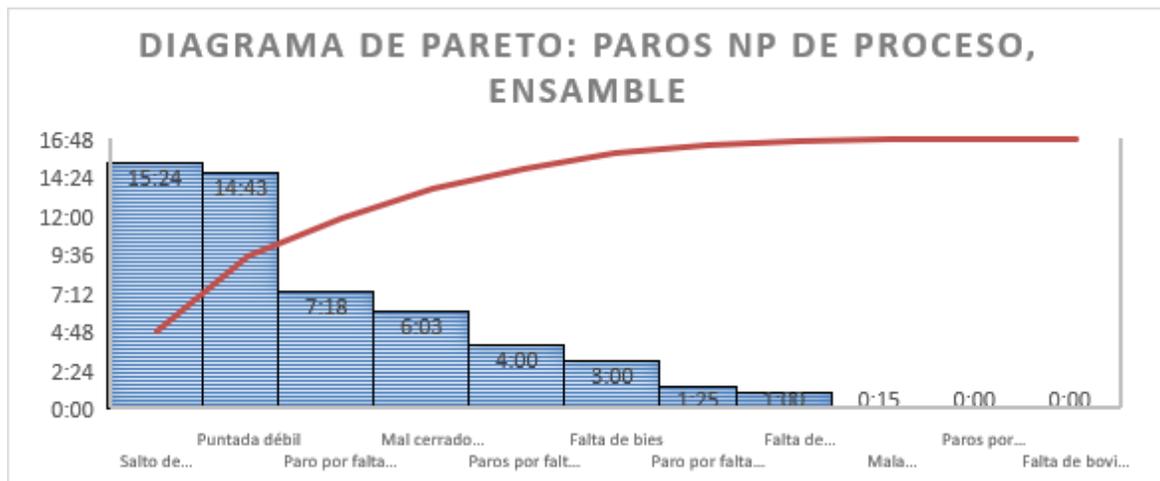
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XLI. Paros no programados identificados en cerradoras TE-32

Falla localizada	Tiempo de paro	Frecuencia de paro	%Tiempo de paro	%Tiempo de paro acum.
Salto de puntada de bies	15:24	22	28,98 %	28,98 %
Puntada débil	14:43	32	27,70 %	56,68 %
Paro por falta de semielaborados	7:18	35	13,74 %	70,42 %
Mal cerrado en vuelta	6:03	17	11,39 %	81,81 %
Paros por falta de energía eléctrica	4:00	8	7,53 %	89,34 %
Falta de bies	3:00	6	5,65 %	94,98 %
Paro por falta de equipo de lubricación	1:25	7	2,67 %	97,65 %
Falta de planificación diaria	1:00	1	1,88 %	99,53 %
Mala terminación de nudo	0:15	1	0,47 %	100,00 %
Paros por dudas de operario	0:00	0	0,00 %	100,00 %
Falta de bovina de hilo	0:00	0	0,00 %	100,00 %
TOTAL	53:08	129	100,00 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 51. Diagrama de Pareto de paros no programados de proceso en cerradoras TE-32



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PNP del equipo cerradora para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla XLIV.

### 2.10.6. Resultados de paros mecánicos en área de ensamble

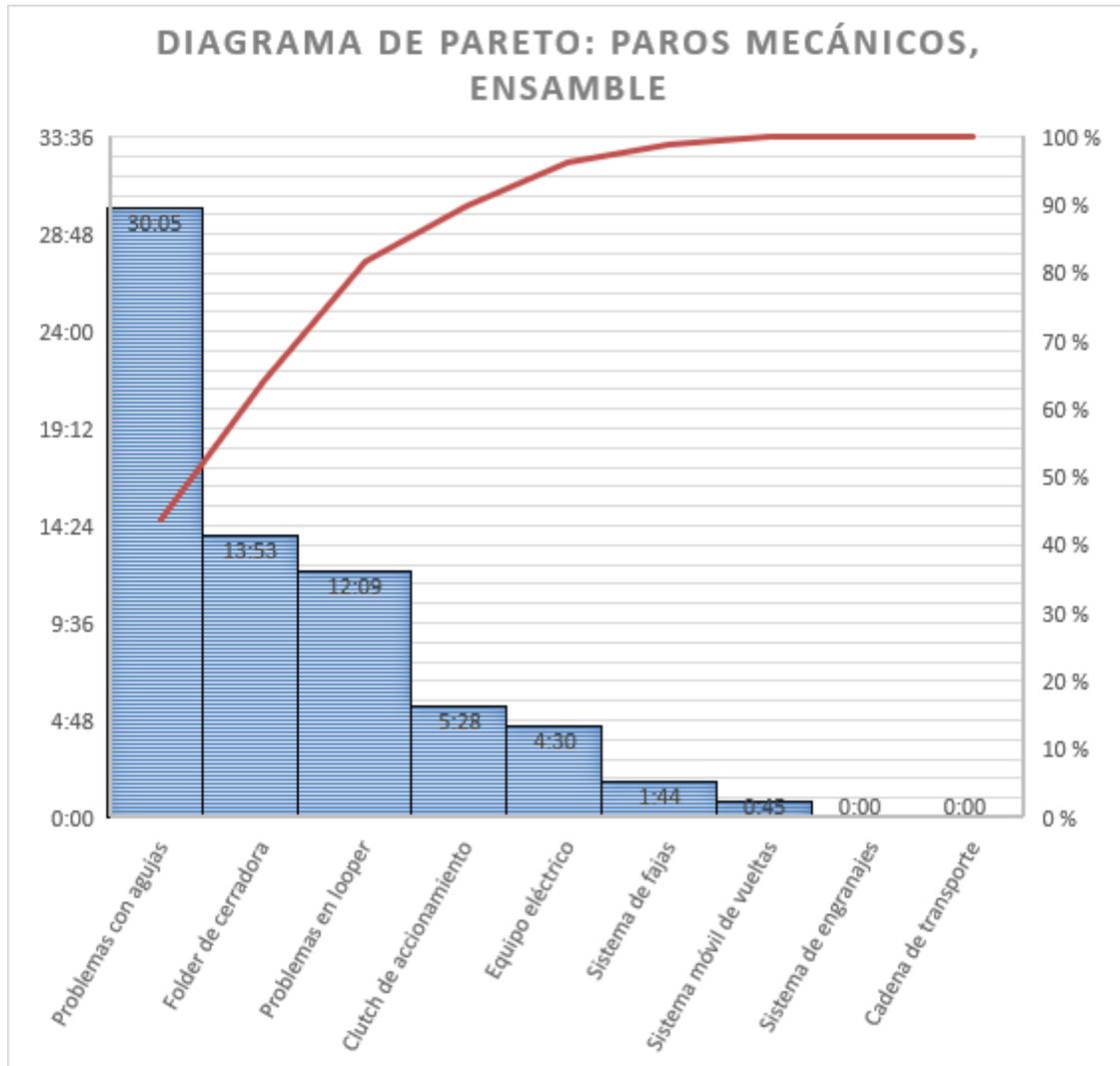
Se presentan los paros mecánicos de equipos en área de ensamble.

Tabla XLII. **Tiempo de paros mecánicos en cerradoras TE-32**

<b>Frecuencia de fallas mecánicas: Cerradoras TE-32</b>				
<b>Sub-sistema</b>	<b>Falla localizada</b>	<b>Tiempo de paro</b>	<b>Frecuencia de paro</b>	<b>%Tiempo de paro</b>
ENROLLADOR	Folder de cerradora	13:53	5	20,24 %
	Problemas en looper	12:09	21	17,71 %
	Problemas con agujas	30:05	35	43,85 %
	Sistema de fajas	1:44	1	2,53 %
	Sistema de engranajes	0:00	0	0,00 %
MESA DE CERRADORA	Equipo eléctrico	4:30	2	6,58 %
	Clutch de accionamiento	05:28	5	7,99 %
	Sistema móvil de vueltas	0:45	1	1,10 %
TOTAL		68:37	70	100,00 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 52. Diagrama de Pareto paros mecánicos en cerradoras TE-32



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los principales problemas a analizar en los PM del equipo cerradora TE-32 para su análisis y acciones correctivas según el diagrama de Pareto presentado anteriormente, se muestran en la tabla LIII, obedeciendo la regla del 80-20 que nos indica la herramienta.

## **2.11. Discusión de resultados: ratio de disponibilidad**

Al obtener los datos de los paros no programados de procesos y los paros mecánicos de los equipos, es necesario realizar el análisis de los resultados finales, utilizando diagramas de Pareto antes mostrados para obtener los paros que consumen más tiempo dentro del indicador OEE.

El principio de Pareto nos indica que, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20 % de las causas resuelven el 80 % del problema, y el restante 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema. Partiendo de este principio y analizando las causas que generan el 80 % del tiempo de paros, se determina los principales paros no programados y paros mecánicos que se generan en cada equipo, por lo que el esfuerzo de la disminución de paros no programados y disminución de mantenimientos correctivos se realizará en estos paros principales.

Para la correcta disminución de paros en los paros por proceso productivo, es necesario descartar aquellos paros evaluados que pertenecen a las ramas de paros programados y paros por falta de control de calidad, y así con ello obtener solo los paros no programados en el proceso productivo.

Los paros programados se descartan para el análisis restante, pero se traslada la información a gerencia de operaciones para indicar el impacto que estos paros generan en el tiempo disponible de producción.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los principales paros no programados de proceso y paros mecánicos de los equipos.

Tabla XLIII. Resumen de paros de proceso productivo en equipos críticos

Equipo	Paros no programados de proceso	Tiempo consumido (hh)	Frecuencia	%Tiempo total PNP	%Tiempo total Acumulado
Paragon M+	Paro por ajustes de materia prima	20:04	9	11,04 %	11,04 %
	Paro por rollo de esponja en mal estado	19:15	62	10,59 %	21,63 %
	Paro por mala especificación de esponja	17:43	35	9,74 %	31,37 %
	Paros por acción correctiva de calidad	16:59	19	9,34 %	40,71 %
	Paro por tela en mal estado o mala medida	15:50	25	8,71 %	49,42 %
	Falta de planificación diaria	14:40	9	8,07 %	57,49 %
	Paros por dudas de operario	14:16	4	7,85 %	65,34 %
	Falta de tela por MP	14:14	12	7,83 %	73,17 %
	Paro por cuchillas descentradas	13:53	48	7,64 %	80,81 %
Resortera MDC-80 y Transfer FT-81	Paro por calidad de materia prima	15:54	31	32,24 %	32,24 %
	Paro por mala especificación de medida de resorte	15:29	22	31,39 %	63,63 %
	Falta de bovina de alambre	4:15	5	8,62 %	72,24 %
	Paros por falta de energía eléctrica	3:40	0	7,43 %	79,68 %

Continuación de tabla XLIII.

Ensambladora AS-4	Corrección de medidas en estructura	15:36	32	27,11 %	27,11 %
	Terminación de espiral (corrección)	14:36	34	25,36 %	52,48 %
	Paro por calidad de materia prima	12:05	12	20,99 %	73,47 %
	Corrección de salto de espiral	08:03	21	13,99 %	87,46 %
Cerradora TE-32	Salto de puntada de bias	15:24	22	28,98 %	28,98 %
	Puntada débil	14:43	32	27,70 %	56,68 %
	Paro por falta de semielaborados	7:18	35	13,74 %	70,42 %
	Mal cerrado en vuelta	6:03	17	11,39%	81,81 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al presentar los resultados de los paros no programados de proceso productivo a la empresa, se determinó con gerencia de operaciones que los paros resaltados (amarillo) son adjudicados a los departamentos de operaciones y al departamento de calidad para la futura disminución de tiempos en estos datos.

Los valores adjudicados a calidad se tomaron en cuenta para su disminución debido a la normalización de calidad mostrado en la fase de investigación (Punto 3). Al eliminar los paros de proceso adjudicados a departamento de operaciones y departamento de calidad, los paros no programados de proceso a disminuir son los siguientes:

Tabla XLIV. **Paros no programados de proceso definidos**

Equipo	Paros no programados de proceso	Tiempo consumido (hh)	Frecuencia	%Tiempo total PNP	Sumatoria % de total PNP
Paragon M+	Paros por dudas de operario	14:16	4	7,85 %	15,90 %
	Paro por cuchillas descentradas	13:53	48	7,64 %	
Resortera MDC-80 y Transfer FT-81	Paro por mala especificación de medida de resorte	15:29	22	31,39 %	38,82 %
	Paros por falta de energía eléctrica	3:40	0	7,43 %	
Ensambladora AS-4	Terminación de espiral (corrección)	14:36	34	25,36 %	39,36 %
	Corrección de salto de espiral	08:03	21	13,99 %	
Cerradora TE-32	Salto de puntada de bias	15:24	22	28,98 %	68,07 %
	Puntada débil	14:43	32	27,70 %	
	Mal cerrado en vuelta	6:03	17	11,39 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.11.1. Disminución de paros no programados de proceso productivo

Para la disminución de paros no programados de proceso para cada equipo evaluado, se realiza como primer punto un análisis causa-raíz del problema identificado y luego las acciones correctivas realizadas para la disminución o eliminación del PNP.

### 2.11.1.1. Disminución de PNP en Paragon M+

Se evalúan las causas-raíz de PNP en el equipo Paragon M+.

Tabla XLV. **Análisis Causa-Raíz en paros no programados de Paragon M+**

PNP	Causa-Raíz
Paros por duda de operario	Falta de conocimiento del operario debido a la ausencia de capacitaciones iniciales y cotidianas por el departamento de mantenimiento. La frecuencia de 4 paros en un mes lo hacen un PNP riesgoso.
Paro por cuchillas descentradas	Las cuchillas en el panel de corte de la máquina Paragon M+ con una frecuencia alta de 48 en el mes de junio, tienden a descentrarse debido a la falta de Check-list diario por parte del operario y el apriete de los tornillos de sujeción de las cuchillas al inicio de la operación.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XLVI. **Acciones correctivas en PNP de proceso en Paragon M+**

PNP	Acción correctiva	Encargado
Paros por duda de operario	Capacitaciones técnicas por parte de gerencia de operaciones hacia dudas más recurrentes por parte de operarios. Añadir capacitaciones en área de multienguatadoras al plan anual de capacitaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de operaciones</li> <li>Supervisor de área de costura.</li> </ul>
Paro por cuchillas descentradas	Aplicación de Check-list diario de supervisión para la ejecución del panel de corte en multienguatadora. En el Check-list incluir la inspección o apriete de las cuchillas del panel de corte. Mantener los repuestos adecuados para cambios de cuchillas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerente de mantenimiento</li> <li>Supervisor de área costura</li> <li>Operarios.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

**2.11.1.2. Disminución de PNP de proceso en Resortera MDC-80 y Transfer FT-81**

Se realiza el análisis causa-raíz de PNP de proceso para dar soluciones.

Tabla XLVII. **Análisis Causa raíz de PNP de proceso en MDC-80 y FT-81**

Se evalúan las causas-raíz de PNP en equipos para producción de resortes.

<b>PNP</b>	<b>Causa-Raíz</b>
Paro por mala especificación de medida de resorte	Falta de calibración diaria en carretes anudadores por parte de técnicos de mantenimiento. Inadecuada medida en materia prima del acero utilizado para los resortes que generan variaciones en anudadores.
Paros por falta de energía eléctrica	PNP externo a las operaciones de la empresa.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XLVIII. **Acciones correctivas de PNP de proceso en MDC-80 y FT-81**

<b>PNP</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Encargado</b>
Paro por mala especificación de medida de resorte	Traslado de información al departamento de mantenimiento para puesta en marcha de calibración diaria de carretes anudadores por parte de técnicos de mantenimiento. Inspección de acero calibre 13,5 por parte del departamento de calidad, establecido en la estandarización de procesos en la fase de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia de mantenimiento</li> <li>• Técnicos de mantenimiento</li> <li>• Departamento de calidad</li> </ul>

Continuación de la tabla XLVIII.

Paros por falta de energía eléctrica	Plan de contingencia ante cortes de energía eléctrica por parte de la empresa. información otorgada a gerencia de operaciones para su futuro análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia de operaciones</li> </ul>
--------------------------------------	--	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.11.1.3. Disminución de PNP de proceso en ensambladora AS-4

Se evalúan las causas-raíz de PNP en el equipo para ensamble.

Tabla XLIX. **Análisis Causa raíz de PNP de proceso en AS-4**

<b>PNP</b>	<b>Causa-Raíz</b>
Terminación de espiral (corrección)	<p>Mala terminación de espiral derivado de mal calibración en mordaza de fijación, cuchilla de terminación y variaciones en calibre 17 para espiral. No se calibra la mordaza de fijación cuando se presentan casos de mala terminación de espiral.</p>
Corrección de salto de espiral	<p>Corrección del salto de espiral en resortes sin búsqueda de causa. Posibles diferentes causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resorte con altura inadecuada</li> <li>• Mordaza de fijación sin calibración</li> <li>• Espiral mal fabricado</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla L. **Acciones correctivas de PNP de proceso en AS-4**

PNP	Acción correctiva	Encargado
Terminación de espiral (corrección)	Calibración de mordazas de fijación y sistema de terminación en espiral cuando se presente algún caso de mala terminación. Inspección de acero calibre 17 por parte del departamento de calidad, establecido en la estandarización de procesos en la fase de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia de mantenimiento</li> <li>• Técnicos de mantenimiento</li> <li>• Departamento de calidad</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### 2.11.1.4. **Disminución de PNP de proceso en cerradoras TE-32**

Se evalúan las causas-raíz de PNP en equipo de cerrado.

Tabla LI. **Análisis Causa raíz de PNP de proceso en AS-4**

PNP	Causa-Raíz
Salto de puntada de bias	Mala calibración entre la alineación de looper (ancora) y aguja de máquina cerradora derivado de desgastes por tiempo de uso y mala instalación al cambiar aguja.
Puntada débil	Altura de aguja hacia looper incorrecta.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LII. **Acciones correctivas de PNP de proceso en AS-4**

<b>PNP</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Encargado</b>
Salto de puntada de bies	Aplicación de alineación de looper con aguja de máquina cerradora en mantenimientos semanales de máquina cerradora por parte de técnicos de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicos de mantenimiento</li> </ul>
Puntada débil	Aplicación de alineación de aguja hacia looper y correcta altura en mantenimientos semanales por parte de técnicos de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicos de mantenimiento</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.11.2. Análisis de paros mecánicos

El resumen de los principales paros mecánicos en cada uno de los equipos críticos se muestra a continuación, mostrando aquellos paros que cumplen con el 80 % del tiempo de paro.

Tabla LIII. **Resumen de los principales paros mecánicos en equipos**

<b>Equipo</b>	<b>Paros mecánicos</b>	<b>Tiempo consumido (h)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%Tiempo total PM</b>	<b>%Tiempo total Acumulado</b>
Paragon M+	Cambio de cuchilla	56:57:00	19	15,72 %	15,72 %
	Revisión por salto de puntada	55:17:00	22	15,26 %	30,98 %
	Problema en sensor	37:16:00	8	12,29 %	43,27 %
	Cambio de aguja	34:01:00	18	10,39 %	53,66 %
	Quebradura de eje principal	32:36:00	4	9,45 %	63,11 %

Continuación de la tabla LIII.

	Problemas en looper ( ancora )	30:36:00	4	9,00 %	72,11 %
	Cojinete en mal estado o quebrado	20:33	3	7,67 %	79,78 %
Resortera MDC-80 y Transfer FT- 81	Mal nudo de resorte	51:38	42	22,44 %	22,44 %
	Problemas con el electrodo	49:51	7	21,66 %	44,10 %
	Pieza quebrada en carrete anudador	39:43	14	17,26 %	61,36 %
	Problemas en sensores	24:03	15	10,46 %	71,82 %
Ensambladora AS-4	Sistema de poleas de avance	36:44	35	18,53 %	18,53 %
	Mordazas de sujeción	34:20	42	17,33 %	35,86 %
	Sensores electrónicos de sujeción	28:17	23	14,27 %	50,13 %
	Problemas en fajas de transmisión	19:20	12	9,76 %	59,89 %
	Cuchillas en mal estado	14:35	12	7,36 %	67,25 %
	Engranajes de bastidor	13:10	13	6,65 %	73,89 %
Cerradora TE- 32	Folder de cerradora	13:53	5	20,24 %	20,24 %
	Problemas en looper	12:09	21	17,71 %	37,95 %
	Problemas con agujas	30:05	35	43,85 %	81,80 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Luego de conocer los paros mecánicos que representan más tiempo muerto, se realizó una reunión con gerencia de operaciones, gerencia de mantenimiento y técnicos de mantenimiento para definir los paros más importantes a atacar derivado de la cantidad de paros por cada equipo.

Se concluyó con gerencia de operaciones y gerencia de mantenimiento atacar la causa-raíz de los paros siguientes:

Tabla LIV. **Paros mecánicos a disminuir**

Equipo	Paros mecánicos	Tiempo consumido (h)	Frecuencia	%Tiempo total PM	Tipo de falla (por su velocidad de aparición)
Paragon M+	Problemas con cuchillas	56:57:00	19	15,72 %	Falla progresiva
	Revisión por salto de puntada	55:17:00	22	15,26 %	Falla progresiva
	Cojinete en mal estado o quebrado	20:33	3	7,67 %	Falla súbita
Resortera MDC-80 y Transfer FT-81	Mal nudo en carrete anudador	49:51	27	21,66 %	Falla intermitente
	Pieza quebrada en carrete anudador	39:43	14	17,26 %	Falla súbita
Ensambladora AS-4	Sistema de poleas de avance	36:44	35	18,53 %	Falla súbita
	Problemas en fajas de transmisión	19:20	12	9,76 %	Falla intermitente
Cerradora TE-32	Problemas en looper	12:09	21	17,71 %	Falla progresiva
	Problemas con agujas	30:05	35	43,85 %	Falla progresiva

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.11.3. Disminución de paros mecánicos

Para la disminución de paros mecánicos de los equipos críticos evaluados se hace uso del análisis de causa raíz (ACR), siendo este un método para la resolución de problemas que evita la recurrencia de la falla a través de la identificación de su causa.

El ACR al ser una herramienta diseñada para identificar no solo el qué y cómo se produjo un evento, sino también por qué sucedió, funciona para evaluar un paro y eliminar la causa-raíz del mismo para el aseguramiento futuro de disponibilidad en ese tipo de paro.

Como herramientas para la determinación de causas, se utilizarán herramientas del ACR:

- **Árbol lógico:** permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto que conducen a descubrir el evento indeseable y cuál fue la raíz del problema. En esta herramienta se debe identificar claramente el evento indeseable y todos sus detalles asociados mediante hechos que lo respalden. Este tipo de herramienta se utilizará en las fallas súbitas que se encontraron en el análisis de disponibilidad.
- **Diagrama causa-efecto:** método gráfico para el análisis de causa-raíz. Usando esta técnica se puede ver todas las posibles causas de un resultado, y con ello descubrir la causa-raíz de fallas. Al utilizar esta herramienta se podrán identificar todas las causas posibles adjudicadas a los paros mecánicos a analizar, utilizando la herramienta 6M: Maquinaria, Materiales, Método, Medición, Mano de obra y Medio ambiente.
- **5 porqués para resolución de problemas:** La estrategia de 5 porqués implica observar cualquier problema y preguntar: “¿Por qué?” y “¿Qué causó este problema?”. Se utilizará para resolver problemas de fallas progresivas recurrentes, en las cuales la causa-raíz sea simple de encontrarse a criterio del analista.

Se utilizará cada herramienta según el tipo de paro mecánico localizado, y, en algunos casos, la combinación de dos o más herramientas.

### **2.11.3.1. Disminución de paros mecánicos en área de costura**

Se evalúan los problemas de mayor importancia en el área de costura.

#### **2.11.3.1.1. Problemas con cuchillas**

En el panel de corte de la multienguatadora Paragon M+ se presenta con alta frecuencia el constante cambio de cuchillas de manera imprevista, lo que genera atrasos en producción y yardas de enguate dañadas o rasgadas.

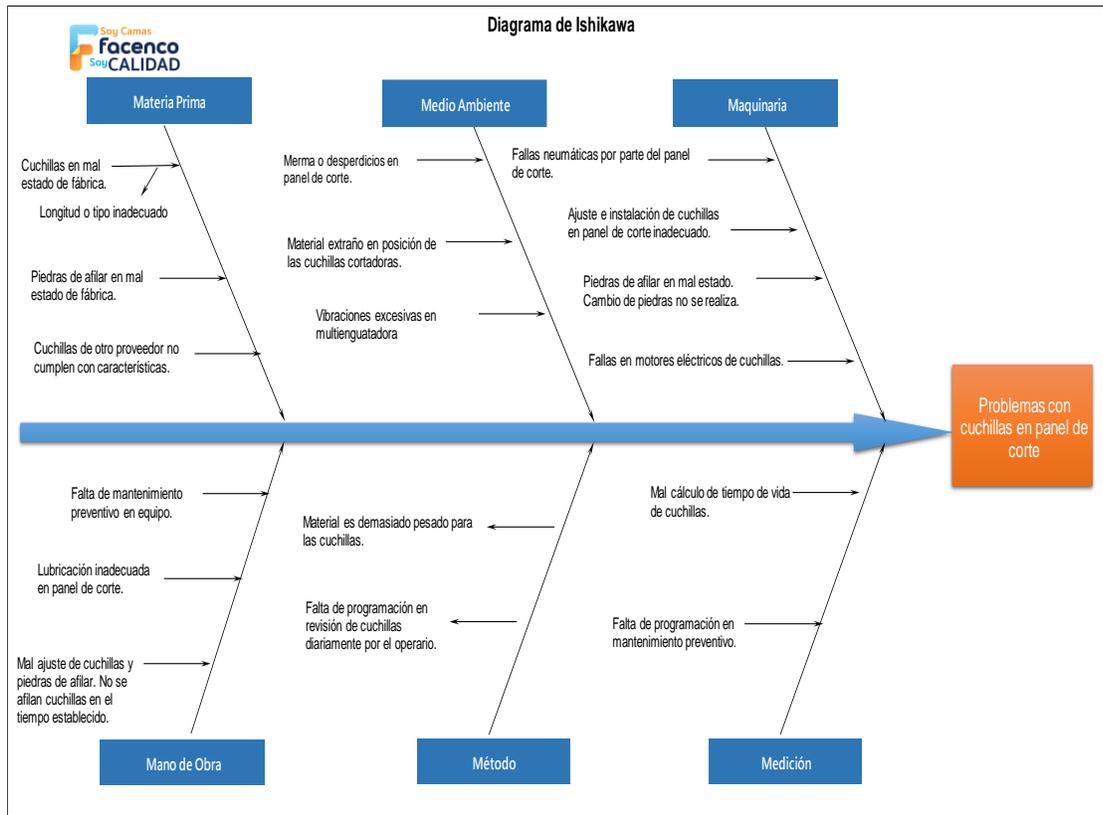
Figura 53. **Equipo de cuchillas en panel de corte**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A, área de costura.

La vida útil de las cuchillas aún no está determinada por el departamento de mantenimiento, por lo que los cambios de cuchillas se realizan de manera correctiva y no se presentan paros programados para el cambio de las mismas.

Figura 54. Diagrama de causa-efecto para problema de cuchillas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al obtener el diagrama de causa-efecto para el paro de problemas con cuchillas en panel de corte, se realizó una reunión con los técnicos de mantenimiento para la determinación de la causa-raíz por medio de factores evaluados.

Tabla LV. Factores evaluados a causas de problemas con cuchillas

M	CAUSAS	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Bajo Costo	Total
Materia Prima	Cuchillas en mal estado de fábrica	2	1	1	2	3	9
	Piedras de afilar en mal estado	2	1	1	2	1	7
	Cuchillas de diferentes proveedores	1	0	0	3	1	5
Medio Ambiente	Merma en panel de corte	2	1	1	3	1	8
	Material extraño en cuchillas cortadoras	2	2	1	2	2	9
	Vibraciones excesivas en Paragon M+	1	0	0	1	2	4
Maquinaria	Fallas neumáticas en panel de corte	1	0	0	1	2	4
	Ajuste e instalación de cuchillas	3	3	2	3	2	13
	Piedras de afilar en mal estado	2	2	1	2	1	8
Mano de Obra	Falta de mantenimiento preventivo	2	1	0	2	2	7
	Lubricación inadecuada	1	0	0	3	1	5
	Mal ajuste de cuchillas y piedras de afilar	3	3	3	2	2	13
Método	Material demasiado pesado para cuchillas	0	1	0	0	0	1
	Falta de programación en cuchillas	0	1	0	2	0	3
Medición	Mal cálculo de tiempo de vida de cuchillas	3	2	3	2	3	13

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al evaluar los factores se concluye que las causas-raíz para el problema constante de cambio de cuchillas en el panel de corte es debido a tres factores resaltados.

- Ajuste e instalación de cuchillas
- Mal ajuste de cuchillas y piedras de afilar (diario)
- Mal cálculo de tiempo de vida de cuchillas

Acción correctiva: Elaboración de Check-list diario para operarios del panel de corte del equipo Paragon M+, con la finalidad de inspección diaria de cuchillas y piedras de afilar, así como el correcto ajuste de las cuchillas en relación al equipo de corte.

Figura 55. **Check-list de operario para disminución de problemas con cuchillas**

Check-list de operario: Panel de corte		
Realizar Check-list diariamente al empezar la producción del área de costura. Tiempo estimado: 10 minutos.		
Operario: _____		
Código de equipo: _____		
Factor	Evaluado	Observaciones
Calibración de cuchillas		
Calibración de piedras de afilar		
Cuchillas afiladas al inicio de operación		
Limpieza de cuchillas rotatorias		
Lubricación de panel de corte		
Limpieza final de área de corte		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

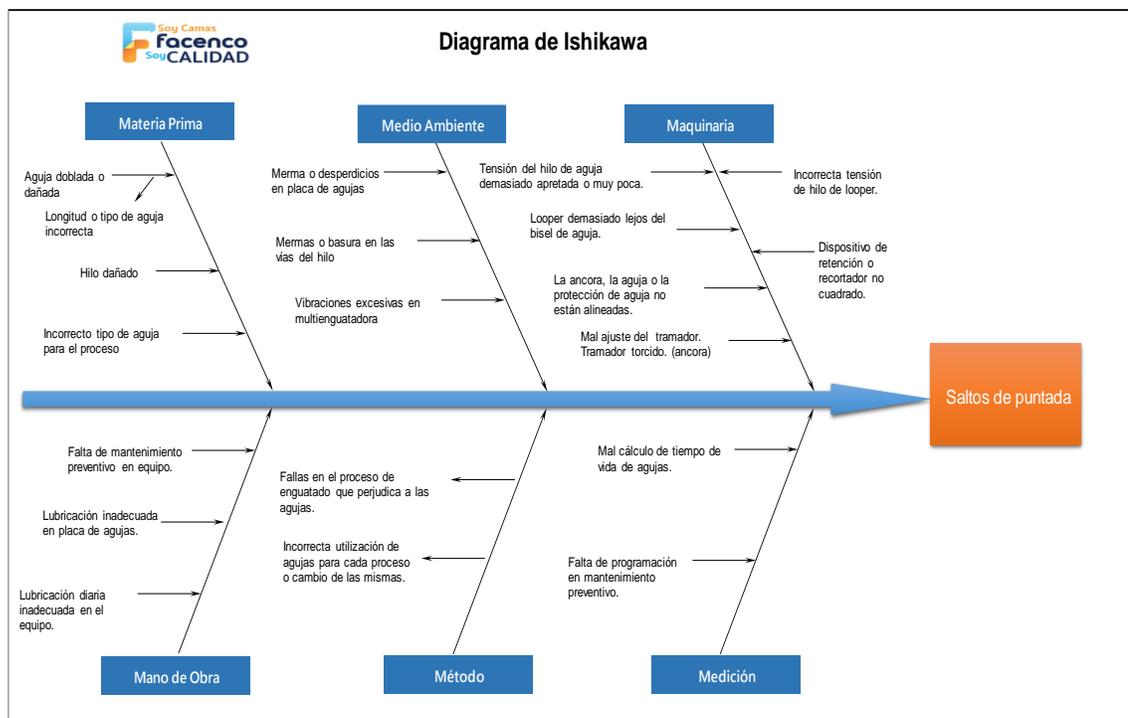
Se trasladó información al departamento de mantenimiento para cálculo de tiempo de vida útil para cambio de cuchillas en paros programados.

### 2.11.3.1.2. Revisión por salto de puntada

El salto de puntada se presenta en el material enguatado por diversos factores: aguja quebrada o dañada, mala calibración del ánora con aguja, materia prima en mal estado, entre otros.

El análisis del salto de puntada se realiza por medio del diagrama causa-efecto en busca de todas las posibles causas que afecten este paro mecánico.

Figura 56. Diagrama causa-efecto de problema saltos de puntada



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al obtener el diagrama de causa-efecto para el paro de saltos de puntada en multienguatadora, se realizó una reunión con los técnicos de mantenimiento para la determinación de la causa-raíz por medio de factores evaluados.

Tabla LVI. **Factores evaluados a causas, problema de salto de puntada**

M	CAUSAS	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Bajo Costo	Total
Materia Prima	Aguja doblada o dañada	2	1	1	2	3	9
	Hilo en mal estado	1	1	1	2	1	6
	Incorrecto tipo de aguja para el proceso	1	1	1	3	1	7
Medio Ambiente	Merma en placa de agujas	2	1	0	2	1	6
	Merma en vías de hilo	1	2	1	2	2	8
	Vibraciones excesivas en multienguatadora	1	1	1	1	2	6
Maquinaria	Tensión del hilo de aguja demasiada apretada o poca	3	3	3	2	2	13
	Looper demasiado lejos de bisel de aguja	3	3	3	2	2	13
	Ancora y aguja de protección no están alineadas	3	3	3	2	2	13
	Mal ajuste del tramador (ancora)	3	3	2	3	2	13
	Incorrecta tensión del hilo de looper	3	3	3	3	2	14
Mano de Obra	Falta de mantenimiento preventivo	2	1	1	2	2	8
	Lubricación inadecuada	1	2	1	3	1	8
	Lubricación diaria en placa de agujas	2	1	2	3	1	9
Método	Fallas en el proceso de enguatado	0	1	3	1	2	7
	Incorrecta utilización de agujas en proceso de enguatado	0	1	0	2	2	5
Medición	Mal cálculo de tiempo de vida de agujas	3	1	1	2	2	9

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Acción correctiva: Se determinaron los problemas de maquinaria adjudicados al salto de puntada en la placa de agujas y placa elevable de la máquina multienguatadora Paragon M+.

En reunión con el gerente de mantenimiento se acordó tomar estas causas adjudicadas en incluirlas en el programa de mantenimiento mensual del equipo Paragon M+ para la revisión y calibración en cada caso.

**Tabla LVII. Solución al problema de salto de puntada implementado en mantenimientos semanales y mensuales**

<b>Causa de salto de puntada</b>	<b>Solución</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Encargado</b>
Tensión del hilo de aguja demasiado apretada o poca	Revisión de tensión del hilo de aguja según manual de operación de multienguatadora Paragon M+.	Semanal	Operario
Looper demasiado lejos de bisel de aguja	Revisión y ajuste de la altura del looper a bisel de aguja.	Mensual	Técnico de mantenimiento
Ancora y aguja de protección no están alineadas	Alineación de ancora y agujas en las placas elevables del equipo. Utilizar agujas #24 de calidad y longitud adecuada.	Mensual	Técnico de mantenimiento
Mal ajuste del tramador (ancora)	Alineación y ajuste de ancoras en placa elevable	Mensual	Técnico de mantenimiento
Incorrecta tensión del hilo de looper	Revisión de tensión del hilo de aguja según manual de operación de multienguatadora Paragon M+.	Semanal	Operario

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### **2.11.3.1.3. Rodamiento en mal estado o quebrado**

En el mes de febrero de 2019, se presentaron tres casos de cambios de rodamientos en mal estado o quebrado en diferentes sub-sistemas de la multienguatadora Paragon M+. Al realizar la entrevista a los técnicos de mantenimiento se evaluó que se desconocían las causas de la quebradura de los rodamientos.

Los rodamientos cambiados fueron de tipo rígidos de bolas, por lo que las cargas que soportaban eran de tipo axial. Los rodamientos cambiados se encontraban en el eje principal y en el eje de placas elevables del equipo.

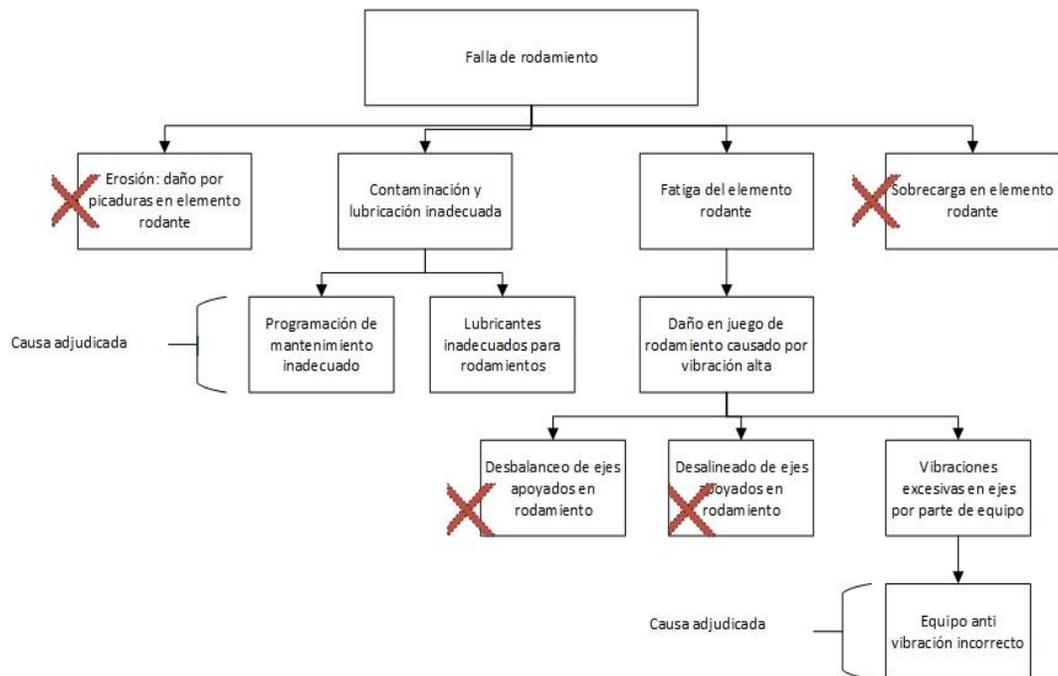
Figura 57. **Rodamiento de eje principal**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Planta de producción.

Para la determinación de causa-raíz se hace uso del árbol lógico por parte del análisis ARC de paros mecánicos.

Figura 58. **Árbol lógico para determinación de causa-raíz en fallas de rodamientos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

Al determinar las causas-raíz, se llegó a la conclusión que la falla en los rodamientos de los ejes en la máquina multienguatadora se debe a una falta de programación de mantenimiento en el equipo, falta de lubricación adecuada, lubricantes inadecuados por parte de técnicos de mantenimiento y ausencia de equipo antivibración en algunos equipos.

Acción correctiva 1: Para el caso de la falta de programación de mantenimiento y uso de lubricantes inadecuados, se determinó el uso del lubricante adecuado en el sistema automático de lubricación del equipo.

La máquina multienguatadora Paragon M+ tiene un sistema de lubricación automático para los rodamientos y diferentes puntos de lubricación, pero la revisión del mismo no se encuentra dentro de la programación de mantenimiento preventivo.

Figura 59. **Sistema de auto-lubricación en Paragon M+**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Planta de producción.

Tabla LVIII. **Actividades incorporadas al mantenimiento preventivo de Paragon M+**

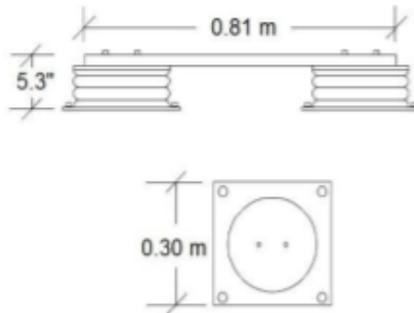
<b>Actividad</b>	<b>Periodo de ejecución</b>	<b>Lubricante utilizado</b>
Verificar el estado de todos los cojinetes en busca de daños o juego por parte del mismo.	Mantenimiento preventivo	Grasa Universal -30 hasta 130 °C de grado NLGI 1.
Revisar nivel de aceite de equipo de lubricación	Mantenimiento preventivo	
Revisión de mangueras conductoras de lubricante	Mantenimiento preventivo	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Acción correctiva 2: La segunda causa adjudicada al alto índices de problemas de rodamientos en mal estado se debe a que los paros localizados son en equipo que no tienen el sistema antivibración que contiene el equipo de fábrica por causas desconocidas.

Según recomendación del manual del fabricante, el sistema de amortiguamiento necesario para el equipo Paragon M+ es un aislamiento de vibraciones neumático que debe ubicarse en las cuatro esquinas de cada soporte de la máquina.

Figura 60. **Equipo antivibraciones a utilizar en Paragon M+**



Fuente: ORTÍZ VILLATORO, Josué Ortiz. *Propuesta para el montaje y puesta en marcha de una multienguatadora china para la fabricación de colchones en Diveco s.a.* p. 77.

Se debe colocar cuatro amortiguadores en cada soporte, soportando un peso de 650 toneladas cada uno, a una altura de 4,3". Según el manual de fabricante, la presión de aire a suministrar al equipo antivibración debe ser de 70 psi.

Figura 61. **Paragon M+ con sistema antivibraciones de tipo neumático**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Planta de producción.

Figura 62. **Paragon M+ sin sistema anti-vibraciones**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Planta de producción.

Se realizaron las recomendaciones de instalación de equipo antivibración al departamento de mantenimiento para la disminución de paros mecánicos por alta vibración en los siguientes equipos:

Tabla LIX. **Equipos del conjunto de Paragon M+ evaluados**

		<b>Equipo Anti-Vibración instalado</b>
<b>Máquinas Multienguatadoras Paragon M+</b>	<b>MUL01</b>	No
	<b>MUL02</b>	No
	<b>MUL03</b>	Si
	<b>MUL04</b>	Si
	<b>MUL05</b>	No
	<b>MUL06</b>	Si
	<b>MUL07</b>	Si

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### **2.11.3.2. Disminución de paros mecánicos en área de estructura en equipos MDC-80 Y FT-81**

Se evalúan los principales problemas en área de estructura.

#### **2.11.3.2.1. Problemas en carrete anudador**

El desajuste y paro del equipo debido a problemas en los carretes anudadores ha afectado de manera considerable el tiempo de paro en el área de ensamble.

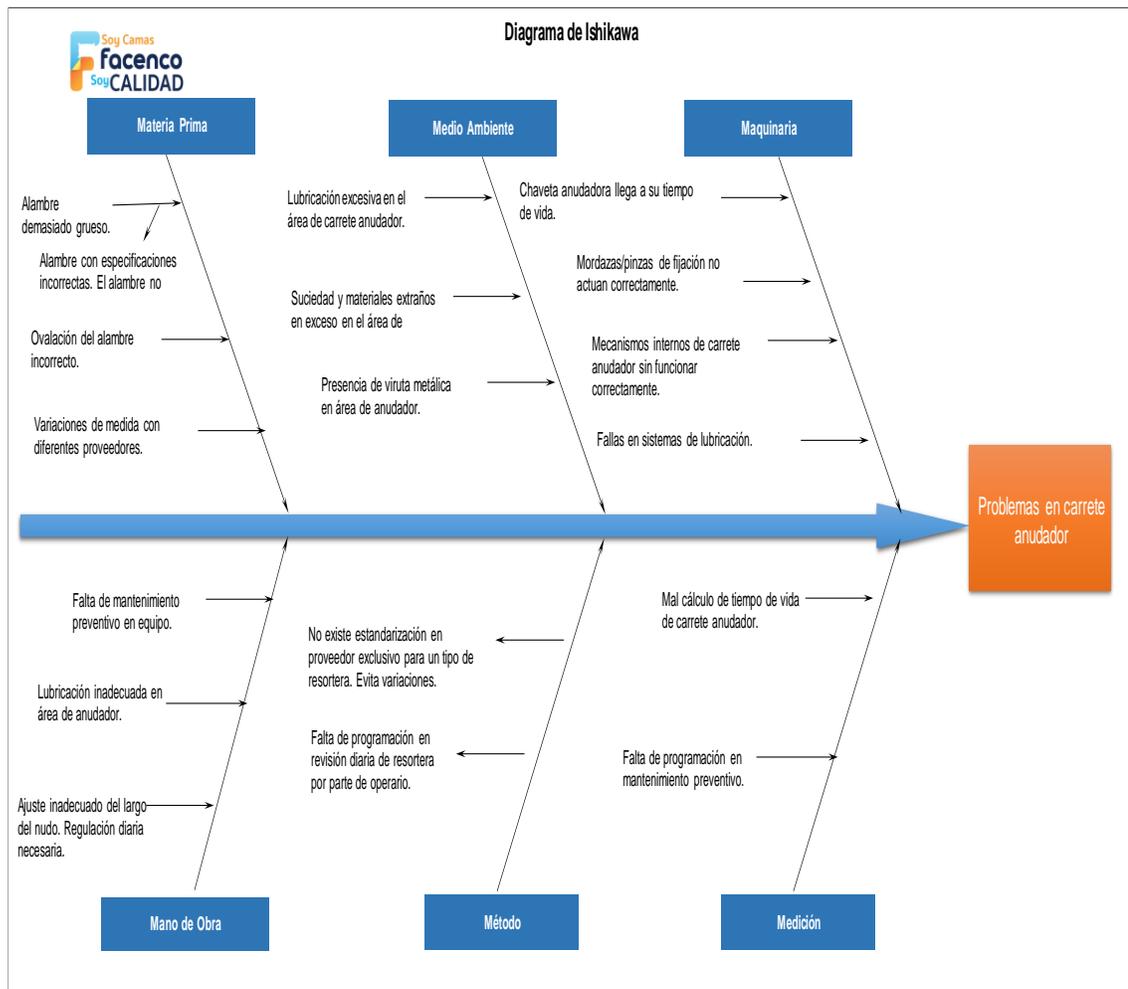
Figura 63. **Carrete anudador de equipos MDC-80 y FT-81**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Planta de producción.

Luego de un análisis en planta del sistema de carretes anudadores se pudo determinar las causas del paro por medio del estudio del entorno y la técnica 6M.

Figura 64. **Análisis de causa-efecto respecto a problemas en carrete anudador**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LX. **Puntuación de factores a causas, problemas en carrete anudador**

M	CAUSAS	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Bajo Costo	Total
Materia Prima	Alambre demasiado grueso	2	2	1	1	1	7
	Ovalación de alambre incorrecto	2	2	1	2	2	9
	Variaciones de medida de alambre	1	1	1	2	1	6
Medio Ambiente	Lubricación excesiva en carrete anudador	0	1	1	2	3	7
	Presencia de viruta metálica en carrete anudador	1	1	1	1	2	6
Maquinaria	Chaveta anudadora llega a su tiempo de vida	3	3	3	2	3	14
	Mordazas de fijación no actúan correctamente	1	0	3	2	1	7
	Mecanismos internos de carrete anudados sin actuar	2	1	2	1	1	7
Mano de Obra	Falta de mantenimiento preventivo en equipo	3	3	3	3	2	14
	Lubricación inadecuada	3	3	3	3	2	14
	Ajuste inadecuado del largo del nudo	2	1	2	3	1	9
Método	Evitar variaciones de alambre	1	1	3	1	0	6
	Falta de programación en revisión diaria de resortera	0	1	0	2	2	5
Medición	Falta de programación en mantenimiento preventivo	3	3	3	3	2	14

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Las puntuaciones de factores a las causas fueron realizadas en conjunto con los técnicos de mantenimiento, llegando a la conclusión que en el área no existe una correcta planificación de mantenimiento para los equipos MDC-80 y transfer FT-81, por lo que el carrete anudador tiende a desajustarse, incluyendo la falta de lubricación necesaria y falla de la chaveta corredera del anudador.

El plan de mantenimiento de los equipos MDC-80 y FT-81 tiene contemplado la lubricación de los equipos, revisión del carrete anudador, ajuste de altura de nudo y cambio de chaveta corredera.

Acción correctiva: Se trasladó información al departamento de producción, informando al supervisor de producción la importancia de la programación de mantenimientos preventivos para la disminución y corrección de los problemas en los carretes anudadores de los equipos MDC-80 y Transfer FT-81.

## **2.12. Análisis estadístico de resultados: Ratio de rendimiento**

Los resultados de la ratio de rendimiento corresponden a la velocidad real de trabajo de los equipos en comparación con la velocidad de diseño de los mismos.

Los datos se obtuvieron del formato de producción, en el cual los operarios de cada equipo anotaban la velocidad a la cual operaban los equipos.

La ratio de rendimiento también es afectada por micro paradas de producción, derivado de cambios de materia prima, cambios de diseño y cambios de proceso derivado del producto a elaborar. Estas pequeñas micro paradas no son anotadas en los formatos, pero representan parte de la disminución de la ratio.

El análisis de la ratio de rendimiento se realiza observando la disminución de velocidad de los equipos en relación a la velocidad de diseño. Se aplica el análisis para los equipos MDC-80, Transfer FT-81 y Paragon M+ debido a que los equipos TE-32 y AS-4 dependen de la capacidad de la mano de obra para aumentar o disminuir el tiempo de producción.

Tabla LXI. Reducción de velocidad en multienguatadoras Paragon M+

		Velocidad de diseño RPM (Revoluciones por minuto)	Velocidad real (promedio del mes de junio)	Reducción de velocidad
<b>Máquinas Multienguatadoras Paragon M+</b>	<b>MUL01</b>	1 200	1 015	15,42 %
	<b>MUL02</b>	1 200	1 100	8,33 %
	<b>MUL03</b>	1 200	1 030	14,17 %
	<b>MUL04</b>	1 200	1 075	10,42 %
	<b>MUL05</b>	1 200	1 050	12,50 %
	<b>MUL06</b>	1 200	1 050	12,50 %
	<b>MUL07</b>	1 200	1 030	14,17 %
<b>Promedio</b>		<b>1 200</b>	<b>1 050</b>	<b>12,50 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXII. Reducción de velocidad en equipos MDC-80 y FT-81

		Velocidad de diseño RPM (Unidades por minuto)	Velocidad real (promedio del mes de junio)	Reducción de velocidad
<b>Transfer FT-81</b>	<b>FT-81</b>	80	77	3,75 %
<b>Máquinas resorteras MDC- 80</b>	<b>MRE01</b>	78	71,5	8,33 %
	<b>MRE02</b>	78	72	7,69 %
	<b>MRE03</b>	78	74	5,13 %
	<b>MRE04</b>	78	74	5,13 %
	<b>MRE05</b>	78	74	5,13 %
	<b>MRE06</b>	78	73	6,41 %
	<b>MRE07</b>	78	74	5,13 %
<b>Promedio</b>		<b>78,25</b>	<b>73,69</b>	<b>5,84 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La disminución de velocidad nominal de los equipos es realizada por el personal de mantenimiento y personal operativo, debido a que si se trabaja a velocidad de diseño los equipos tienden a presentar mayor cantidad de fallas, fabricación de producto defectuoso y vibraciones excesivas.

Las causas de estos fallos se deben a desgastes de los equipos derivado de la antigüedad y uso de estos, condiciones del entorno como suciedad y mermas en los mecanismos que generan desgaste en las piezas y tienden a fallar a velocidades altas y fallas mecánicas sin determinación de causa-raíz que se busca eliminar con el análisis de la ratio de disponibilidad.

### **2.13. Análisis estadístico de resultados: ratio de calidad**

En la ratio de calidad se observan aquellos valores recopilados de productos semi-elaborados destinados a reproceso y desecho.

Para el caso de merma en la elaboración de producto de enguatado en el equipo Paragon M+, se descartará su análisis debido a que gerencia de operaciones se encuentra realizando un análisis de la merma en esta área para su posible disminución.

#### **2.13.1. Ratio de calidad en área de costura**

El análisis de la ratio de calidad se realizará a través de las capas a reproceso, las capas a desecho y las causas principales que han generado estos desperdicios.

Los datos se recopilaron a través de la información anotada por los operarios en el formato de producción, donde se indica la cantidad de capas desechadas o reprocesadas al día y el tipo de desperfecto encontrado.

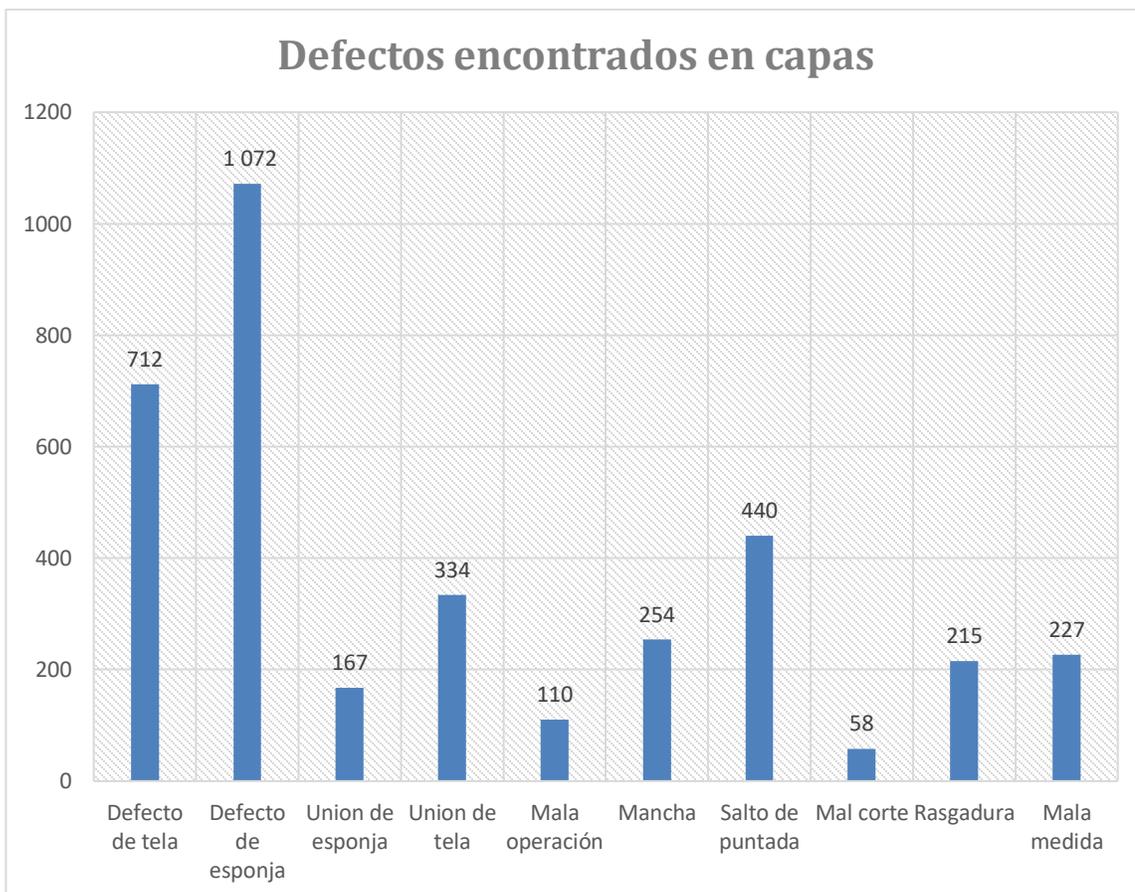
**Tabla LXIII. Defectos de calidad encontrados en área de costura**

<b>Defecto</b>	<b>Código</b>	<b>Capas a desecho</b>	<b>Capas a reproceso</b>	<b>Total</b>
Defecto de tela	DT	712	0	712
Defecto de esponja	DE	1 072	0	1 072
Unión de esponja	UE	145	22	167
Unión de tela	UT	319	15	334
Mala operación	MO	110	0	110
Mancha	MAN	242	12	254
Salto de puntada	SP	425	15	440
Mal corte	MC	58	0	58
Rasgadura	RA	215	0	215
Mala medida	MM	175	52	227
Total		3 473	116	3 589

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tales defectos son encontrados diariamente en el proceso de fabricación de capas en el área de costura, derivado que no se tiene un correcto proceso de inspección de calidad en el área.

Figura 65. Defectos encontrados en área de capas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel.

Según la gráfica se demuestra que los defectos de materia prima en tela y esponja representan el mayor número de casos para que las capas sean reprocesadas o desechadas.

Para la disminución de la ratio de calidad se adoptó los procesos normalizados que se demuestran en la fase de investigación.

### 2.13.2. Ratio de calidad en área de estructura: MDC-80 y Transfer FT-81

En el área de estructura para los equipos MDC-80 y Transfer FT-81 se determina la ratio de calidad por medio de la medición de merma de resortes, derivado de fallas de calidad y desperfectos a la hora de realizar el resorte.

Tabla LXIV. Desperdicio de resortes en equipos MDC-80 y FT-81

Equipo	Código	Resortes defectuosos	% Calidad
		Desperdicio (unidades)	
Transfer FT-81	FT-81	5 468,75	99,09 %
Máquinas resortereras MDC-80	MRE01	6 187,50	98,77 %
	MRE02	6 312,50	98,75 %
	MRE03	6 718,75	98,42 %
	MRE04	6 656,25	98,80 %
	MRE05	5 156,25	99,08 %
	MRE06	7 125,00	98,60 %
	MRE07	7 234,38	98,71 %
TOTAL		50 859,38	98,78 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Las causas de la merma de los resortes son debido a la falta de control de calidad diaria en la medición inicial de los resortes y la calidad de materia prima que utilizan las máquinas, en este caso, alambre calibre 13,5.

La estandarización de procesos de calidad en el área para la inspección de materia prima e inspección interna de resortes se ejecuta por el departamento de control de calidad, utilizando los formatos y procesos de calidad estandarizados en la fase de investigación.

### 2.13.3. Ratio de calidad en área de estructura: ensambladora AS-4

Se presentan los datos de calidad en equipo de ensamble.

Tabla LXV. Estructuras defectuosas y a reproceso en equipos AS-4

		Estructuras a reproceso	Estructuras defectuosas	% Calidad
		Unidades (ER)	Unidades (ED)	
<b>Máquina ensambladora AS-4</b>	<b>MEN02</b>	15	11	97,67 %
	<b>MEN03</b>	43	13	95,73 %
	<b>MEN04</b>	52	12	95,62 %
	<b>MEN05</b>	39	10	96,55 %
	<b>MEN06</b>	45	8	96,00 %
	<b>MEN01</b>	68	16	92,46 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Las causas de estructuras ligadas a reprocesos y estructuras defectuosas se deben a problemas diversos de calidad tales como:

- Mala medida de largo de estructura
- Mala medida de ancho de estructura
- Mala medida de altura de estructura

Los procesos de inspección de estructuras se realizan de acuerdo a los procesos normalizados en la fase de investigación.

## 2.14. Evaluación de resultados finales

Luego de las acciones correctivas en las ratios de disponibilidad, rendimiento y calidad realizados en los meses de marzo y abril, se evaluó el OEE de los meses de agosto, septiembre y octubre para verificación de resultados finales.

Tabla LXVI. **OEE del mes de agosto**

OEE Mes de Agosto						
	Paragon M+	Ensambladora AS-4	Resortera MDC-80	Transfer FT-81	Cerradora TE-32	OEE DE PLANTA
Disponibilidad	66,68 %	80,14 %	82,19 %	82,97 %	90,14 %	62,82 %
Rendimiento	81,56 %	81,24 %	76,32 %	75,68 %	92,38 %	
Calidad	94,12 %	96,66 %	94,20 %	96,82 %	96,16 %	
OEE	51,19 %	62,93 %	59,09 %	60,79 %	80,07 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXVII. **OEE del mes de septiembre**

OEE Mes de Agosto						
	Paragon M+	Ensambladora AS-4	Resortera MDC-80	Transfer FT-81	Cerradora TE-32	OEE DE PLANTA
Disponibilidad	69,20 %	81,87 %	84,12 %	87,21 %	92,18 %	66,50 %
Rendimiento	86,23 %	80,43 %	79,07 %	78,10 %	92,10 %	
Calidad	94,20 %	98,20 %	95,14 %	96,20 %	97,54 %	
OEE	56,21 %	64,66 %	63,28 %	65,52 %	82,81 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXVIII. **OEE del mes de octubre**

OEE Mes de Octubre						
	Paragon M+	Ensambladora AS-4	Resortera MDC-80	Transfer FT-81	Cerradora TE-32	OEE DE PLANTA
Disponibilidad	73,45 %	84,18 %	85,30 %	84,16 %	95,78 %	68,60 %
Rendimiento	84,12 %	80,43 %	80,03 %	77,14 %	94,00 %	
Calidad	96,66 %	98,02 %	96,14 %	97,20 %	97,93 %	
OEE	59,72 %	66,37 %	65,63 %	63,10 %	88,17 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.14.1. Análisis de resultados finales

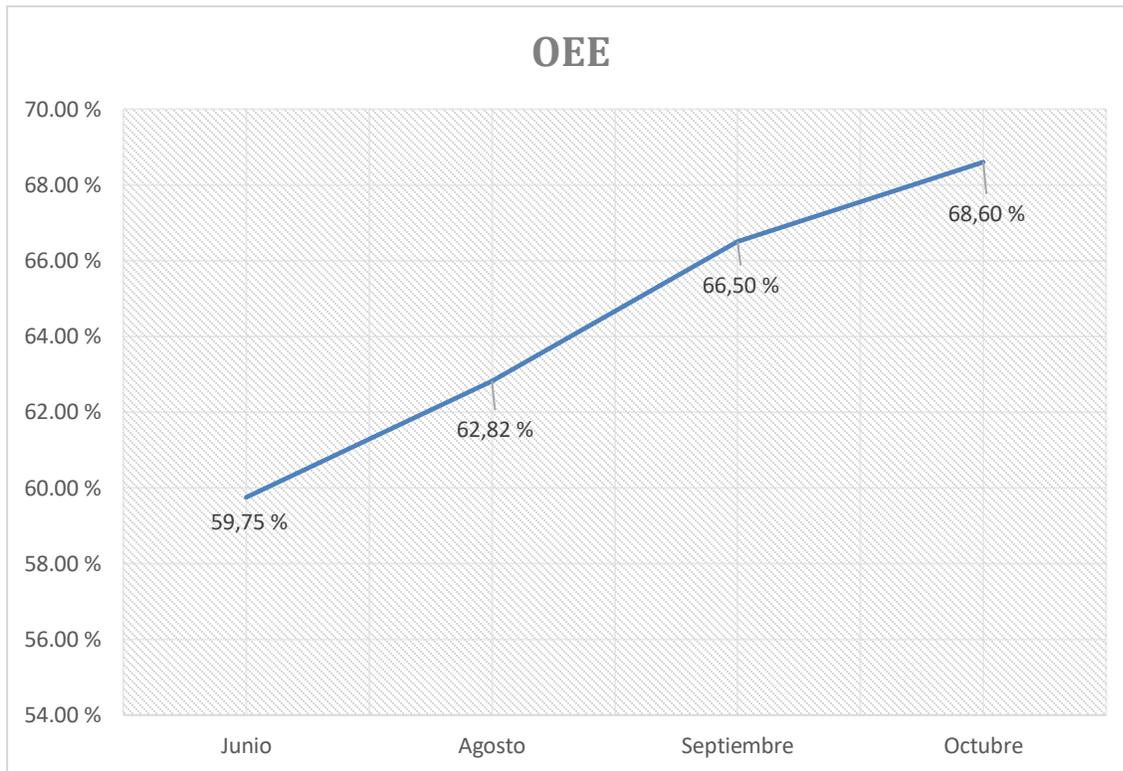
Luego de la implementación del indicador de eficiencia global de equipos, el proceso de mejora de ratios y la normalización de los procesos de calidad, se puede observar un crecimiento del indicador OEE al implementar mejoras mensuales por parte de la empresa.

Tabla LXIX. **Resumen de resultados de OEE**

Mes	OEE
Junio (inicial)	59,75 %
Agosto	62,82 %
Septiembre	66,50 %
Octubre	68,60 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 66. **Resultado de OEE en los meses junio, agosto, septiembre y octubre del 2019**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### **2.14.1.1. Cálculo de aumento de eficiencia en equipos críticos según indicador OEE**

Para conocer el aumento de la eficiencia posterior a tres meses de estudio y acciones correctivas, obedeciendo a las prácticas implementadas por medio del indicador OEE en los equipos críticos, se evalúa por medio del cambio de OEE de Junio (OEE inicial) en comparación al OEE de Octubre (3 meses posteriores a la implementación y acciones correctivas) como lo indica la herramienta. El cálculo se realiza a continuación:

*% Aumento de Eficiencia = % OEE Final – % OEE Inicial*

*% Aumento de Eficiencia = % OEE Junio – % OEE Octubre*

*% Aumento de Eficiencia = 68,60 % – 59,75 %*

*% Aumento de Eficiencia = 8,85 %*

El aumento de eficiencia de los equipos se ve representado en una mejora del indicador OEE en un 8,85 %.

Este resultado nos demuestra que los equipos están operando 8,85 productos semielaborados adicionales (propios de cada proceso) respecto a los productos semielaborados realizados en el OEE inicial. Se realizan 68,60 productos en un tiempo establecido para realizar 100 productos (100/100 productos en el tiempo establecido representan una situación ideal).

La diferencia entre el OEE final y el OEE inicial representa un aumento satisfactorio de la eficiencia de los equipos, reduciendo tiempos muertos y eliminando las principales causas de paros no programados en equipos críticos.

Con la implementación del indicador OEE se pretende que aumente la eficiencia de los equipos en cada mes, realizando las acciones correctivas de cada área e implementando un adecuado control de calidad total. La meta se fija para un 90-95 % de OEE en la planta productiva.

## 2.15. Análisis financiero de los ahorros derivados de la implementación del proyecto

Se evalúan los datos de inversión inicial y los ahorros derivados del proyecto, con el fin de conocer el impacto del mismo financieramente.

### 2.15.1. Inversión inicial

Como parte del desarrollo e implementación del proyecto se describen a continuación los costos iniciales en relación a los recursos necesarios y salario propuesto del encargado del proyecto de EPS.

Tabla LXX. **Inversión inicial en implementación de estudio técnico-profesional**

Recurso	Descripción	Cantidad mensual
Herramientas de mantenimiento	Destornilladores y llaves Philips, pinzas de presión, detector de voltaje, silicón multiusos, multímetro, cámara térmica, pulsera antiestática, pinzas, llaves, martillo, entre otros. Costos proporcionados por el departamento de mantenimiento.	Q 2 500,00
Computadora	Utilizada para realizar base de datos de cálculo en OEE	Q 4 000,00
Impresora	Necesaria para implementar formato de OEE inicial (previo a folletos).	Q 500,00
Cartuchos de tinta	Para alimentación de impresora	Q 200,00
Equipo de seguridad industrial	Utilizado por Epesista en planta productiva. Contiene: casco industrial, chaleco, lentes de seguridad, tapones de oído, guantes industriales y botas industriales.	Q 700,00
Mobiliario de oficina para epesista	Escritorio, silla de oficina y complementos para utilización de epesista.	Q 1 300,00
Uniforme de Epesista	Uniforme para utilización dentro de la empresa Facenco S.A.	Q 300,00
Total		Q 9 500,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.15.2. Costos mensuales

Para la implementación del proyecto se hizo uso de diferentes recursos humanos, técnicos y materiales. Tales recursos son representados del mes de junio hasta el mes de noviembre, ya que en este periodo fue realizado el proyecto. Como primer punto se muestran los costos fijos que estarán presentes en cada mes.

Tabla LXXI. Costos fijos mensuales

<b>Costos fijos mensuales</b>						
<b>Costo asociado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo* hora</b>	<b>Hora total</b>	<b>Costo total</b>
Salario Epesista	Salario asociado a encargado de proyecto de EPS según mercado laboral.	1	N/A	N/A	N/A	Q 10 000,00
Almuerzo Epesista	Almuerzo diario en base a 20 días	1	Q 20,00			Q 400,00
Formatos para OEE	Cuadernillos utilizados en todas las máquinas para cálculo de OEE	30	Q 15,00	Q 1,00		Q 450,00
Transporte diario	Costos asociados a transporte de encargado de proyecto.	20	Q 10,00			Q 200,00
Total costos fijos mensuales						Q 11 050,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXII. Costos mes de junio

Costos Mes de Junio						
Costo asociado	Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo* hora	Hora total	Costo total
Introducción de OEE a operarios	Costo de tiempo para introducción de OEE a operarios involucrados	30	Q 0,25	Q 11,61	7,50	Q 87,08
Introducción de OEE a técnicos mecánicos	Costo de tiempo para introducción de OEE a técnicos involucrados	5	Q 2,00	Q 11,61	10,00	Q 116,10
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 11 253,18

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXIII. Costos mes de julio

Costos Mes de Julio						
Costo asociado	Descripción	Ca nt.	Costo unitario	Costo *hora	Hora total	Costo total
Equipo de cómputo	Establecimiento de equipo de cómputo en cada área para cálculo de OEE por parte de operarios.	4	Q 4 500,00			Q 18 000,00
Acciones correctivas	Corrección de PNP en Paragon M+ por medio de capacitación a operarios	7		Q 11,61	7	Q 81,27
Acciones correctivas	Corrección de PNP en MDC-80 y Transfer por parte de calibración en plan de mantenimiento semanal (fuera de programación)	2		Q 11,61	2	Q 23,22
Acciones correctivas	Corrección de PNP en AS-4	2		Q 11,61	2	Q 23,22
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 29 177,71

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXIV. Costos mes de agosto

Costos Mes de Agosto						
Costo asociado	Descripción	Ca nt.	Costo unitario	Costo *hora	Hora total	Costo total
Acción correctiva	PM de salto de puntada	8		Q 11,61	8	Q 92,88
Acción correctiva	Compra de grasa NLGI2 (Almagard 3 752) para sistema de auto-lubricación de ejes en litros.	4	Q 20,00			Q 80,00
Acción correctiva	Compra de 4 sistemas de antivibración neumática en Paragon M+	4	Q 1 050,00			Q 4 200,00
Instalación de equipo	Instalación de sistemas anti-vibración (mano de obra+insumos utilizados)	6	Q 11,61		36	Q 917,46
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 16 340,34

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXV. Costos mes de septiembre

Costos Mes de Septiembre						
Costo asociado	Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo*hora	Hora total	Costo total
Acción correctiva	PM MDC-80 y FT-81	2		Q 11,61	4	Q 46,44
Acción correctiva	Mantenimiento mensual de chaveta corredera	2		Q 11,61	2	Q 23,22
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 11 119,66

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXVI. **Costos mes de octubre**

<b>Costos Mes de Octubre</b>						
<b>Costo asociado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo *hora</b>	<b>Hora total</b>	<b>Costo total</b>
Implementación 5's	Implementación de 5'S en planta con equipo de calidad .	6		Q 32,60	36	Q 1 173,60
Análisis de procesos de calidad	Análisis en procesos de reclamo a proveedores.	6		Q 32,60	36	Q 1 173,60
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 13 397,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXVII. **Costos mes de noviembre**

<b>Costos Mes de Noviembre</b>						
<b>Costo asociado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ca nt.</b>	<b>Costo unit.</b>	<b>Costo *hora</b>	<b>Hora total</b>	<b>Costo total</b>
Aplicación de encuestas	Tiempo de aplicación de encuestas para conocimiento de necesidades de capacitación.			Q 11,61	2	Q 23,22
Capacitación a equipo de calidad	Capacitación de manual de calidad y su utilización a supervisores de producción y equipo de calidad	10		Q 32,60	50	Q 1 630,00
Capacitación equipo de mant.	Capacitación sobre análisis causa-raíz, uso apropiado de OEE.	13		Q 32,60	65	Q 2,119,00
Capacitación 5'S	Capacitación a operarios seleccionados sobre la importancia de la herramienta 5'S	65		Q 11,61	65	Q 754,65
Costos fijos						Q 11 050,00
Total						Q 15 576,87

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 2.15.3. Ahorros mensuales derivados del proyecto

Para el análisis de los ahorros y beneficios a la empresa derivado del proyecto implementado, se realiza un estudio por medio del aumento de las ratios de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Tabla LXXVIII. Ahorros mes de julio

<b>Ahorro por aumento de disponibilidad</b>					
Horas de producción mensual en equipos críticos (Ratio inicial)					4 440
Aumento en ratio de disponibilidad					2,50 %
Ahorro de tiempo de máquina ociosa (horas)					111
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	3	Q 17,87	111	Q 5 949,05	
Ahorro por disminución de tiempo ocioso de operarios	1	Q 11,91	111	Q 1 322,01	
Ahorro por eliminación de tiempo operativo de mecánicos	1	Q 32,60	111	Q 3 618,60	
<b>Ahorro por aumento de ratio de calidad</b>					
Ahorro	Producción	%Aumento	Cant. Aumento	Costo Unit.	Costo total
Disminución desperdicio de resortes	190 000	9,40 %	17 860	Q 0,25	Q 4 465,00
Disminución desperdicio en costura	25 000	0,08 %	20	Q 130,00	Q 2 600,00
Disminución desperdicio en estructuras	576	1,54 %	8,87	Q 130,00	Q 1 153,15
<b>Ahorro por aumento de ratio de rendimiento</b>					
Producción aumentada en horas	%Aumento Rend.		Producción	Unid/hora	Total horas
Resortera MDC-80	2,75 %		190 000	4 680	1,12
Ensambladora AS-4	-0,81 %		576	12	-0,39
Paragon M+	4,57 %		25 000	130	8,79
Total aumento de producción en horas					9,52
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras	4	Q 17,87	9,51	Q 679,58	
<b>Total de ahorro Mes de Julio</b>					<b>Q 19 787,39</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXIX. Ahorros mes de agosto

<b>Beneficios Mes de Agosto</b>					
<b>Ahorro por aumento de disponibilidad</b>					
Horas de producción mensual en equipos críticos (Ratio inicial)					4 440
Aumento en ratio de disponibilidad					4,15 %
Ahorro de tiempo de máquina ociosa (horas)					184,26
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	3	Q 17,87	184,26	Q 9 875,41	
Ahorro por disminución de tiempo ocioso de operarios	1	Q 11,91	184,26	Q 2 194,54	
Ahorro por eliminación de tiempo operativo de mecánicos	1	Q 32,60	184,26	Q 6 006,88	
<b>Ahorro por aumento de ratio de calidad</b>					
Ahorro	Producción	%Aumento	Cant. Aumento	Costo Unit.	Costo total
Disminución desperdicio de resortes	190 000	8,94 %	16 986	Q 0,25	Q 4 246,50
Disminución desperdicio en costura	25 000	0,25 %	63,5	Q 130,00	Q 8 255,00
Disminución desperdicio en estructuras	576	1,36 %	7,8336	Q 130,00	Q 1 018,37
<b>Ahorro por aumento de ratio de rendimiento</b>					
Producción aumentada en horas	%Aumento Rend,		Producción	Unid/hora	Total horas
Resortera MDC-80	3,71 %		190 000	4 680	1,51
Ensambladora AS-4	-0,80 %		576	12	-0,39
Paragon M+	2,56 %		25 000	130	4,92
Total aumento de producción en horas					6,04
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	4	Q 17,87	6,04	Q 432,00	
<b>Total de ahorro Mes de Agosto</b>					<b>Q 32 028,69</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXX. Ahorros mes de septiembre

<b>Beneficios Mes de Septiembre</b>					
<b>Ahorro por aumento de disponibilidad</b>					
Horas de producción mensual en equipos críticos (Ratio inicial)					4 440
Aumento en ratio de disponibilidad					5,44 %
Ahorro de tiempo de máquina ociosa (horas)					241,536
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	3	Q 17,87	241,536	Q 12 945,12	
Ahorro por disminución de tiempo ocioso de operarios	1	Q 11,91	241,536	Q 2 876,69	
Ahorro por eliminación de tiempo operativo de mecánicos	1	Q 32,60	241,536	Q 7 874,07	
<b>Ahorro por aumento de ratio de calidad</b>					
Ahorro	Producción	%Aumento	Cant, Aumento	Costo Unit,	Costo total
Disminución desperdicio de resortes	19 0000	8,94 %	16 986	Q 0,25	Q 4 246,50
Disminución desperdicio en costura	25 000	0,25 %	63,5	Q 130,00	Q 8 255,00
Disminución desperdicio en estructuras	576	1,36 %	7,83	Q 130,00	Q 1 018,37
<b>Ahorro por aumento de ratio de rendimiento</b>					
Producción aumentada en horas	%Aumento Rend,	Producción	Unid/hora	Total horas	
Resortera MDC-80	3,71 %	190 000	4 680	1,51	
Ensambladora AS-4	-0,80 %	576	12	-0,38	
Paragon M+	2,56 %	25 000	130	4,92	
Total aumento de producción en horas					6,04
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	4	Q 17,87	6,04527	Q 432,00	
<b>Total de ahorro Mes de Septiembre</b>					<b>Q 37 647,75</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXXI. Ahorros mes de octubre

<b>Beneficios Mes de Octubre</b>					
<b>Ahorro por aumento de disponibilidad</b>					
Horas de producción mensual en equipos críticos (Ratio inicial)					4 440
Aumento en ratio de disponibilidad					6,63 %
Ahorro de tiempo de máquina ociosa (horas)					294,372
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	3	Q 17,87	294,372	Q 15 776,87	
Ahorro por disminución de tiempo ocioso de operarios	1	Q 11,91	294,372	Q 3 505,97	
Ahorro por eliminación de tiempo operativo de mecánicos	1	Q 32,60	294,372	Q 9 596,53	
<b>Ahorro por aumento de ratio de calidad</b>					
Ahorro	Producción	%Aumento	Cant, Aumento	Costo Unit,	Costo total
Disminución desperdicio de resortes	190 000	3,62 %	6 878	Q 0,25	Q 1 719,50
Disminución desperdicio en costura	25 000	0,30 %	75	Q 130,00	Q 9 750,00
Disminución desperdicio en estructuras	576	0,55 %	3,168	Q 130,00	Q 411,84
<b>Ahorro por aumento de ratio de rendimiento</b>					
Producción aumentada en horas	%Aumento Rend,		Producción	Unid/hora	Total horas
Resortera MDC-80	4,62 %		190 000	4 680	1,87
Ensambladora AS-4	1,25 %		576	12	0,6
Paragon M+	4,68 %		25 000	130	9
Total aumento de producción en horas					11,47
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	4	Q 17,87	11,47	Q 820,05	
<b>Total de ahorro Mes de Octubre</b>					<b>Q 41 580,75</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla LXXXII. Ahorros mes de noviembre

<b>Beneficios Mes de Noviembre</b>					
<b>Ahorro por aumento de disponibilidad</b>					
Horas de producción mensual en equipos críticos (Ratio inicial)					4 440
Aumento en ratio de disponibilidad					6,22 %
Ahorro de tiempo de máquina ociosa (horas)					276,168
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	3	Q17,87	276,168	Q 14 801,22	
Ahorro por disminución de tiempo ocioso de operarios	1	Q11,91	276,168	Q 3 289,16	
Ahorro por eliminación de tiempo operativo de mecánicos	1	Q32,60	276,168	Q 9 003,08	
<b>Ahorro por aumento de ratio de calidad</b>					
Ahorro	Producción	%Aumento	Cant, Aumento	Costo Unit,	Costo total
Disminución desperdicio de resortes	190 000	3,62 %	6878	Q0,25	Q 1 719,50
Disminución desperdicio en costura	25 000	0,30 %	75	Q130,00	Q 9 750,00
Disminución desperdicio en estructuras	576	0,55 %	3,168	Q130,00	Q 411,84
<b>Ahorro por aumento de ratio de rendimiento</b>					
Producción aumentada en horas	%Aumento Rend,	Producción	Unid/hora	Total horas	
Resortera MDC-80	4,62 %	190 000	4 680	1,87	
Ensambladora AS-4	1,25 %	576	12	0,60	
Paragon M+	4,68 %	25 000	130	9.00	
Total aumento de producción en horas					11,48
Descripción	Cantidad	Costo hora	Hora total	Costo total	
Ahorro por disminución de horas extras en producción	4	Q 17,87	11,4756	Q 820,05	
<b>Total de ahorro Mes de Noviembre</b>					<b>Q 39 794,85</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### 2.15.4. Análisis Costo Beneficio según resultados

Al obtener la inversión inicial, los costos mensuales derivados de la implementación del proyecto y los beneficios/ahorros que se obtuvieron en cada mes, se puede conocer el beneficio total que se logró con la implementación del proyecto.

Tabla LXXXIII. **Beneficio total del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Valor</b>
Inversión inicial	De tabla	Q 9 500,00
Costos totales	$\Sigma$ Costo cada mes	Q 107 914,96
Beneficios/ahorros totales	$\Sigma$ Beneficio cada mes	Q 170 839,43
C/B	Beneficios totales/(Inversión inicial + costos totales)	1,46
Total de ahorro en empresa		Q 53 424,47

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Según los datos mostrados en la tabla LXXXIII se observa que se obtuvo un beneficio final de Q 53 424,47 con la implementación del proyecto en un periodo de 6 meses.

Cabe destacar que en este análisis se incluye transporte y sueldo de encargado de proyecto según mercado laboral del país. Debido a que las prácticas no fueron remuneradas como apoyo de la Universidad de San Carlos a la industria, se puede realizar un nuevo cálculo, tomando en cuenta estos factores.

Tabla LXXXIV. **Beneficio real del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Valor</b>
Total de ahorro en empresa (parcial)	De tabla LXXXIII	Q 53 424,47
Apoyo de Epesista a empresa	( $\Sigma$ Sueldo según mercado + costo de transporte) *6	Q 61 200,00
C/B	(Beneficios totales + apoyo de epesista)/(Inversión inicial + Costos totales)	Q 1,98
Total de ahorro real en empresa		Q 114 624,47

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Según la tabla LXXXIV se observa una relación Costo/Beneficio de 1,98, lo que nos indica que se obtuvo un beneficio de Q 1,98.00 por cada Q 1,00 invertido, obteniendo un ahorro de Q 114 624,47 al finalizar la implementación del proyecto de EPS en la empresa.

Cabe destacar que la implementación del proyecto seguirá trayendo beneficios y ahorros a la empresa a través del tiempo según su correcta utilización y aplicación de acciones correctivas que indica el OEE y control total de calidad.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. NORMALIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CALIDAD**

#### **3.1. Situación actual del departamento de calidad**

Según el manual de gestión de calidad de Facenco S.A., el departamento de calidad de la empresa es el equipo humano que tiene como objetivo el cumplimiento de las políticas de la empresa. Este departamento se asegura que los objetivos de calidad sean cumplidos en los plazos previstos.

Dentro de las funciones principales del departamento de calidad se encuentra:

- Implementar criterios de supervisión para la aprobación del producto final.
- Liderar proyectos de mejora y formación en procedimientos de producción.
- Gestionar los objetivos previstos de la empresa.
- Adaptar e implementar las exigencias del sistema de gestión de calidad.

Es el encargado de planificar, gestionar, dirigir, ejecutar, documentar y auditar el sistema de gestión de calidad en la planta de producción.

Este departamento es de los más nuevos instalados en la empresa, por lo que la falta de estandarización y documentación de los procesos es evidente. El índice de reclamos ha bajado considerablemente desde la instalación y puesta

en funcionamiento del departamento de calidad, ya que se posee un equipo de alto conocimiento en la implementación y manejo de un sistema de gestión de calidad en la industria textil.

La falta de estandarización de procesos, delimitación de la gestión de calidad, definición de nuevos procedimientos, la documentación establecida para la aplicación digital del control de calidad y eficiencia de tiempos en los procedimientos ha impactado en la labor del departamento de calidad al no tener una guía ni la documentación total necesaria para realizar los procedimientos correctos de gestión de calidad diariamente.

Se han detectado históricamente problemas y deficiencias de calidad en los equipos y maquinaria de las diferentes áreas de la planta productiva, así como mermas y desperdicios excesivos de semi-elaborados por problemas relacionados a la calidad en la utilización de los equipos, materia prima en mal estado y en el proceso humano derivado de desconocimiento en materia de calidad.

Las oportunidades de mejora en el departamento de calidad vienen enfocados a la realización de estandarización y normalización de los procesos del departamento, usando como herramienta el indicador OEE para el análisis estadístico de las fallas de calidad en los procesos.

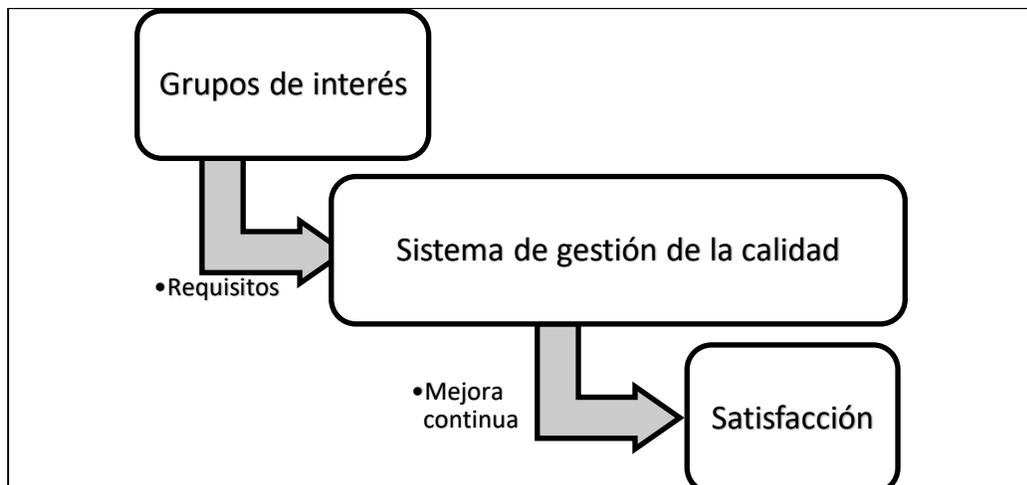
Luego de la implementación del indicador de eficacia global de equipos, se conocieron las deficiencias en el aspecto de control de calidad de la empresa, por lo que la estandarización de procesos es parte fundamental en el sistema de gestión de calidad para la mejora en la ratio de calidad del indicador OEE.

### 3.1.1. Objetivos del sistema de gestión de calidad

Según el manual de gestión de calidad de Facenco S.A., los objetivos del sistema de gestión de calidad son:

- Implantar y desarrollar un sistema para establecer la política y los objetivos de calidad.
- Organizar las actividades del departamento mediante un sistema de procesos que aporte valor al producto final de la empresa y obtener resultados de calidad en la presentación de tales productos que recibirá el consumidor final.
- Establecer eficazmente el sistema mediante la mejora continua para aumentar la satisfacción de todos los grupos de interés, de acuerdo con sus necesidades y expectativas.

Figura 67. Estrategia del sistema de gestión de calidad



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### **3.2. Planteamiento del problema**

El departamento de calidad surge de la necesidad de disminuir el índice de reclamos en la fabricación y distribución de camas de Facenco S.A.

El departamento al ser instalado dentro de la planta de producción afrontó diversos problemas en relación a calidad dentro del proceso de producción, elaborando un primer sistema de gestión de calidad y disminuyendo considerablemente el índice de reclamos de la empresa.

Luego de la elaboración del sistema de gestión de calidad y afrontando los primeros desafíos en materia de calidad dentro de la empresa, el departamento observó la deficiencia y el desorden en relación a los procesos diarios que realiza en materia de calidad dentro de la empresa, debido a distintos problemas como:

- Falta de documentación de procesos de calidad
- Procesos de auditoría no especificados
- Falta de un sistema determinado de inspección de procesos productivos
- Inexistencia de documentación archivada de inspecciones y auditorías
- Deficiencia de calidad en inspección de procesos de fabricación en maquinaria y equipos de la empresa

Analizando los mismos y por una estrategia de la mejora en la calidad de la planta de producción, el control y estandarización de los procesos desarrollados en el departamento de calidad se consideraron primordiales para la mejora del departamento de calidad, así como mantener un orden en la implementación del sistema de gestión de calidad y el conocimiento del proceso de calidad en todos los departamentos de la empresa.

### 3.3. Definición de procesos

“Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados”.<sup>5</sup>

La finalidad de un proceso es conseguir que una salida satisfaga los requerimientos del usuario en relación a los procedimientos y operaciones.

Los procesos tienen las siguientes características:

- Misión: ¿Para qué se realizará?
- Responsable: ¿Quién realizará el proceso?
- Alcance: ¿Dónde se aplicará el proceso?
- Límites: ¿Cuál es su inicio y su final?

Los procesos se componen en cuatro elementos:

- a) Entrada principal: Es el producto que proviene de un suministrador; es la salida de otro proceso o de un “proceso del proveedor” o “del cliente”.
- b) Secuencia de actividades: El orden de las actividades a llevarse a cabo, los medios y recursos con determinados requisitos para ejecutarlo siempre bien y a la primera.
- c) Salida: Se trata de un producto con la calidad exigida por el proceso. La salida es el producto que va destinado a los clientes de la empresa; el output final de los procesos es el input para un proceso nuevo llamado cliente.
- d) Sistema de control: son los indicadores de funcionamiento del proceso y en esta etapa se miden los resultados del producto del proceso y el nivel de satisfacción del usuario.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> International Organization for Standardization. *Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario* 2015 <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es:term:3.9.8>.

<sup>6</sup> PÉREZ, José Fernández. *Gestión por procesos*. p. 41.

### **3.3.1. Representación gráfica de los procesos**

A través de diagramas, los procesos pueden visualizarse para la estandarización, documentación y comunicación de los mismos en un proceso productivo.

Las ventajas de los diagramas para la representación gráfica de procesos son:

- En ellos se realiza la sistematización de los procesos.
- Facilita la comprensión de los procesos y generan un impacto visual hacia el receptor de la información.
- Definen la secuencia de las actividades a realizar para evitar falsas interpretaciones y desorden en la realización de procedimientos.
- Delimita las responsabilidades del proceso a realizar.
- Establece puntos de control y mediciones en el proceso.
- En los diagramas para la representación de procesos se hace uso del análisis de la eficacia de las actividades realizada, debido a que utiliza factores de medición en cada paso del proceso.

El diagrama a utilizar para la estandarización de procesos es el diagrama de flujo, debido a que los procesos de calidad se basan en decisiones y criterios propios del proceso a realizar.

### **3.3.1.1. Diagrama de flujo**

“Los diagramas de flujo o flujogramas constituyen una herramienta para la descripción gráfica de las distintas etapas de un proceso, en orden secuencial. Puede mostrar una secuencia de acciones, materiales o servicios, entradas o salidas del proceso y decisiones tomadas”.<sup>7</sup>

El diagrama de flujo se utiliza cuando se quiere conocer los pasos a realizar en un proceso, realizar proyectos de mejora y realizar la toma de decisiones en base a las actividades del proceso.

#### **3.3.1.1.1. Construcción del diagrama de flujo**

- Definir el proceso a representar gráficamente: Se necesita conocer el proceso a fondo que se va a representar gráficamente, evaluando el proceso mediante técnicas de recopilación de información con el personal técnico dedicado a realizar el proceso.
- Identificación de entradas y salidas: La identificación de la primera actividad del proceso y las salidas del mismo conforman el segundo paso en la realización del diagrama de flujo, debido a que este diagrama representa un gráfico secuencial.
- Identificación de decisiones clave: Luego de la definición y conocimiento del proceso, se realiza el diagrama de flujo mediante símbolos que

---

<sup>7</sup> ALTECO consultores. *¿Qué es un diagrama de flujo?* <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>.

identifican la actividad a realizar. Los símbolos se muestran a continuación.

Tabla LXXXV. **Símbolos en el diagrama de flujo**

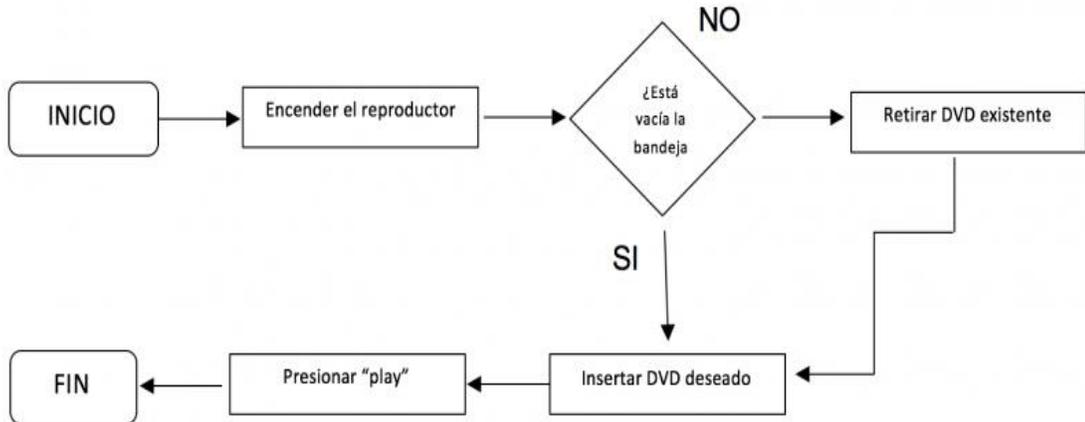
Símbolo	Significado
	Actividad: Se presenta dentro del cuadro la descripción de la actividad.
	Decisión: Rombo que indica un punto de decisión en el cual el proceso puede tomar dos o más vías, según la decisión tomada.
	Línea de flujo: Representa el sentido o vía del proceso.
	Inicio o término: Es un rectángulo redondeado en las orillas que indica el principio o el fin del proceso.
	Documento: Representa un documento que está en el proceso y donde se almacenará la información.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

- Elaboración de versión final: Se elabora el diagrama de flujo, utilizando los pasos anteriores y analizando el flujo por parte de operarios y supervisores del proceso para la detección de posibles errores u omisiones en el proceso elaborado.

Al elaborar el diagrama de flujo se deben de determinar todas las posibles decisiones basadas en criterios por parte del operario que realiza el proceso u operación.

Figura 68. **Ejemplo de diagrama de flujo sobre reproducción en DVD**



Fuente: PACHECO, Josefina. *¿Qué es un diagrama de flujo y como se hace?*  
<https://www.webyempresas.com/diagrama-de-flujo/>. Consulta: 23 de septiembre de 2019.

### 3.3.1.2. Diagrama de flujo de funciones cruzadas

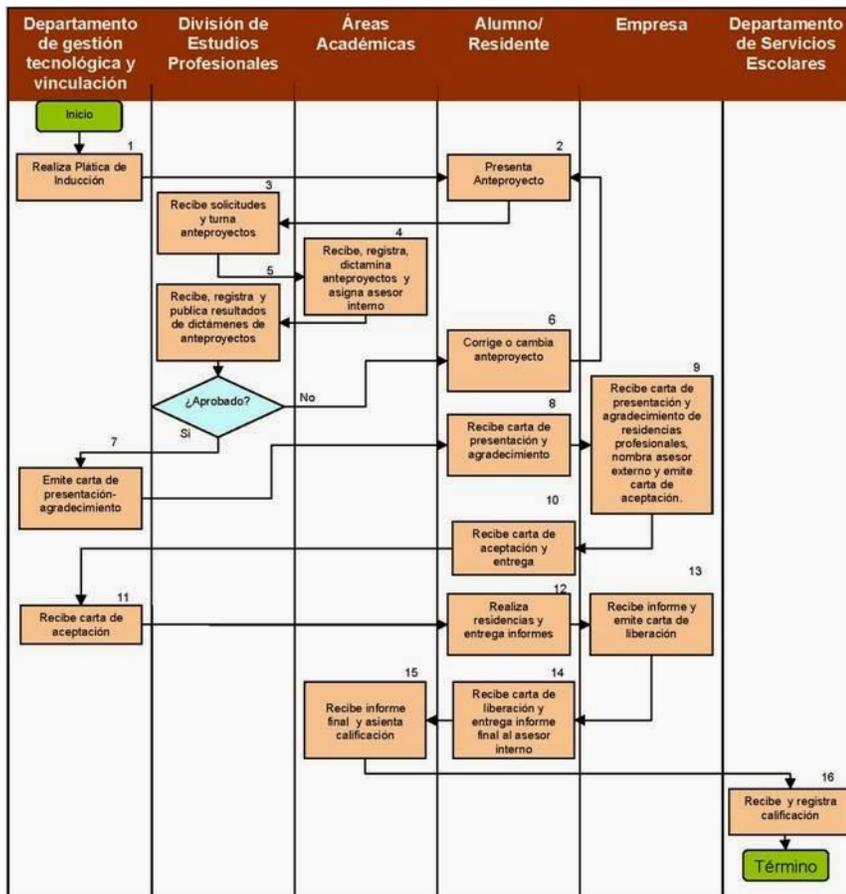
También llamados diagrama de flujo funcionales, utilizan los mismos elementos que un diagrama de flujo tradicional, a excepción que en esta herramienta se identifican los responsables de realizar cada paso en el proceso a evaluar, agrupando los responsables en columnas que identifican los pasos que le corresponde a cada uno.

Se debe realizar siguiendo los mismos lineamientos del diagrama de flujo tradicional, a excepción de la identificación de columnas por cada responsable, identificando quien lo hace, cargo dentro de la empresa, el área o departamento e identificarlo en cada columna realizada.

Para los procesos de calidad en los cuales se realizarán diagramas de flujo, se optará por realizar diagramas de flujo de funciones cruzadas, debido a que en

estos procesos se ven involucrados distintos responsables en cada proceso y área.

Figura 69. Ejemplo de diagrama de flujo de funciones cruzadas



Fuente: Anónimo. *Diagrama de procesos*. <http://flujofuncionescruzadas.blogspot.com/>. Consulta: 23 de septiembre de 2019.

### 3.4. Definición de normalización de procesos

También llamada estandarización, la normalización se define como: “El proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una

actividad específica para el beneficio y con la obtención de una economía en conjunto óptimo teniendo en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad”.<sup>8</sup>

Derivado de su definición, se puede definir la normalización como aquello que está documentado y demuestra cómo hacer las diferentes operaciones y procesos dentro de una industria, así como el comportamiento de los colaboradores dentro de los procesos a estandarizar.

Lograr que los procesos se realicen de igual manera es importante en una empresa para mantener la calidad y conformidad en los productos o servicios a elaborar, ya que estos se verán reflejados en la satisfacción de los clientes.

Para lograr los objetivos impuestos en relación a la calidad del producto fabricado por la empresa, se necesita fijar los estándares en los procesos de calidad de la planta de producción y la definición de los objetivos de cada puesto en el marco organizacional del departamento de calidad.

De esta necesidad de disminuir el riesgo de fallas de calidad en el proceso productivo de fabricación de camas, surge la necesidad en el departamento de calidad de la estandarización de sus procesos y actividades diarias por medio de procedimientos detallados en esta fase de investigación.

### **3.5. Definición de procedimientos para estandarización de procesos de calidad**

Un procedimiento es un documento que describe paso a paso la realización de una actividad, es decir, describe de manera específica cómo cumplir una

---

<sup>8</sup> ÁLVAREZ, Martín G. *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*. p. 66.

actividad. Precisa ¿quién?, ¿Qué hace?, ¿Cómo? Y ¿por qué? De estas actividades, surgirán documentos que mostrarán detalladamente los resultados de las actividades.<sup>9</sup>

Un procedimiento será utilizado en la estandarización de procesos al ser un documento escrito para la digitación y análisis futuro de datos derivado de las inspecciones y auditorías normalizadas en procesos de calidad.

Los procedimientos se basan en pasos y reglas a seguir en la realización de procesos y con ello evitar los problemas causados por las relaciones entre áreas o departamentos. Al utilizar procedimientos de diferentes procesos, se tiene una guía universal utilizada por todas las áreas y departamentos de la empresa.

Los procedimientos a realizar para la estandarización de procesos de calidad serán realizados por medio de la metodología explicada en el punto 3.6, y con ello se comunicarán tales procedimientos a los demás departamentos de la planta de producción. Con ello se busca el conocimiento por partes de supervisores de área y demás equipo técnico en la estandarización y constante aplicación de los procedimientos del sistema de gestión de calidad en la empresa.

### **3.6. Metodología para creación de procedimientos y estandarización de procesos**

Para la determinación de los procesos de calidad se inició con el estudio y análisis de cada proceso en conjunto con el equipo de calidad, visualizando cada procedimiento realizado y realizando el recorrido de las actividades diarias a

---

<sup>9</sup> STEBBING, Lionel. *Aseguramiento de la calidad, el camino a la eficiencia y la competitividad*. p.15.

realizar para la implementación y mantenimiento del sistema de gestión de calidad en la planta de producción.

Luego del estudio de procesos y definiendo cada proceso con sus respectivos subprocesos, se procedió a realizar los pasos necesarios para los procedimientos de calidad a estandarizar:

- Revisión del proceso realizado por el sistema de gestión de calidad.
- Análisis del proceso en busca de mejoras.
- Búsqueda de nuevos procesos para el aumento de eficiencia del departamento de calidad utilizando las deficiencias encontradas con la implementación del indicador OEE.
- Borradores con el procedimiento a realizar para procesos de calidad.
- Análisis del borrador por parte del equipo de calidad.
- Modificación del proceso de calidad por parte de comentarios del departamento.
- Entrega de procedimientos al departamento de calidad para estandarización de procesos.
- Obtención de aprobación por parte de gerencia de operaciones.
- Puesta en práctica por parte del departamento.
- Supervisión de procedimientos.

### **3.7. Principales deficiencias de calidad encontrados en OEE**

Por parte de la fase técnico-profesional de la implementación del índice de efectividad global de equipos, se conocieron los principales paros de calidad y deficiencias en materia de control de calidad de la planta de producción.

Los principales problemas en materia de control de calidad se muestran a continuación:

Tabla LXXXVI. **Problemas localizados de calidad en implementación de OEE**

Área	Defecto de calidad evaluado	Causa
Costura	Defectos de materia prima	Control de calidad en tela
		Control de calidad en esponja
		Control de calidad en bovinas de hilo
	Inspecciones internas de producto semi-elaborado	Defectos en capas en área de multienguatadoras
		Defectos en los demás procesos de costura
		Identificación de causas de defectos de calidad
Estructura	Defectos de materia prima	Control de calidad en alambre 13.5
		Control de calidad en alambre 17
		Control de calidad en alambre 9
	Inspecciones internas de producto en estructura	Inspección interna de resortes
		Inspección interna en área de ensambladoras
		Inspección interna flejado
Ensamble	Inspecciones internas de producto terminado	Inspección de proceso de cierre
		Inspección interna de producto terminado
		Inspección interna de ensamble de colchones

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al analizar el proceso de la planta productiva, se observaron deficiencias de calidad en las demás áreas de proceso, en las cuales no se aplicaban de manera general los procesos de control de calidad.

Tabla LXXXVII. **Defectos de calidad en demás áreas de planta de producción**

Área	Defecto de calidad evaluado	Causa
Tapicería	Defectos de materia prima	Control de calidad en fundas
		Control de calidad en cartón
		Control de calidad en esquineros protectores
	Inspección interna de proceso de tapicería	Inspección de fundas
		Inspección de somier elaborado
		Proceso de inspección y empaque al final de banda
Camastrón	Defectos de materia prima	Control de calidad de despiezado
		Control de calidad de camastrón como materia prima
	Inspección interna de proceso	Inspección interna de camastrón elaborado
Bodegas de materia prima	Recepción de materia prima	Inspección de materia prima entregada a bodega
	Inspección de materia prima	Falta de muestreo en materia prima aceptada en recepción

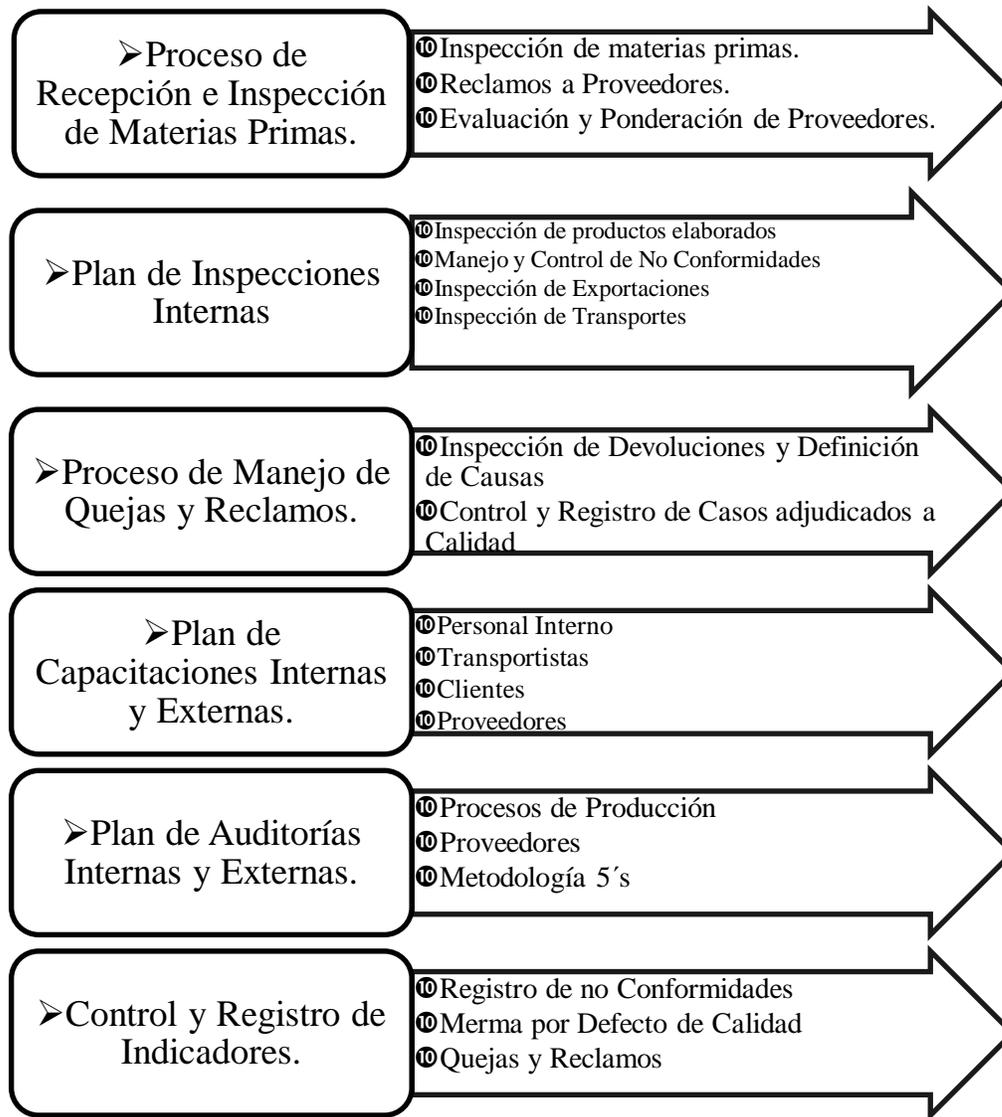
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los defectos de calidad evaluados en las demás áreas de producción se conocieron por medio del análisis de producción de las diferentes áreas y entrevistas con el departamento de calidad de la planta.

### 3.8. Procesos actuales de control de calidad

Luego del análisis de procesos por parte del equipo de calidad, se logró identificar los principales procesos y los subprocesos de cada uno de ellos.

Figura 70. **Procesos de calidad realizados actualmente en planta**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

Los procesos identificados en el departamento de calidad son realizados de manera empírica, sin un tipo de estandarización ni manual de calidad.

Actualmente, el equipo de calidad realiza sus funciones con base en documentación básica para la recopilación de información en casos de inspecciones internas y no conformidades.

Cada integrante de calidad tiene una forma de realizar las inspecciones y la recopilación de datos en los formatos actuales, por lo que, a la hora de realizar los análisis de calidad, existe confusión por la forma de trabajar de cada uno.

La importancia de la normalización de procesos surge derivado de la necesidad de realizar un manual de calidad que contenga todos los procesos estandarizados de calidad, y con ello, trasladar la información a los supervisores de área para el conocimiento de los procesos del sistema de gestión de calidad.

Con esta normalización de calidad, el departamento de operaciones busca tener la documentación inicial necesaria para un futuro proceso de certificación en la norma ISO 9001:2015.

Los procesos fueron documentados con base en diagramas de flujo para cada uno de los casos, debido a que el proceso de calidad incluye factores de decisión en cada una de las actividades. Se implementan documentos nuevos derivado de la necesidad del departamento de calidad en materia de recopilación de información en áreas específicas.

### **3.9. Gestión del departamento de calidad**

Como parte de la normalización de los procesos de calidad, es necesario la identificación de la importancia del departamento de calidad y lo que representa en la empresa.

El diseño de partes fundamentales para la correcta gestión de calidad se ha elaborado para definir las acciones de cada colaborador del departamento y el cumplimiento de sus funciones, así como el cumplimiento de los objetivos generales del departamento de calidad.

#### **3.9.1. Definición de misión, visión y estructura organizacional**

Como parte de la gestión del departamento de calidad, se definió con el equipo de calidad: misión, visión y estructura organizacional del departamento.

##### **3.9.1.1. Definición de misión del departamento de calidad**

Ser un equipo que vela por lograr niveles óptimos de calidad en la producción de camas de Facenco S.A., planificando, dirigiendo e implementando un sistema de gestión de calidad que satisfaga las necesidades del cliente con una filosofía de mejora continua.

##### **3.9.1.1. Definición de visión del departamento de calidad**

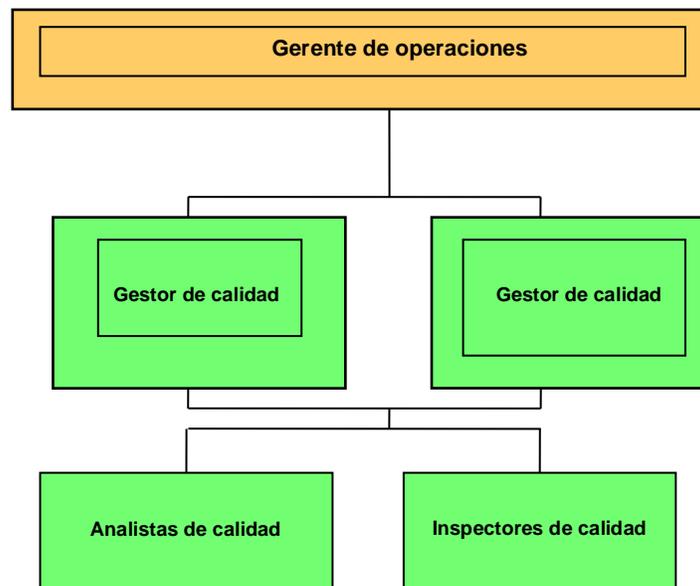
En el año 2022, el departamento de calidad cuenta con una certificación ISO 9001:2015, obteniendo las condiciones óptimas de calidad en el proceso

productivo y producto terminado, logrando así satisfacer las necesidades del cliente en todos los aspectos.

### 3.9.1.2. Estructura organizacional

Como parte de la estructura organizacional del departamento de calidad se definen los puestos para realizar el proceso de recepción e inspección de materia prima.

Figura 71. Organigrama definido del departamento de calidad



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### **3.9.2. Funciones y responsabilidades definidas en el departamento de calidad**

Como parte de la gestión del departamento de calidad, se definió con el equipo de calidad las funciones y responsabilidades de cada puesto.

#### **3.9.2.1. Gestores de calidad**

- Diseña, aprueba, aplica y mantiene el sistema de gestión de la calidad.
- Responsables directos del departamento de calidad en la empresa.
- Velar por el cumplimiento del sistema de gestión de calidad en la empresa.
- Garantiza la disponibilidad tanto de los recursos humanos y materiales necesarios como de la información necesaria para el funcionamiento y el control eficaces de los procesos del sistema de gestión de la calidad.
- Delega tareas al personal cualificado.
- Evaluación y selección a los proveedores.
- Garantiza la comunicación interna y externa.
- Elaboración de informes técnicos.
- Encargados de evaluación y aprobación parcial de nuevos proyectos.
- Evalúa tanto las instalaciones, los procedimientos y las prácticas como la capacitación del personal que requieren las actividades de la planta, en lo que se refiere al sistema de gestión de la calidad.

#### **3.9.2.2. Inspector de la calidad**

- Establece y vigila todos los procesos y procedimientos relacionados con el sistema de gestión de la calidad.
- Resuelve los casos de no conformidad.

- Garantiza la adopción de medidas encaminadas a la mejora continua de los procesos y las actividades.
- Realiza las actividades de inspecciones de calidad.
- Realiza las auditorías presentadas en el plan de calidad.
- Informa a los gestores de calidad sobre problemas en planta.
- Verifica diariamente el cumplimiento de las buenas prácticas de producción.

### **3.9.2.3. Analista de la calidad**

- Establece y vigila todos los procesos y procedimientos relacionados con el sistema de gestión de la calidad.
- Resuelve los casos de no conformidad.
- Garantiza la adopción de medidas encaminadas a la mejora continua de los procesos y las actividades.
- Realiza los reportes de calidad, utilizando la información proporcionada por el inspector de calidad.
- Realiza cálculos estadísticos y matemáticos para el control adecuado de los registros en cuestión relacionada a calidad.
- Realiza informes y observaciones técnicas de los procedimientos de producción, así como hallazgos de no conformidad y mejoras en la fabricación.

### **3.10. Proceso de recepción e inspección de materias primas**

Para el proceso de recepción e inspección de materias primas se hará uso de los siguientes aspectos determinados por el departamento de calidad.

### **3.10.1. Definición**

Dentro de los procesos de calidad, se tiene como primer punto el proceso de recepción e inspección de materias primas. Es importante la revisión por parte de los equipos de calidad de la recepción e inspección, ya que anteriormente se han presentado no conformidades en el producto final debido a materia prima en mal estado. El proceso de recepción e inspección de materias primas se realiza por cualquier integrante del departamento de calidad (en su mayoría por el inspector de calidad).

Para realizar el proceso de inspección de materias primas se hace uso de la tabla AQL para muestreo.

Durante la inspección se revisa lo siguiente:

- La cantidad (productos semielaborados, terminados y empacados).
- La apariencia visual (revisión de la producción en masa).
- Las especificaciones del producto (tamaño, dimensiones, colores).
- Etiquetado y marcado.
- Empaque y embalaje.
- Funcionalidad y pruebas especiales.

El uso de la tabla AQL será responsabilidad de los inspectores de calidad, utilizando la guía de uso de AQL proporcionada por el departamento.

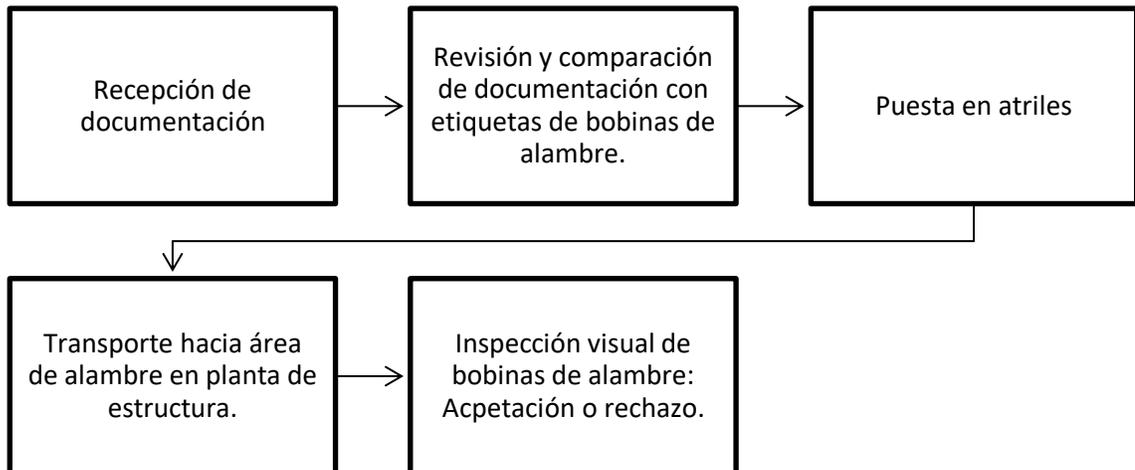
### **3.10.2. Proceso de inspección de alambre calibre 13.5, 17 y 8**

Para el proceso de inspección de Alambre 13.5, 17 y 8 se hará uso de las fichas técnicas de los alambres proporcionados por el departamento de calidad.

### 3.10.2.1. Recepción de bobinas de alambre

Para el proceso de recepción del alambre, se realiza una inspección inicial visual en busca de presencia de óxido, manchas, peso y comparación de la documentación con etiquetas en las bobinas. Se rechazará la materia prima en casos muy notorios de inspección visual.

Figura 72. Recepción de bobinas de alambre



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### 3.10.2.2. Proceso de inspección de alambre

El proceso de inspección de alambre se realizará cada vez que se solicite alambre a utilizar, ya sea en resortes (alambre calibre 13,5), ensambladoras para ojo (alambre calibre 17) o alambre para realizar marcos.

Cuando el operario solicite materia prima de resorte, el montacargas deberá anotar en la etiqueta de la bobina el código de la máquina donde se instalará la bobina y trasladar la etiqueta al inspector de calidad.

El operario que solicita el alambre, deberá de cortar un pedazo de alambre de aproximadamente 30 centímetros de largo y trasladar esta muestra de alambre al inspector de calidad, ya que con esta muestra se realizará la inspección de calidad, analizando las siguientes características: diámetro y ovalación.

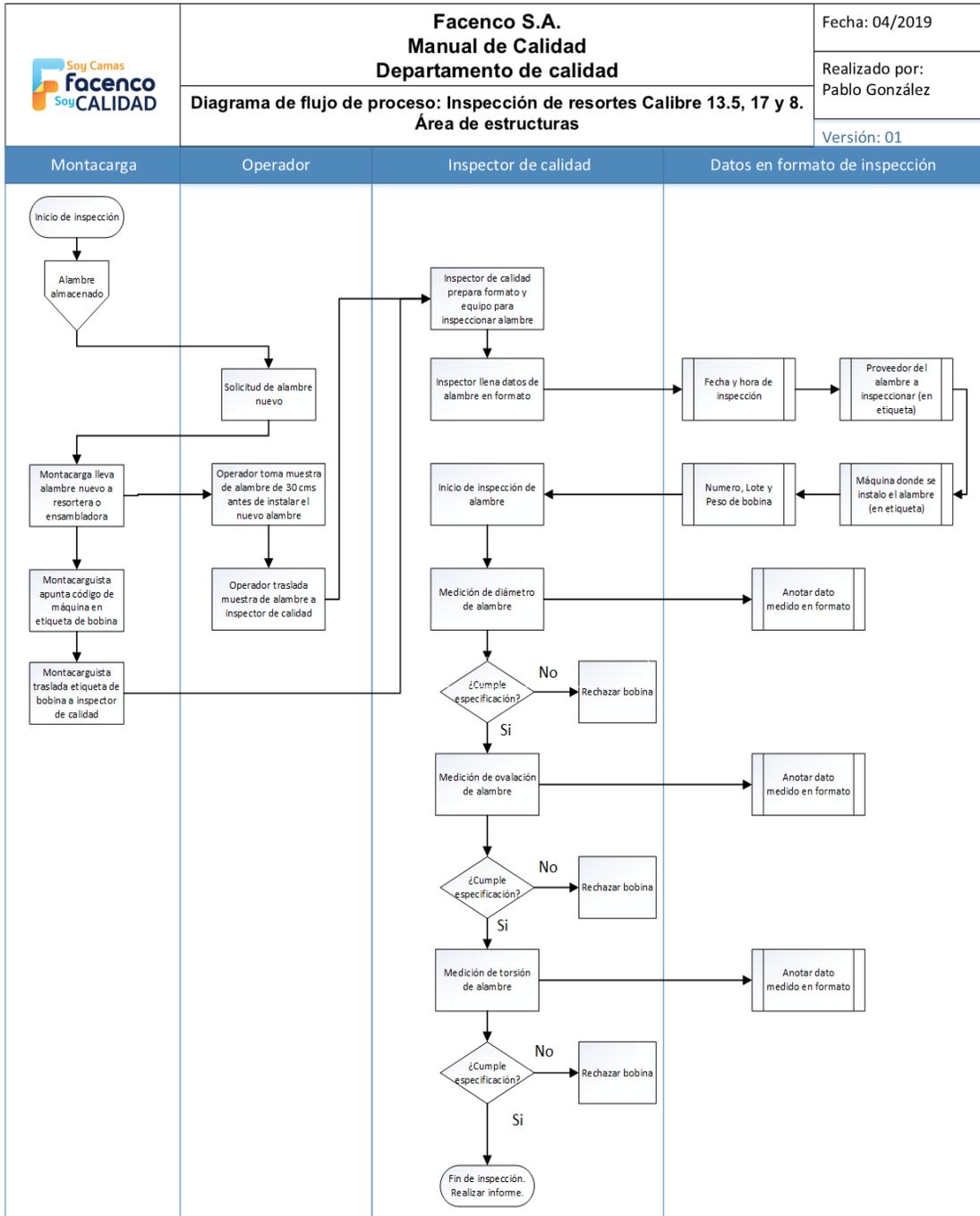
Para la aceptación en la inspección, el alambre deberá de cumplir con las características mostradas en la siguiente tabla.

**Tabla LXXXVIII. Características de aceptación en inspección de alambre**

Alambre	Característica	Mínimo	Máximo
Calibre 13.5	Diámetro (mm)	2,18	2,22
	Ovalación (mm)	----	0,03
	Torsión (# de vueltas)	30	40
Calibre 17	Diámetro (mm)	1,45	1,49
	Ovalación (mm)	----	0,03
	Torsión (# de vueltas)	30	40
Calibre 8	Diámetro (mm)	4,8	4,12
	Ovalación (mm)	----	0,03
	Torsión (# de vueltas)	10	20

Fuente: elaboración propia, Departamento de calidad, Facenco S.A.

Figura 73. Flujograma: inspección de alambre como materia prima



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.10.3. Proceso de inspección en camastrones armados

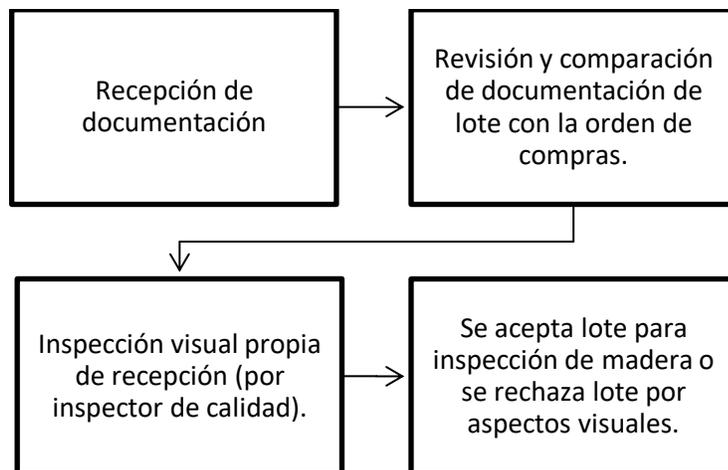
Para el proceso de inspección de camastrones se hará uso de la ficha técnica de camastrón.

#### 3.10.3.1. Recepción de camastrón armado

Para el proceso de recepción del camastrón se realizará una inspección visual inicial cuando el lote este en la empresa. Se buscará con la recepción la primera fase de la aceptación de camastrón.

Aspectos a revisar visualmente: Presencia de nudos, quebraduras, rajaduras, manchas, humedad, aspectos generales de la madera consideradas por el inspector de calidad.

Figura 74. Proceso de recepción de camastrón armado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### 3.10.3.2. Inspección de camastrón armado

Para el proceso de inspección de camastrón se hará uso de la ficha técnica de camastrón, revisando medidas especificadas, humedad y aspectos generales. Todos los datos deberán ser anotados en formato de camastrón.

El encargado de la inspección será el inspector de calidad que deberá anotar en el formato todas las características pedidas y trasladar la información al analista de calidad para el posterior informe de la inspección.

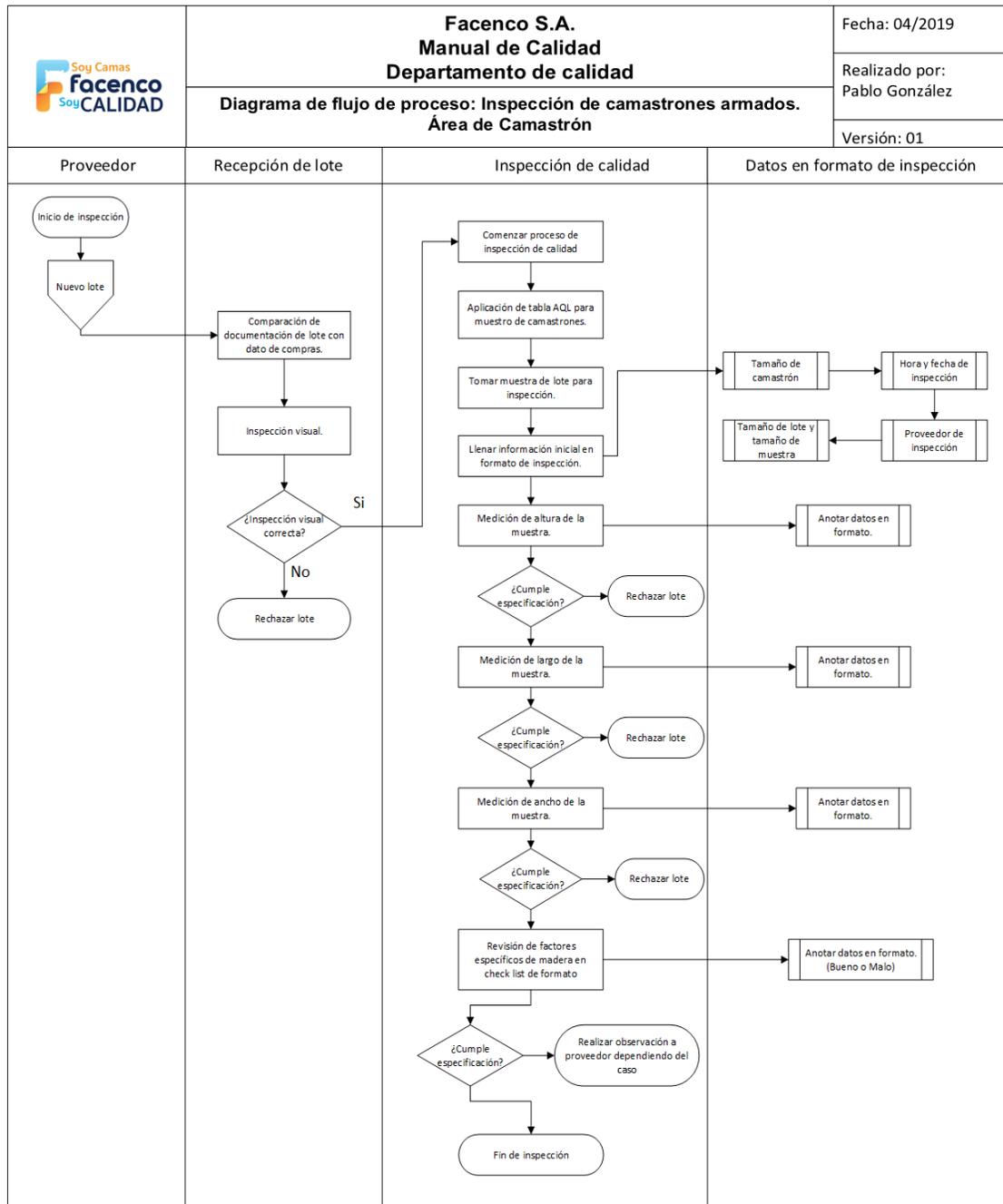
La inspección de camastrón se realizará utilizando las medidas establecidas por el departamento de calidad

Tabla LXXXIX. **Medidas de camastrón para inspección**

Dimensiones de Camastrón	Valor		Imperial	Matrimonial	Queen	King
	Altura (in)	Min		6 7/8	8 7/8	8 7/8
Max			7 1/8	9 1/8	9 1/8	9 1/8
Ancho (in)	Min		38 3/8	53 7/8	60 3/8	38 1/8
	Max		38 5/8	54 1/8	60 5/8	38 3/8
Largo (in)	Min		74 3/8	74 3/8	77 3/8	77 3/8
	Max		74 5/8	74 5/8	77 5/8	77 5/8

Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Departamento de calidad.

Figura 75. Flujograma: inspección de camastrón armado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.10.4. Proceso de inspección de despiezado para camastrón

La materia prima para la producción de camastrones es llamado despiezado, donde el proveedor envía las piezas de madera para que en el área de camastrones de la empresa Facenco pueda armarse.

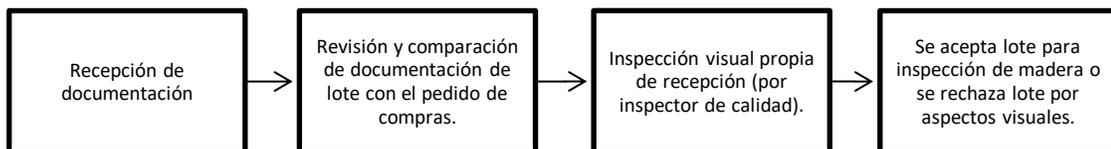
Se realiza una recepción de despiezado donde se tiene la primera evaluación visual (primera etapa) para aceptar o rechazar el lote. Luego se realiza la inspección específica.

#### 3.10.4.1. Recepción de despiezado

Para el proceso de recepción del despiezado se realizará una inspección visual inicial cuando el lote este en la empresa. Se buscará con la recepción la primera fase de la aceptación del lote.

Aspectos a revisar visualmente: Presencia de nudos, quebraduras, rajaduras, manchas, humedad, aspectos generales de la madera consideradas por el inspector de calidad.

Figura 76. Proceso de recepción de despiezado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

#### **3.10.4.2. Inspección de despiezado**

Para el proceso de inspección de camastrón se hará uso de la ficha técnica de camastrón, revisando medidas especificadas, humedad y aspectos generales. Todos los datos deberán ser anotados en formato de despiezado de camastrón.

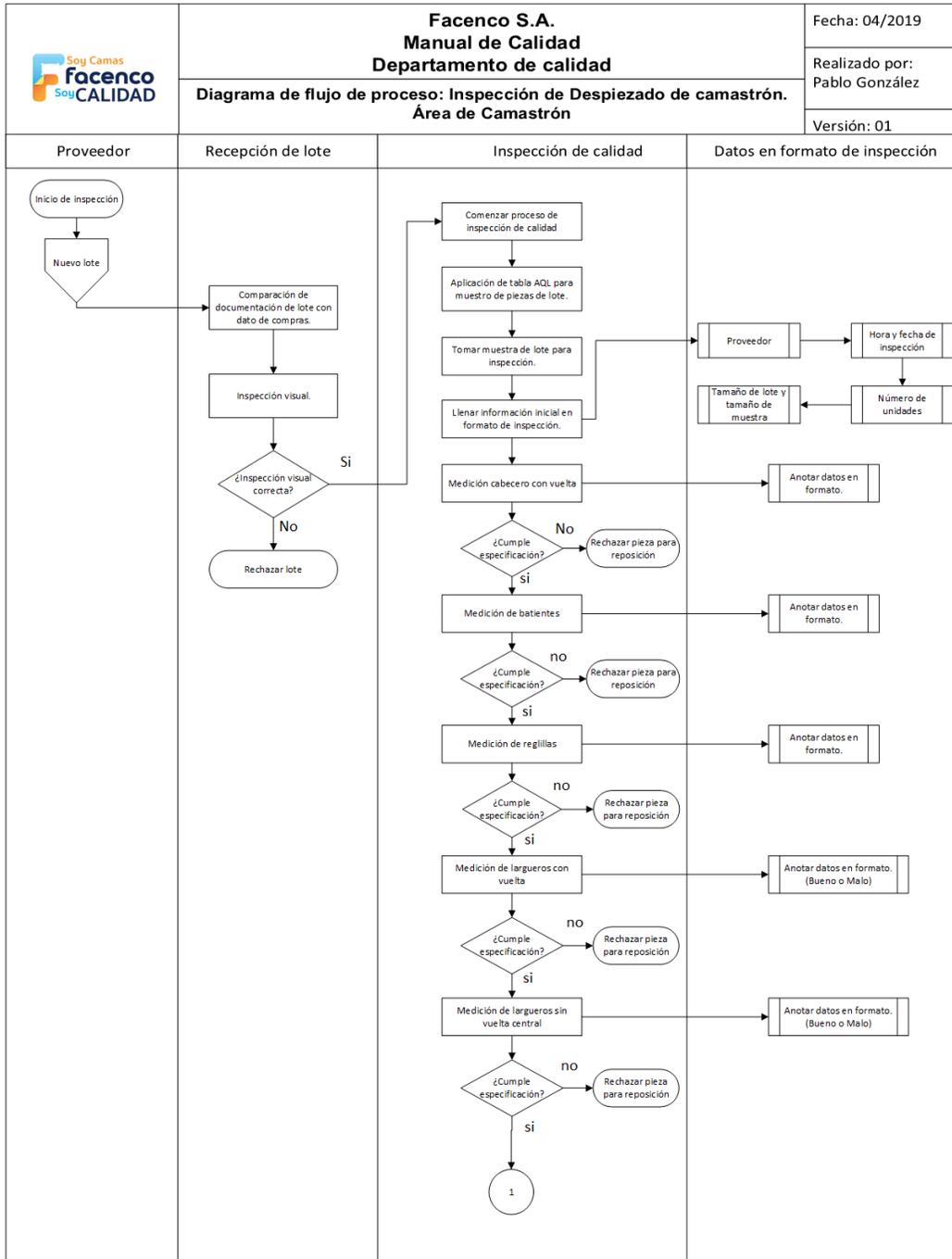
El encargado de la inspección será el inspector de calidad que deberá anotar en el formato todas las características pedidas y trasladar la información al analista de calidad para el posterior informe de la inspección.

La inspección de camastrón se realizará utilizando las medidas establecidas por el departamento de calidad.

El proceso de inspección de despiezado para camastrón utilizará el tipo de muestreo por AQL, el cual será explicado y capacitado por el departamento de calidad al inspector de calidad que realizará el proceso.

El procedimiento de inspección de despiezado se muestra a continuación por medio de un diagrama de flujo.

Figura 77. Flujograma de inspección de despiezado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.



### 3.10.5. Proceso de inspección para rollos de esponja

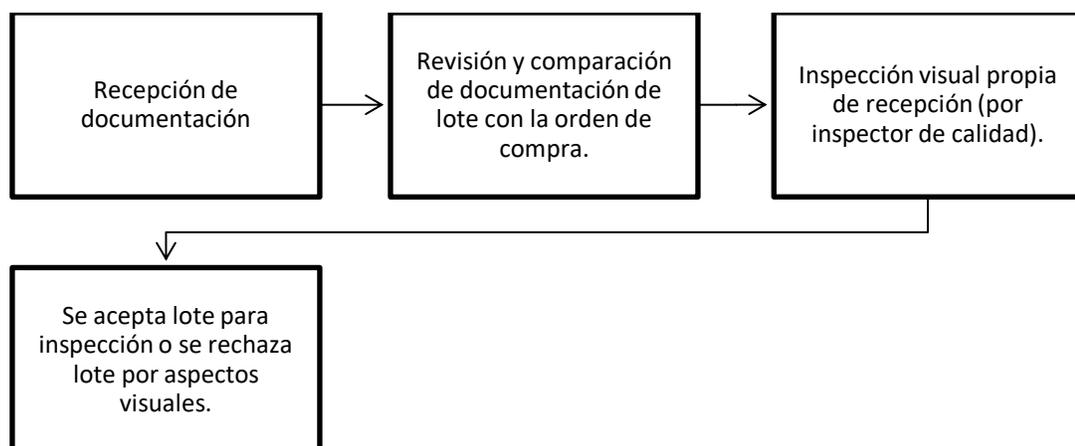
La esponja es utilizada para las capas en las multienguatadoras, por lo que la calidad de estas debe ser óptima y así asegurar un producto semielaborado (capas) en perfectas condiciones, ya que es un aspecto muy crítico en la calidad del producto terminado.

La esponja viene en rollos de diferente medida y densidad, por lo que el equipo de calidad debe velar porque se cumplan estas normas y los aspectos de calidad de la esponja.

#### 3.10.5.1. Recepción de rollos de esponja

Para el proceso de recepción de los rollos de esponja, se realizará en conjunto con el equipo de materia prima para asegurar que se obtengan la cantidad de rollos adecuados y con las características visuales en buen estado.

Figura 78. Proceso de recepción de despiezado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### 3.10.5.2. Inspección de rollos de esponja

Para el proceso de inspección de rollos de esponja se hará uso del muestreo por AQL para tomar la muestra de los rollos de esponja y se procederá con la inspección visual de los rollos.

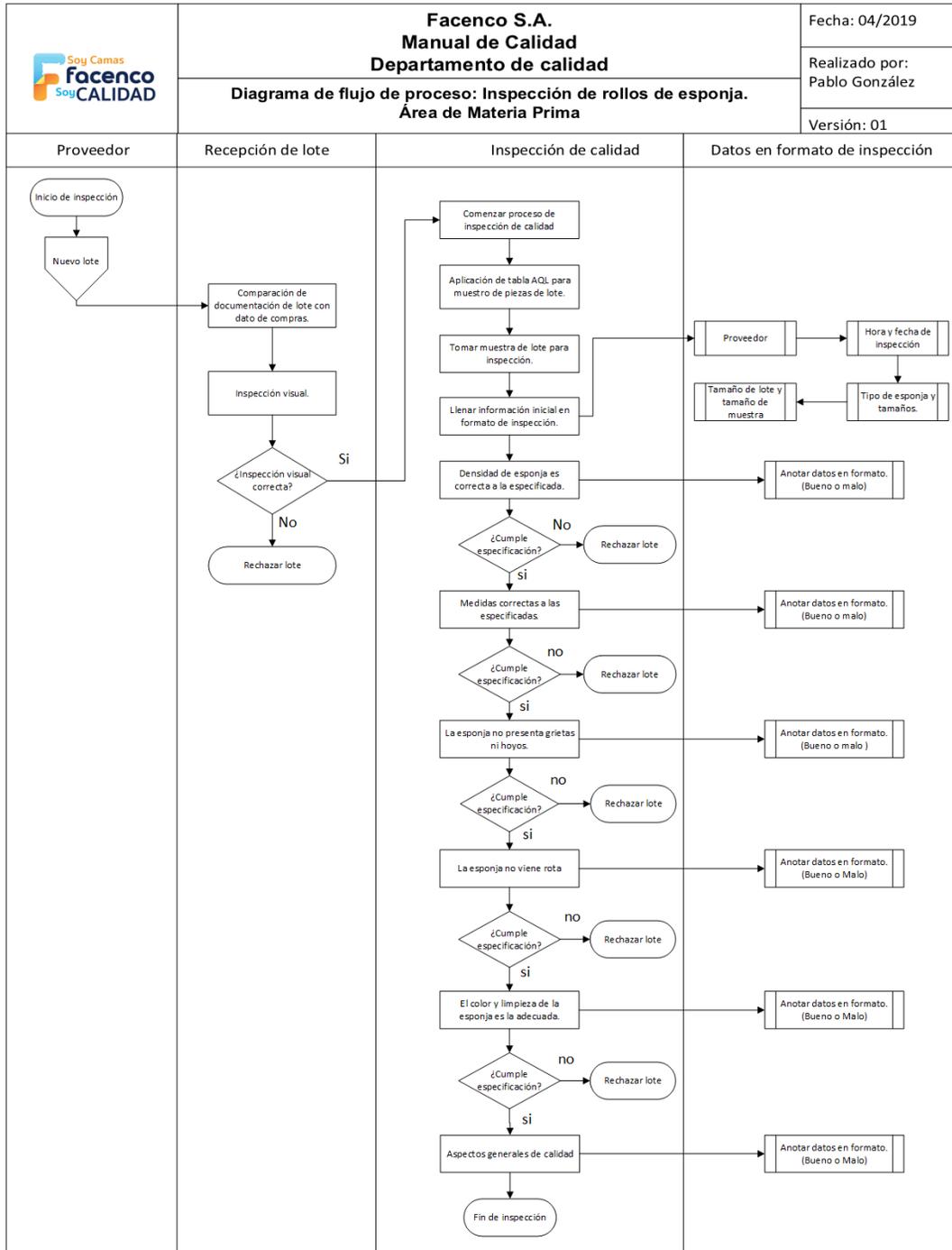
La inspección de rollos de esponja se realizará utilizando las medidas establecidas por el departamento de calidad.

Figura 79. **Medidas utilizadas para inspección de rollos de esponja**

Producto: <b>ESPONJA DE POLIURETANO</b>				
Medida: 40" X 80", VARIOS CALIBRES				
<b>Tipo</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Compresion</b>	<b>Resiliencia</b>	<b>Color</b>
D-12	11.5 - 12.5	<= 10 %	>= 90 %	BLANCA
D-15	14.5 - 15.5	<= 5 %	>= 95 %	BLANCA, CELESTE
D-17	16.5 - 17.5	<= 5 %	>= 95 %	BLANCA
D-19	18.5 - 19.5	<= 5 %	>= 95 %	BLANCA
D-22	21.5 - 22.5	<= 5 %	>= 95 %	BLANCA
D-28	27.5 - 28.5	<= 5 %	>= 95 %	BLANCA
Aglutinado Suave	60 - 65			
Aglutinado Semi-duro	70 - 75			
Aglutinado Duro	75 - 80			

Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Departamento de calidad.

Figura 80. Flujograma de inspección de rollos de esponja



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.10.6. Proceso de inspección para marcos de alambre de calibre 8

Los marcos de alambre para la estructura de resortes, son encargados por la empresa a distintos proveedores. Los marcos deben de contar con ciertas especificaciones que se darán en la ficha técnica de los marcos, ya que estos deben poseer ciertas características para lograr el estándar de calidad de las estructuras.

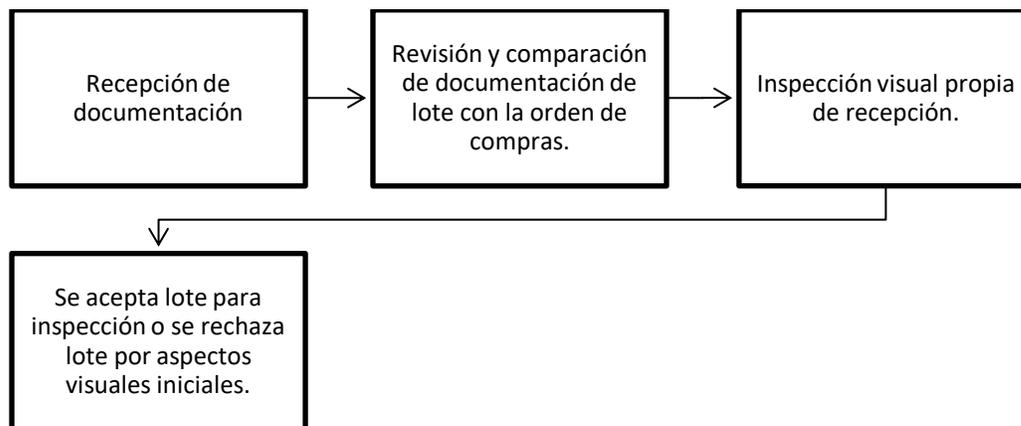
Encargado de inspección de marcos: Inspector de calidad.

#### 3.10.6.1. Recepción de marcos de alambre

Para el proceso de recepción de los marcos de alambre, se realizará junto a los encargados de materia prima y encargado del área de estructuras.

En recepción se verá la factura y la comparación del producto con los datos y número de lote.

Figura 81. Proceso de recepción de marcos de alambre



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.10.6.2. Inspección de rollos de esponja

Para el proceso de inspección de marcos de alambre se hará uso del muestreo por AQL para tomar la muestra de los marcos de alambre y se procederá con la inspección visual de los rollos.

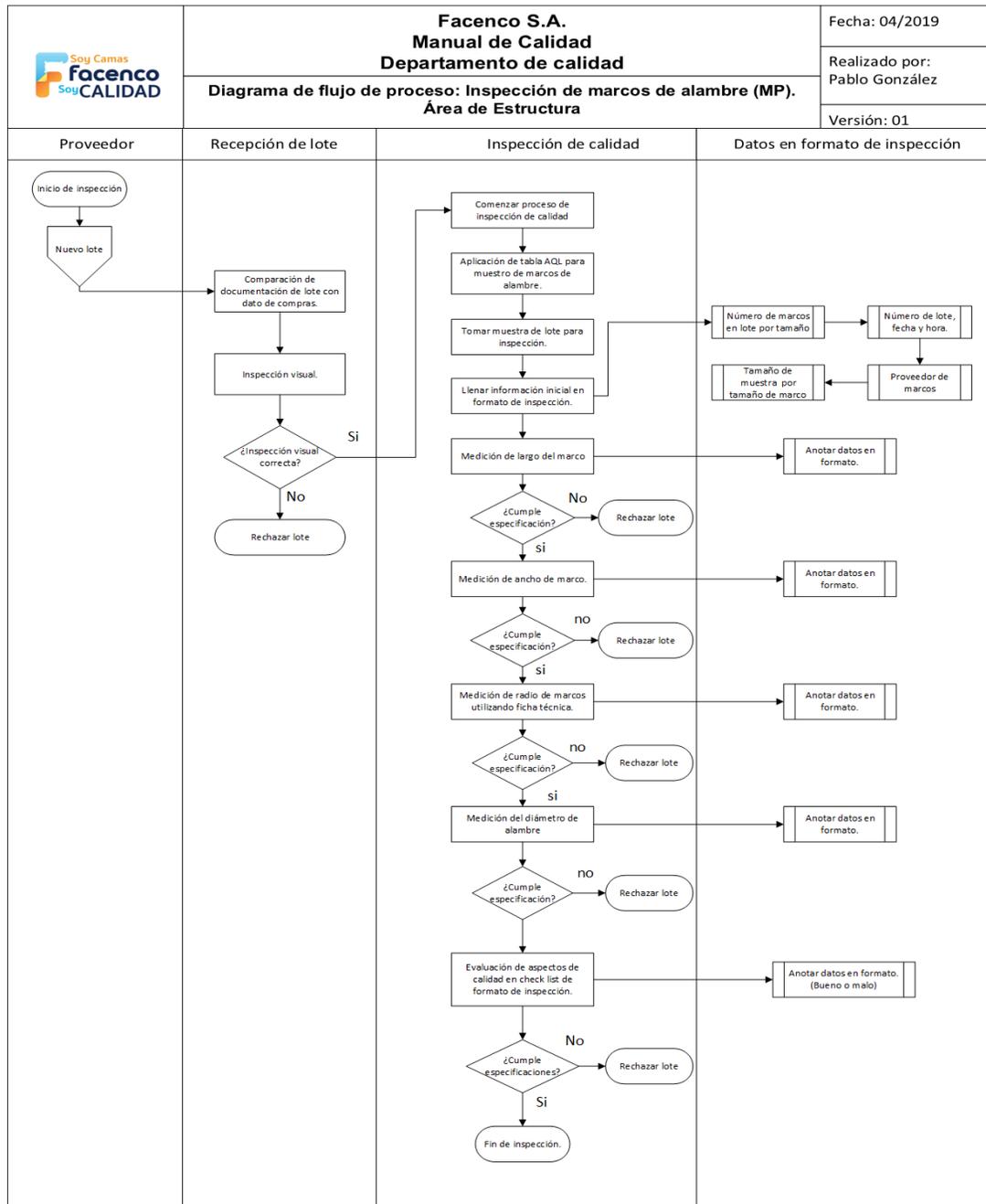
Para la inspección de marcos de alambre se hará uso de un formato elaborado en conjunto con el equipo de calidad, en el cual se demuestran todos los factores importantes a inspeccionar.

Figura 82. **Medidas utilizadas para inspección de rollos de esponja**

Facenco La cama de tus sueños		REPORTE DE INSPECCIÓN DE MARCOS DE ESTRUCTURA		Código:	GC-T-00	
				Edición	2	
				Aprobación:	11/4/2019	
INFORMACIÓN GENERAL						
Fecha:		Inspector de calidad:			Hora:	
Número de marcos		Número de lote:	Proveedor:		Muestra por AQL (marcos)	
Imperial					Imperial	
Matrimonial					Matrimonial	
Queen					Queen	
King					King	
Especificaciones de Marco						
Tipo	Largo		Ancho		Radio	Diámetro del alambre (mm)
	Medida (+/-1/4")	Dato tomado	Medida (+/-1/4")	Dato tomado	( 36 +/-1 mm teórico)	(4.00 +/- 0.25 mm teórico)
Imperial	74"		38"			
Matrimonial	74"		54"			
Queen	77"		60"			
King	77"		77"			
CARÁCTERÍSTICAS VISUALES						
Check List					Bueno	Malo
Presencia de manchas y oxidación en alambre						
Demasiada curvatura en alambre						
Alambre presenta ovalación						
Marco recto con ángulo de 90°.						
Estado de la soldadura del marco						

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 83. Flujograma de inspección de marcos de alambre calibre 8



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.11. Proceso de evaluación y reclamo a proveedores

Dentro de los procesos de control de calidad, el reclamo a proveedores es el proceso mediante el cual, luego de inspección a materias primas, se les realizará la observación a los proveedores con los reportes de inspección de materia prima y los resultados, para que tales proveedores puedan mejorar la calidad de la materia prima que se utilizará en la empresa.

#### 3.11.1. Reclamo a proveedores

Junto al equipo de calidad se implementó y se diseñó un formato para la documentación de casos en relación a reclamo de proveedores.

Figura 84. Formato de reclamo a proveedores

	RECLAMO A PROVEEDORES	Código:	
		Edición:	
		Actualización:	

**Información:**

Fecha del Reclamo:		No. De Reclamo:	
Nombre quien emite el reclamo	Cargo:		
Nombre del Proveedor:	Producto:		
Fecha de ingreso a bodega:	Cantidad:		
Lote	Cantidad reclamada:		

**Descripción del Reclamo:**

Información	Imagen

**Acción Tomada:**

<input type="checkbox"/> Rechazado (El producto debe retornar al proveedor)
<input type="checkbox"/> Retenido (El producto queda en cuarentena en espera de su disposición final)
<input type="checkbox"/> Descartado (El producto es desechado)
<input type="checkbox"/> Otro (especificar):

**Seguimiento por parte del proveedor:**

Información General	
Responsable del seguimiento:	Cargo:
Acciones Correctivas	
Información	Imagen
Solución al problema:	
Acción tomada:	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 3.11.2. Evaluación de proveedores

Como parte de la estandarización y elaboración de nuevos procedimientos de calidad, se optó por realizar una evaluación a los proveedores, debido a los altos índices de fallas en materia prima y variabilidad en las medidas de la misma.

En conjunto con el equipo de calidad, se desarrolló un tipo de evaluación basado en puntajes, con lo cual se sabrá de mejor modo el tipo de observación y reclamo que debe realizarse a cada proveedor.

Los proveedores se calificarán, con puntaje del 1 al 4 donde:

1= No adecuado, 2= Con observaciones, 3= Adecuado y 4= Excelente.

Este puntaje se dará utilizando el promedio simple ponderado de la calificación de los siguientes ítems:

Tabla XC. **Definición de puntajes para evaluación de proveedores**

Calif.	% De productos no conformes y reclamos	%De retraso en la fecha de entrega convenida	Cumplimiento de requisitos fiscales o problemas de documentos en la entrega de producto.	Quejas o reclamos de producto terminado FACENCO ocasionados por los productos comprados al proveedor.	Auditoría de transporte realizada por el equipo de calidad
<b>Ponderación de factor</b>	50 %				

Continuación de la tabla XC.

<b>1</b>	<b>Más del 33 % de productos recibidos.</b>	<b>Más del 20 % de las entregas retrasadas.</b>	<b>No se entregó la documentación luego de reiterados avisos.</b>	<b>Más del 2 % de las quejas de los clientes fueron originadas en sus productos.</b>	<b>Más del 50% de auditorías al transporte del proveedor ha sido rechazado.</b>
<b>2</b>	10 al 33 %	10-20 %	Entrego la documentación fuera de la fecha en reiterados avisos.	1-2 % de las quejas de los clientes fueron originadas en sus productos.	Más del 25 % de auditorías al transporte del proveedor ha sido rechazado
<b>3</b>	2-10 %	Menos del 10 %	Entregó la documentación fuera de la fecha luego del primer aviso.	0,5-1 % de las quejas de los clientes fueron originadas en sus productos.	Más del 10 % de auditorías al transporte del proveedor ha sido rechazado.
<b>4</b>	Menos del 2 % de productos no conformes.	Ninguna entrega retrasada	Entregó la documentación correctamente y en la fecha establecida.	Menos del 0,5 % de las quejas de los clientes fueron originadas en sus productos.	Menos del 10 % de las auditorías del transporte del proveedor ha sido rechazado.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Luego de conocer los puntajes en cada factor de puntuación, se determinó con el equipo de calidad clasificar a los proveedores en cuatro tipos:

- No adecuado
- Con observaciones
- Adecuado
- Excelente

Tabla XCI. Descripción de tipo de proveedor según calificación

Calificación	Promedio de punteos	Definición
<b>No adecuado</b>	1	El proveedor no cumple con los requisitos de materia prima evaluados por el equipo de calidad. Se deben realizar observaciones al proveedor para la mejora en la entrega, proceso y producto elaborado. En caso de no existir mejora, el proveedor no es apto para trabajar con Facenco.
<b>Con observaciones</b>	2	El proveedor necesita mejorar en los aspectos evaluados. Realizar observaciones al proveedor para la mejora de los procesos. En caso de no existir mejora, indicar al equipo de compras y logística para toma de decisiones.
<b>Adecuado</b>	3	El proveedor es adecuado para comprarle materia prima. Aún existen observaciones en algunos aspectos, por lo que se deben realizar al proveedor.
<b>Excelente</b>	4	El proveedor es óptimo y excelente en la entrega de materia prima. Informar al proveedor de alguna observación e invitarlo a seguir trabajando de la mejor manera.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XCII. Ejemplo de evaluación a proveedores

Prov.	Punteos					Σ	Calif. final
	% De productos no conformes y reclamos (punto 8.6)	%De retraso en la fecha de entrega convenida	Cumplimiento de requisitos fiscales o problemas de documentos en la entrega de producto.	Quejas o reclamos de producto terminado	Auditoría de transporte realizada por el equipo de calidad		
P 1	1	2	4	2	1	2	Con observ.
P 2	1	1	2	1	2	1	No adecuado
P 3	4	4	3	4	3	4	Excelente

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al realizar la ponderación de proveedores, debe de informarse al equipo de logística y compras para toma de decisiones en conjunto, así como indicar las observaciones encontradas a los proveedores.

### **3.12. Proceso de inspecciones internas de producción**

Dentro de los procesos de calidad, se tiene como segundo punto el proceso de inspecciones internas de producto tanto semielaborado como elaborado. Es importante la revisión por parte de los equipos de calidad de las inspecciones propias del proceso productivo de la empresa debido a que anteriormente se han presentado no conformidades en el producto final, debido a causas como mal proceso, defectos de operación, materia prima en mal estado, mal manejo, mal transporte de producto terminado, entre otros.

El proceso inspección se realiza por cualquier integrante del departamento de calidad (en su mayoría por el inspector de calidad).

Para realizar el proceso de inspección de productos se hace uso de la tabla AQL para un muestreo, la cual es presentada por el departamento de calidad a los colaboradores por medio de capacitaciones.

Durante la inspección se revisa lo siguiente:

- La cantidad (productos semielaborados, terminados y empacados).
- La apariencia visual.
- Las especificaciones del producto (tamaño, dimensiones, colores).
- Etiquetado y marcado.
- Empaque y embalaje.

- Funcionalidad y pruebas especiales.

### 3.12.1. Inspección interna en área de costura

En el área de Costura se realiza la inspección de acuerdo a la tabla AQL y un plan de muestreo establecido por el departamento de calidad, tanto en frecuencia como en cantidad. En el área de costura existen diferentes sub-áreas, donde en cada sub-área se realizará un proceso de inspección en busca de no conformidades.

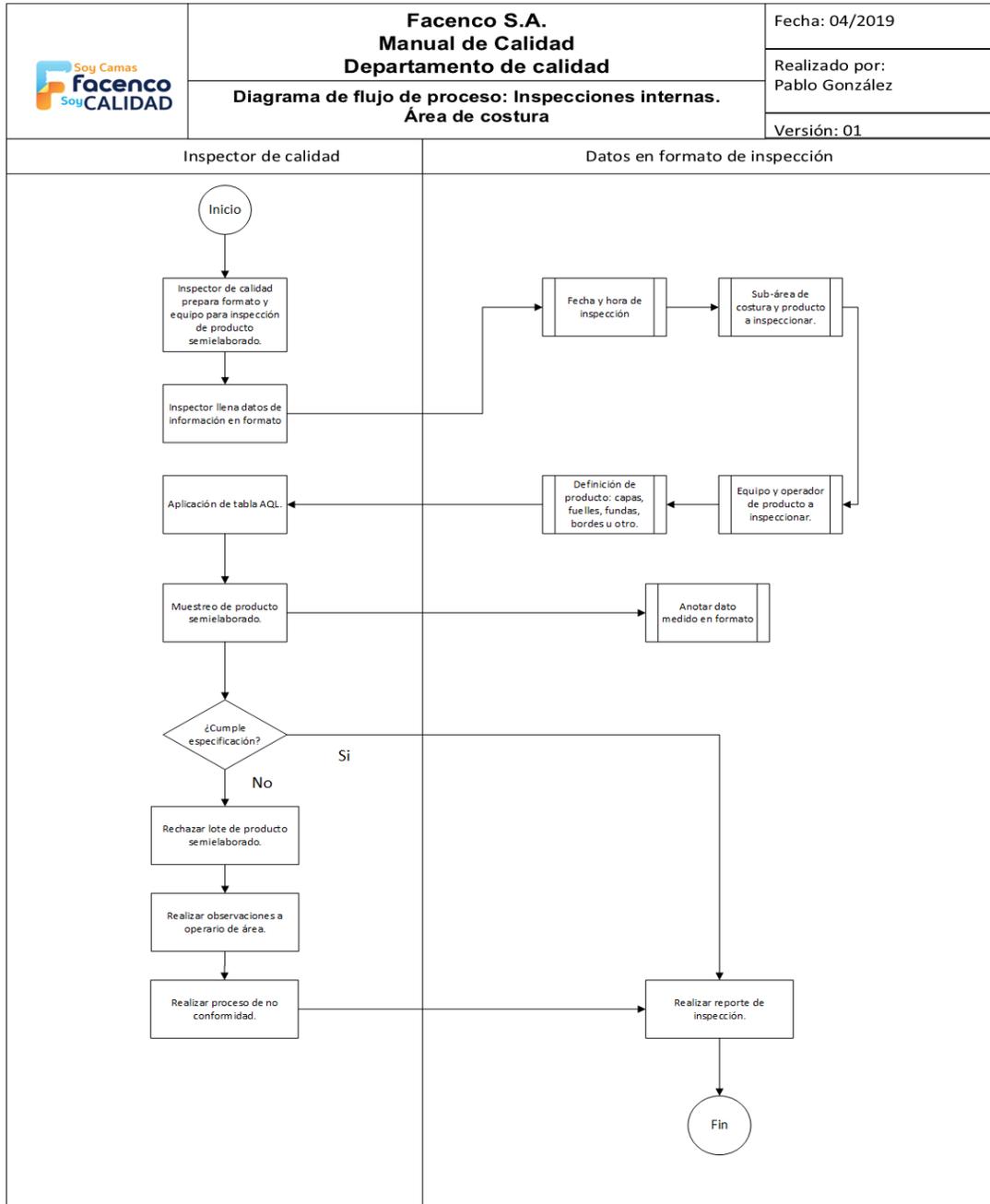
Los subgrupos establecidos en el área de costura son los siguientes:

Tabla XCIII. **Sub-áreas de planta de costura**

<b>Sub-área</b>	<b>Productos elaborados</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Aspectos de calidad a evaluar.</b>
Capas	Capas	Área de capas incluye: área de multienguatadoras y área de capas terminadas (overlock). Se deben revisar las capas de acuerdo a tabla AQL en busca de las características de calidad establecidas por el departamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchas</li> <li>- Saltos de puntada</li> <li>- Rasgaduras</li> <li>- Defecto de tela</li> <li>- Defecto de esponja</li> <li>- Mala medida</li> </ul>
Fundas	Fundas	Revisar las fundas diariamente de acuerdo a la tabla AQL en busca de las características de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saltos de puntada</li> <li>- Mala medida</li> <li>- Especificaciones</li> </ul>
Forros	Forros	Realizar inspección aleatoria de forros en busca de características que no cumplan con los criterios de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saltos de puntada</li> <li>- Mala medida</li> <li>- Especificaciones</li> </ul>
Fuelles	Fuelles (con Bies) para Comfort Life.	Realizar muestreo para inspección de fuelles. Revisar que tengan el tamaño adecuado y búsqueda de características que cumplan con los criterios de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saltos de puntada</li> <li>- Mala medida</li> <li>- Especificaciones</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

Figura 85. **Flujograma: Inspección de semi-elaborados en área de costura**



Fuente: elaboración propia. Empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.12.2. Inspección interna en área de estructura

En el área de estructura se realizan dos tipos de inspecciones de producto elaborado: Inspección de resortes e inspección de estructuras terminadas.

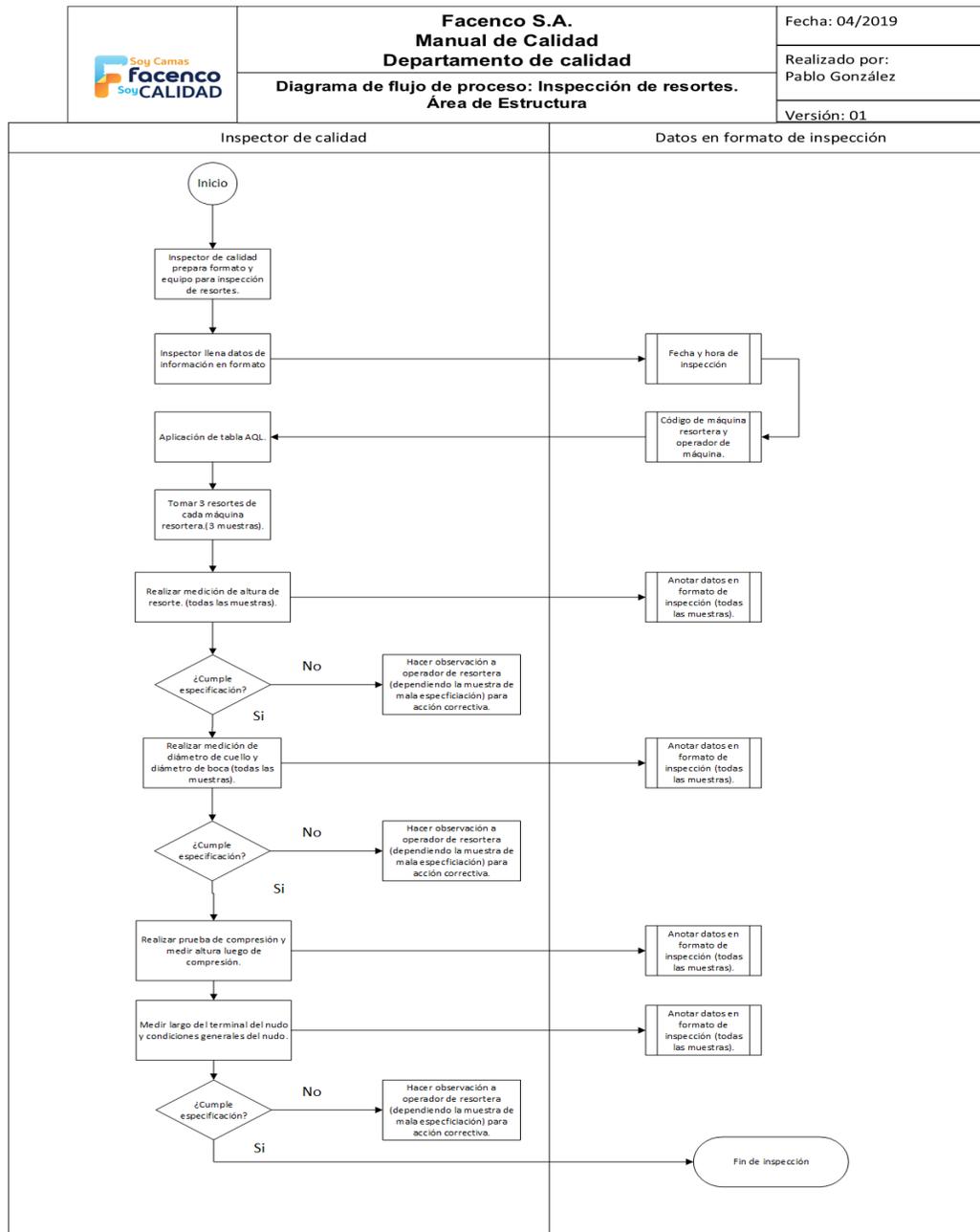
Se determinó con el departamento de mantenimiento mantener un estricto control de calidad en el área de inspección de resortes y estructuras terminadas, debido a los paros de proceso no programados que se encontraron en la implementación del indicador de efectividad global de equipos.

Tabla XCIV. **Sub-áreas en planta de estructura**

<b>Sub-área</b>	<b>Productos elaborados</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Aspectos de calidad a evaluar.</b>
Resorteras	Resortes	Inspección de resortes por cada resortera diario. Se realiza la inspección y se realizan observaciones a operario de resorteras para corregir el problema en resortes según sea el caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura de resorte.</li> <li>- Diámetro de boca.</li> <li>- Diámetro de cuello.</li> <li>- Condición del nudo.</li> <li>- Ensayo de compresión.</li> <li>- Condiciones generales.</li> </ul>
Área de flejado	Estructuras terminadas	Inspección de estructuras terminadas en el área de flejado. Se realiza la inspección y se realizan observaciones al operario de flejado o a operario de ensamble según sea la corrección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancho y largo de cara superior.</li> <li>- Ancho y largo de cara inferior.</li> <li>- Identificación de saltos.</li> <li>- Condiciones de ojío.</li> <li>- Otros.</li> </ul>

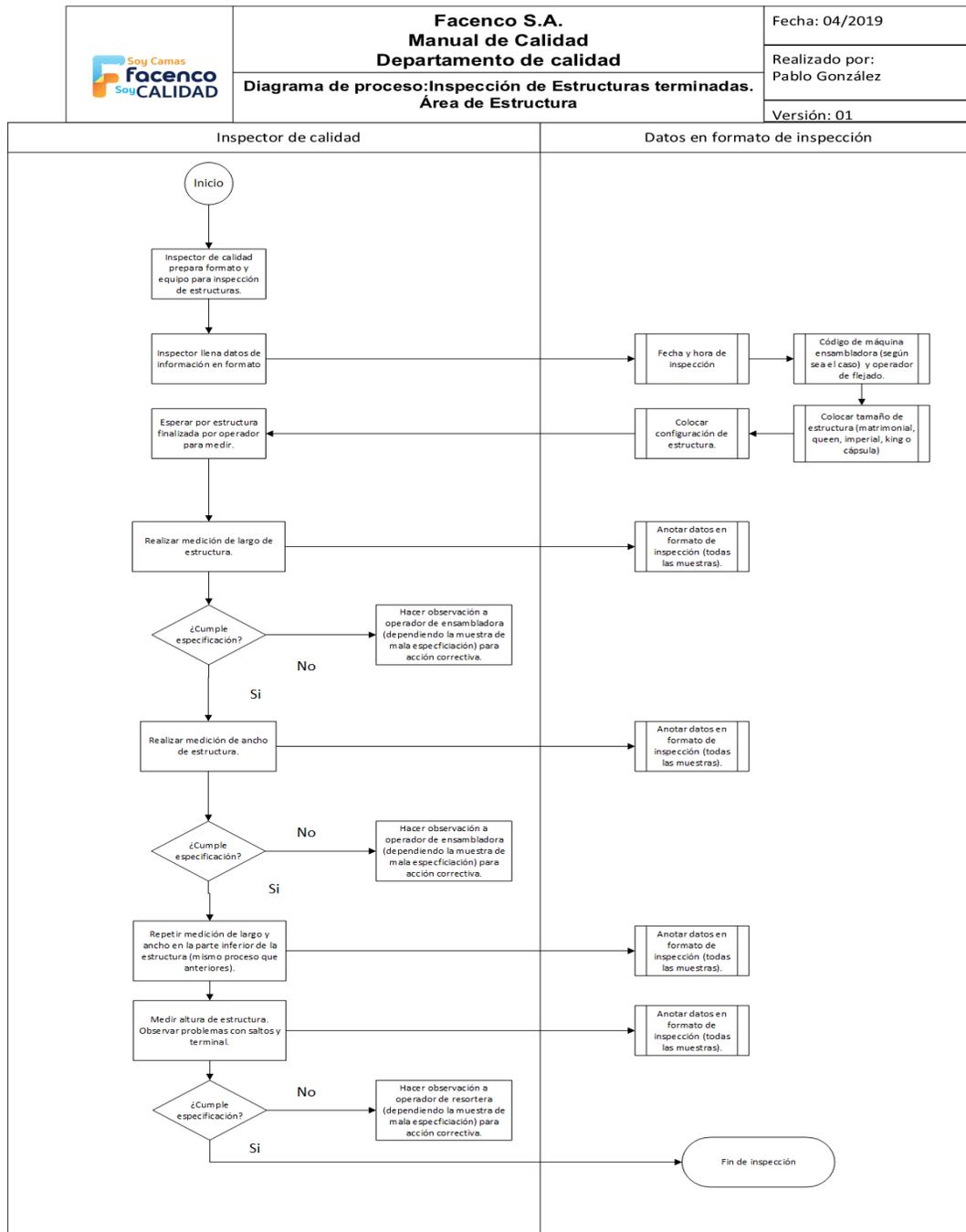
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 86. **Flujograma: Inspección de resortes elaborados: sub-área de resortes**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

Figura 87. **Flujograma: Inspección de estructuras terminadas: sub-área de flejado**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.12.3. Inspección interna en área de camastrones

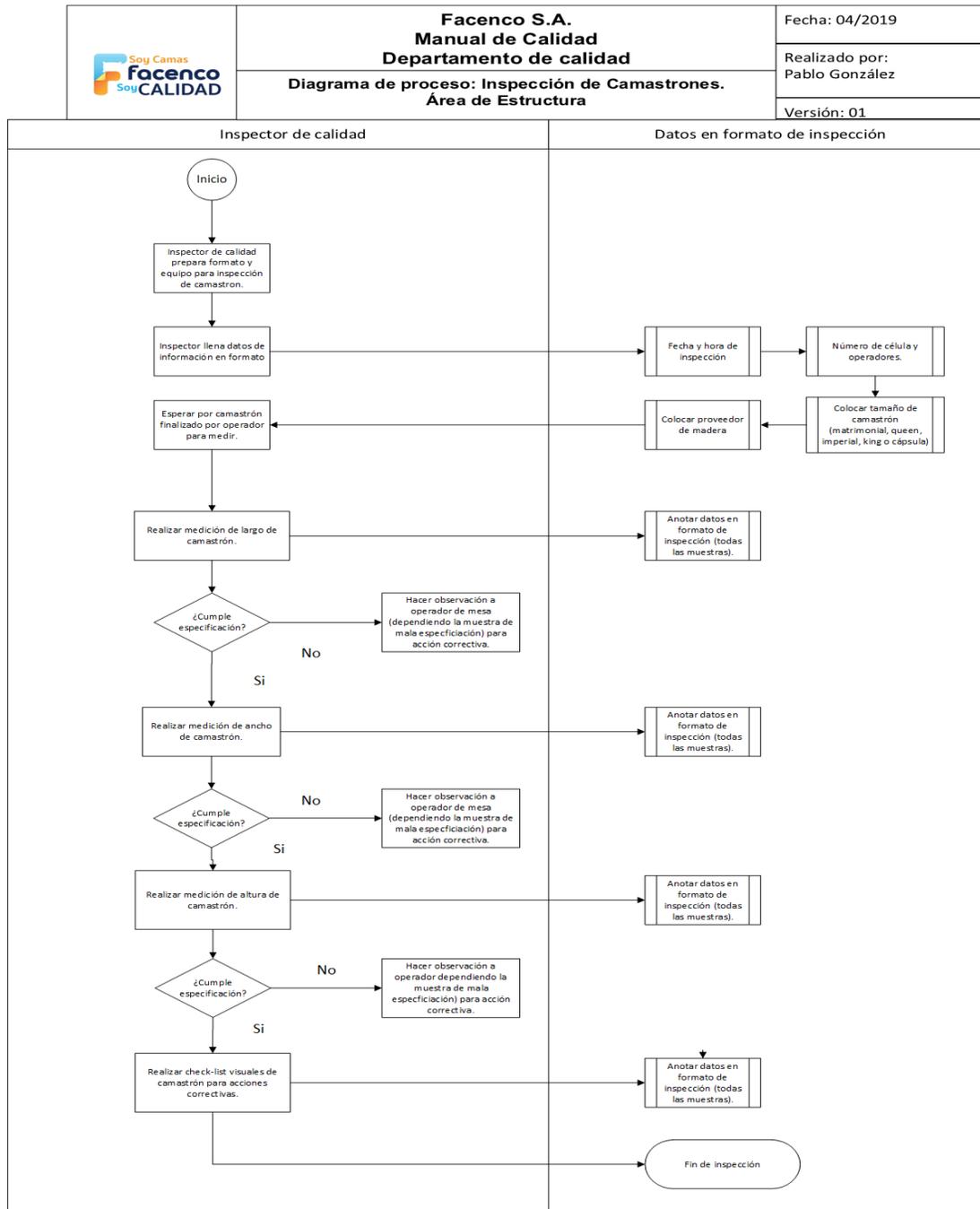
En el área de camastrones se realiza la inspección de producto terminado, analizando las medidas adecuadas, problemas visuales como nudos, rajaduras, cortes, entre otros. Y el índice de humedad manejado en la madera.

Tabla XCV. Aspectos de calidad a evaluar en área de camastrón

Área	Productos elaborados	Descripción.	Aspectos de calidad a evaluar.
<b>Planta de camastrón.</b>	Camastrón de diferentes tamaños (imperial, matrimonial, Queen y King).	Inspección diaria de camastrones elaborados. La inspección se realizará en cada célula de armado de camastrón.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Medidas de camastrón.</li><li>- Presencia de grapas salidas.</li><li>- Presencia de nudos.</li><li>- Presencia de rajaduras o astillas.</li><li>- Porcentaje de humedad.</li><li>- Condiciones generales.</li></ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 88. Flujograma: área de camastrón



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### **3.12.4. Estandarización para el manejo y control de no conformidades**

Dentro de los procesos de inspección interna existirán casos en que la materia prima o el producto dentro de la fabricación, no cumplirá con los estándares de calidad establecidos, por lo que se debe de crear una no conformidad que servirá como dato para el departamento. Esto con el fin de llevar un control más adecuado en el manejo de casos de no calidad dentro de los productos.

El término “no conformidad” describe cualquier incidencia o situación que se produce cuando, en la realización de una actividad, se obtiene un resultado que incumple un requisito.

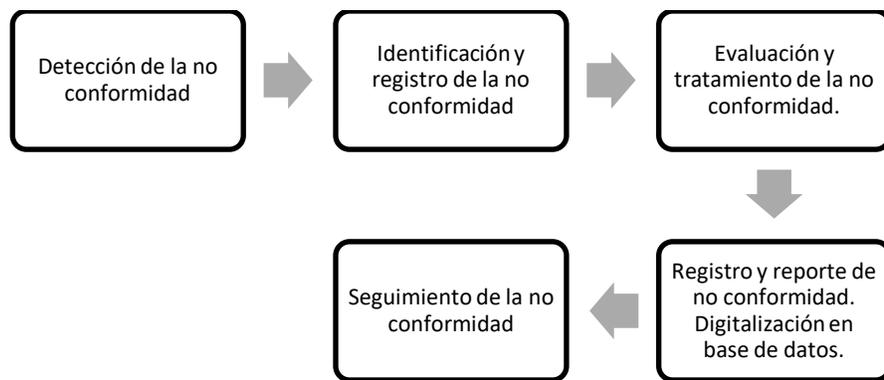
#### **3.12.4.1. Responsabilidades en control de no conformidades**

- Identificación, control y tratamiento de no conformidades de los procesos claves: es responsabilidad de todos los participantes en el sistema de gestión de calidad en el uso del proceso de no conformidad y manejo del mismo.
- Digitalización de no conformidad: es responsabilidad del analista de calidad el realizar el reporte de no conformidad mensual o en la indicación de gerencia de operaciones. Se debe presentar el reporte indicando todas las causas de las no conformidades para alimentar el círculo de calidad y definir los círculos de calidad.
- Proceso de seguimiento para acción correctiva: responsabilidad del supervisor de área y equipo de calidad el corregir la no conformidad.

### 3.12.4.2. Procedimiento de control y tratamiento de no conformidades

Se realiza el procedimiento para las no conformidades de manera gráfica.

Figura 89. Procedimiento para las no conformidades



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.12.4.3. Detección de la no conformidad

Las no conformidades pueden detectarse en cualquier fase o actividad de la gestión de procesos de calidad, ya sea por el departamento de calidad o por la manifestación de cualquier operario del área.

El departamento de calidad ha establecido controles independientes de calidad en cada área por parte de los operarios, por lo que estos reportan constantemente al equipo de calidad cualquier hallazgo de no conformidad.

Dentro de las actividades de inspecciones internas también existirán no conformidades por parte del equipo de calidad. Se detectarán no conformidades por medio de las siguientes actividades:

- En la gestión interna de las actividades de los procesos.
- En los mecanismos de control que se especifiquen en la documentación de los procesos.
- En la gestión de riesgos y oportunidades.
- En círculos de calidad aplicados a nuevos procesos.
- En el análisis de quejas y reclamos por parte de los clientes finales.
- En el análisis de los programas de auditorías.

#### **3.12.4.4. Identificación y registro de la no conformidad**

- Paso 1: Detectada la no conformidad se procederá a elaborar el formato de identificación de no conformidad.
- Paso2: El formato de no conformidad es otorgado por el equipo de control de calidad, en el cual el inspector de calidad a cargo de realizar la no conformidad deberá llenar y trasladarlo al analista de calidad.

- Paso 3: Cuando la no conformidad provenga de una queja o reclamo de producto final adjudicado a calidad se realizará el procedimiento “Análisis de quejas y reclamos”.
- Paso 4: El registro de la no conformidad se realizará por parte del analista de calidad. El analista de calidad deberá digitar la no conformidad en la base de datos establecida para la realización de reportes mensuales o como indique gerencia de operaciones.

#### **3.12.4.5. Evaluación y seguimiento de la no conformidad**

- Paso 1: Tras la identificación de una no conformidad y la realización de los pasos explicados en el punto 3.12.4.4, se procederá a su análisis y, en función del alcance del incumplimiento de los requisitos, se tomarán las decisiones y acciones que correspondan en colaboración con el departamento de operaciones.
- Paso 2: Se realizarán las siguientes acciones para el análisis de la no conformidad:
  - Identificación de las acciones que generan la no conformidad detectada de cada área, tanto de las correcciones inmediatas como de un análisis causa-raíz que elimine la no conformidad permanentemente.
  - Proveer información de reporte al supervisor/encargado del área de producción para realizar las acciones correctivas y el seguimiento de las mismas.

- Realizar un círculo de calidad en el caso de una no conformidad constante con opción a mejora.
  - Auditorías internas por parte del equipo de calidad, verificando el correcto uso de las acciones correctivas.
- Paso 3: El departamento de calidad evaluará, analizará y les dará seguimiento a todos los casos de no conformidad adjudicados a calidad como errores en proceso, deficientes materias primas, proceso inadecuado o algún otro elemento. El departamento será responsable de realizar los reportes y estadística en cuanto a no conformidades.

#### **3.12.4.6. Registro y digitalización de no conformidades**

La responsabilidad de la digitalización y registro de las no conformidades será del analista de calidad.

En el caso de una no conformidad de grado crítico, se deberá realizar un informe técnico. Este informe técnico deberá poseer toda la información necesaria del análisis para la eliminación de la no conformidad de grado crítico.

#### **3.12.5. Estandarización en proceso de inspección de transportes**

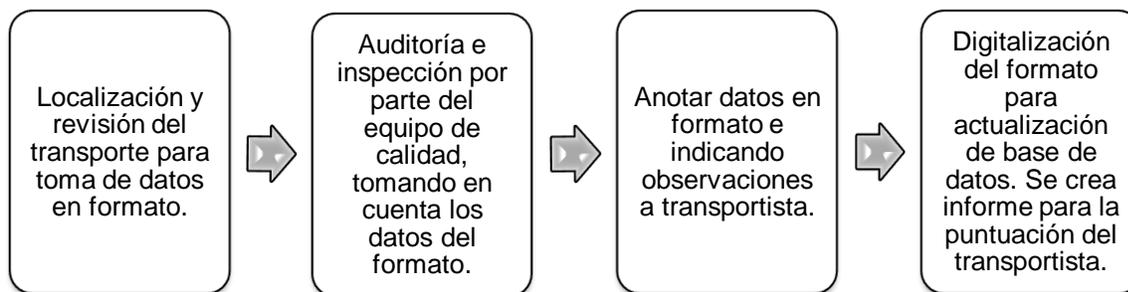
La inspección de transportes es un proceso que se analizó con el equipo de calidad para obtener una metodología de puntuación a los transportistas de acuerdo con las condiciones de transporte interno y externo.

Los proveedores de materia prima, transporte interno y transporte alquilado para exportación y manejo de producto terminado deberán someterse a auditorías de condiciones del transporte, en la frecuencia que el departamento de calidad considere.

Se realizó la metodología y la documentación necesaria, así como el formato de inspección para transportistas

Dentro del proceso de inspección de transporte se encuentra:

Figura 90. **Procedimiento de inspección de transportes**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

El departamento de control de calidad busca realizar estas auditorías con el fin de crear un sistema de puntuación a los transportistas. Esto se realizará con el fin de que los transportistas, tanto internos como externos, mantengan las



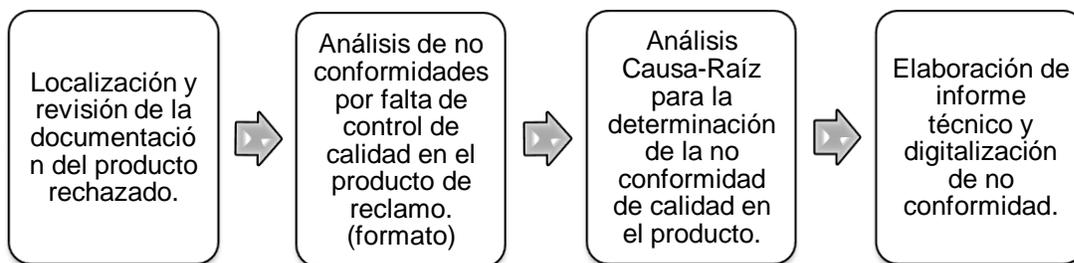
determinar causas de reclamo de producto terminado, y disminuir el impacto de estas causas a futuro.

Para el análisis de la queja o reclamo, los gestores de calidad deben de realizar un informe técnico donde se indique la presencia de no conformidades de calidad en el producto.

El formato utilizado para el proceso de manejo de quejas y reclamos se presenta a continuación.

Es importante definir las causas-raíz del reclamo, con el fin de obtener información para los círculos de calidad y replantear los objetivos del departamento de calidad.

Figura 92. **Procedimiento del manejo en quejas y reclamos de calidad**



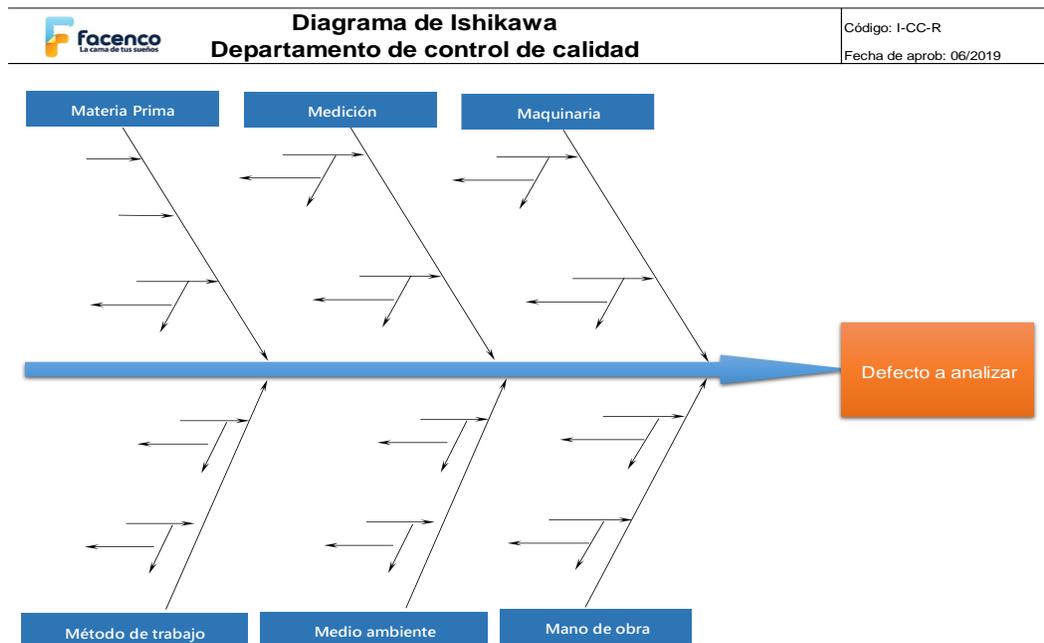
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.13.1. Análisis de Ishikawa para determinación de causas

Dentro del proceso estandarizado de quejas y reclamos, es deber del departamento de calidad la determinación de causas que son adjudicadas a problemas con calidad.

Se realizó la propuesta de la utilización del análisis de Ishikawa utilizando la técnica de las 6M (materia prima, medición, maquinaria, método de trabajo, Medio ambiente y mano de obra) para la determinación de causas, la cual fue aprobada por el departamento de calidad y gerencia de operaciones. El diagrama de Ishikawa deberá de ser realizado por los gestores de calidad en casos críticos de quejas o reclamos que necesiten ser corregidos, ya que con el diagrama se podrán obtener todas las causas de un efecto determinado.

Figura 93. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 3.14. Estandarización en procesos de auditorías internas de procesos productivos

El proceso de auditoría interna de los procesos productivos debe de realizarse diariamente. El equipo de calidad deberá revisar visualmente cada proceso en cada sub-área en busca de no conformidades o errores en el proceso.

Tabla XCVI. Auditorias en área de costura

Área a auditar	Descripción	Encargado
Fundas	Verificar el correcto proceso en el sub-área de fundas. Tomar 1 muestra para inspección de la funda realizada.	Analista de calidad. Inspector de calidad
Fuelles	Verificar el correcto proceso de la realización de fuelles. Verificar los rollos de tela para fuelle realizados en las multienguatadoras 01 y 02, en busca de defectos de tela y arrugas.	Inspector de calidad
Forros	Inspección del correcto proceso en el área de forros. Tomar 1 muestra para verificar la correcta realización de forros y los estándares de calidad.	Analista de calidad. Inspector de calidad
Capas	Verificar el correcto proceso en el sub-área de multienguatadoras y en el proceso final en máquinas overlock para capas. Tomar 1 muestra para inspección de la capa terminada.	Analista de calidad. Inspector de calidad

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XCVII. **Auditorías en área de estructura**

<b>Área a auditar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Encargado</b>
Área de resortes	Cumplir con el proceso de inspección de resortes en proceso de inspecciones internas.	Inspector de calidad
Área de flejado	Verificar el correcto manejo de estructuras para el área de bodega. Cumplir con el proceso de inspección interna de estructura.	Analista de calidad. Inspector de calidad
Área de bodega de estructuras	Verificar y auditar el correcto uso de atriles de alambre en los diferentes calibres.	Inspector de calidad

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Tabla XCVIII. **Auditorías en área de ensamble**

<b>Área a auditar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Encargado</b>
Sub-área de preparado	Verificar y auditar el correcto proceso de preparado de colchones, así como el correcto uso del patrón de pegado.	Analista de calidad. Inspector de calidad
Sub-área de cerrado	Verificar el correcto proceso de cerrado, así como el correcto manejo de colchones en banda transportadora.	Inspector de calidad
Sub-área de tapicería	Evaluar y verificar el proceso de tapicería de bases, así como el cuidado y manejo de las bases a la hora de colocar en banda transportadora.	Inspector de calidad

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

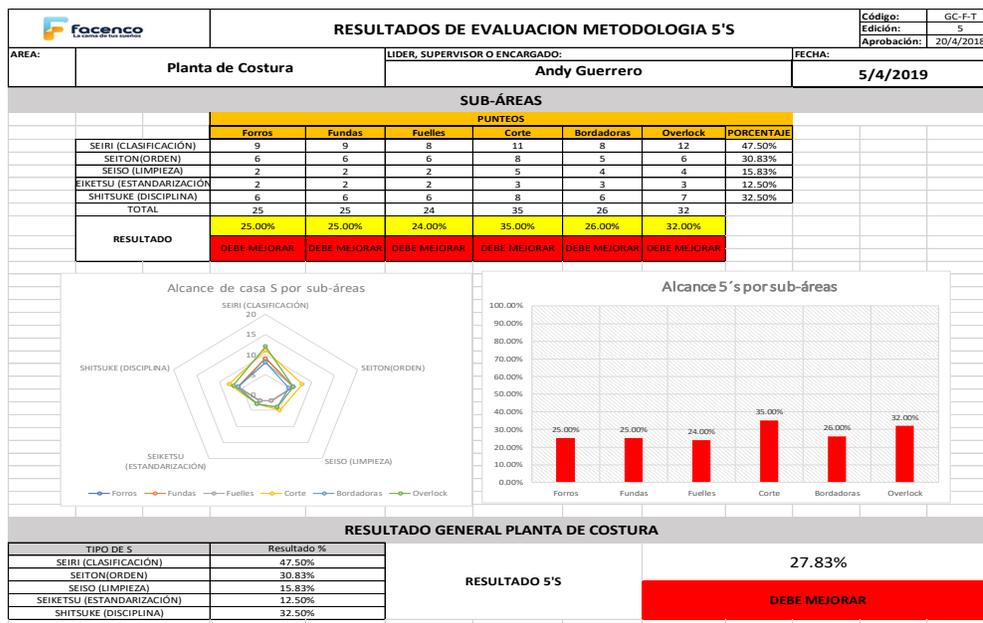
### 3.14.1. Auditoría 5'S

Dentro de la planta de Facenco, se ha implementado la metodología 5'S en todos los puestos y áreas. En las tareas del equipo de control de calidad está el supervisor y auditar a cada área y sub-área para verificar si se está cumpliendo esta metodología.

#### 3.14.1.1. Reporte de auditoría 5'S

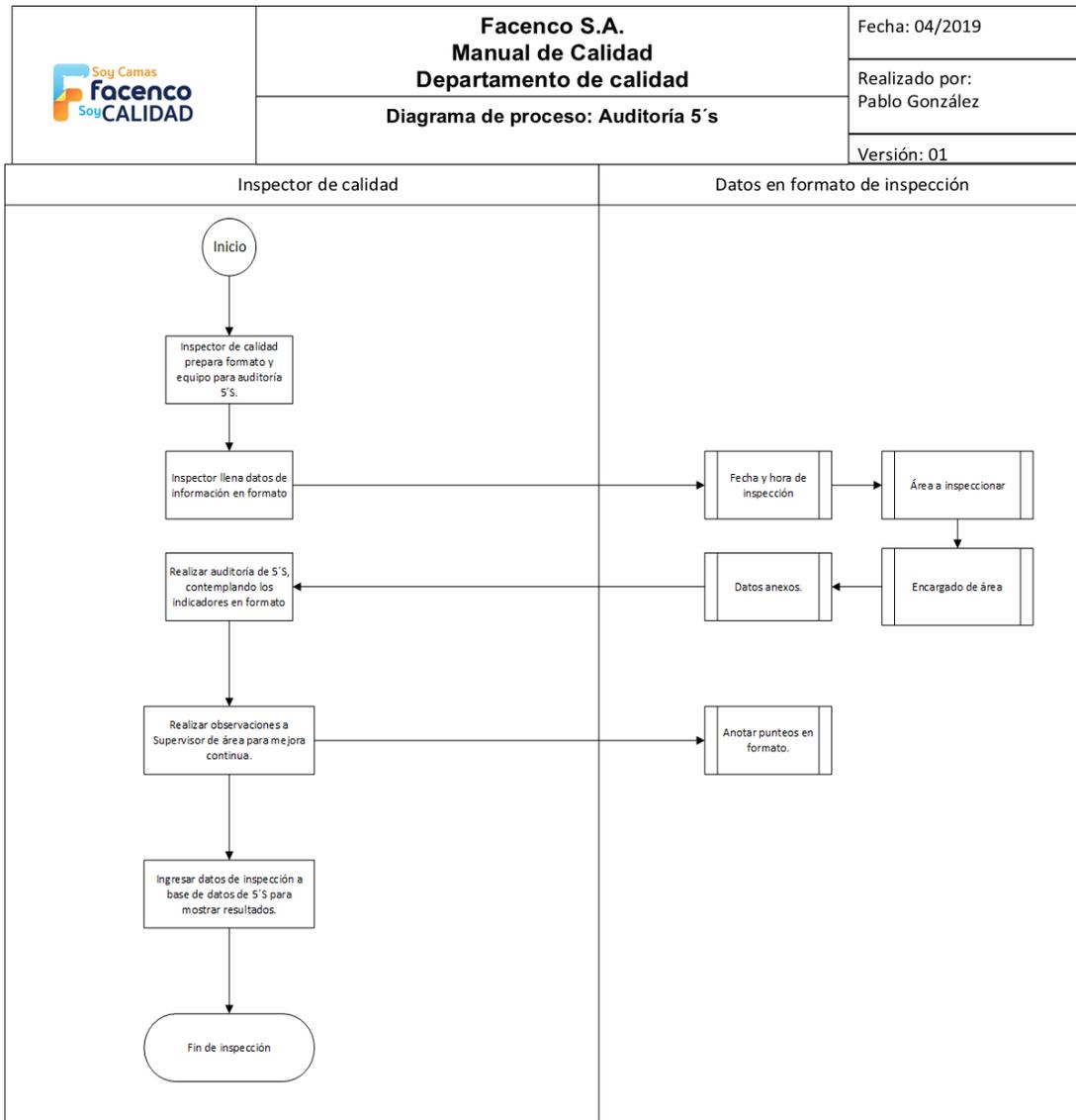
Para la correcta estandarización en las auditorías internas, se realizó una base de datos en apoyo al equipo de calidad en el cual se ingresarán los datos evaluados de 5'S evaluados por área.

Figura 94. Ejemplo de base de datos por área de auditoría 5'S



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Figura 95. Flujograma de proceso de auditoría 5'S



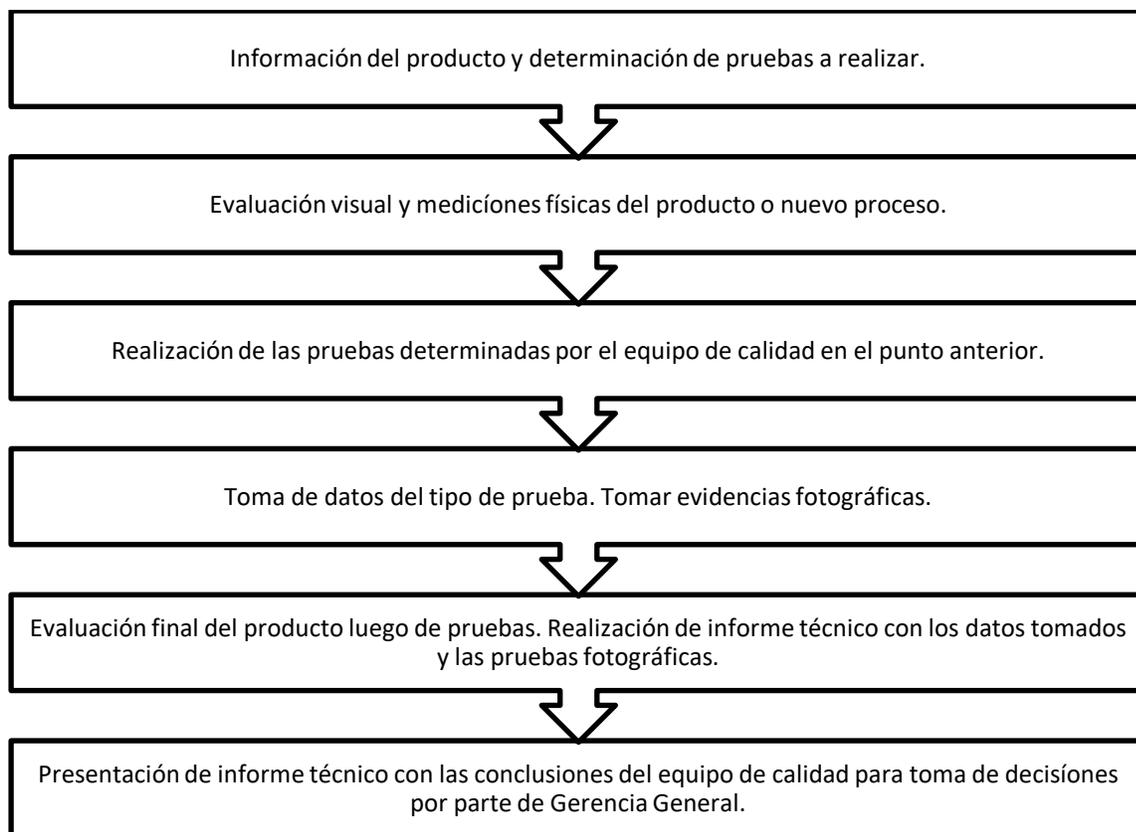
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

### 3.15. Estandarización de procesos de informes técnicos

Dentro de los procesos del departamento de control de calidad se encuentra la revisión y evaluación de nuevos proyectos o materias primas.

El informe técnico deberá ser realizado por los gestores de calidad luego de las pruebas realizadas, en donde se buscará poner a prueba el producto o procedimiento evaluado.

Figura 96. **Proceso de informe técnico de calidad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.





## **4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

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

La implementación del indicador de efectividad global de equipos y los nuevos procedimientos estandarizados de calidad dieron lugar en los operarios y supervisores de área a desconocimiento en estos temas. Derivado de ello se realizó el plan de capacitaciones acerca de los nuevos formatos establecidos por parte del proyecto OEE y el plan de capacitaciones hacia el equipo de calidad, supervisores de área y gerencia de procesos en relación a los procedimientos estandarizados de calidad realizados.

Se observa de igual manera desconocimiento del departamento de mantenimiento en relación al uso de los formatos de paros mecánicos y la determinación de causa-raíz de los paros con mayor tiempo en un determinado de ello. La identificación de la causa-raíz en paros mecánicos se realizaban por parte del equipo de mantenimiento utilizando únicamente suposiciones y observación en los casos, por lo que la implementación de técnicas de análisis causa-raíz aborda el tema más importante para la enseñanza del equipo de mantenimiento.

Los temas necesarios a abordar para la realización del plan de capacitaciones por área se realizaron a través de técnicas de recopilación de información: entrevistas y encuestas.

#### 4.1.1. Entrevistas

“La entrevista es una comunicación generalmente entre entrevistado y entrevistador, debidamente planeada, con un objetivo determinado para tomar decisiones que la mayoría de las veces son benéficas para ambas partes” <sup>10</sup>.

La entrevista al ser una herramienta cualitativa, se utiliza en este caso para obtener información de hechos observados previamente.

Para recopilar información con base en deficiencias para capacitaciones, se realizaron entrevistas a los diferentes departamentos de producción: gerencia de operaciones, departamento de calidad, departamento de mantenimiento y supervisores de producción.

##### 4.1.1.1. Resultados luego de entrevistas

Área entrevistada	Necesidades de capacitación encontradas
Departamento de calidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desconocimiento en nuevos procedimientos de calidad</li><li>• Utilización del indicador OEE</li><li>• Utilización de círculos de calidad</li><li>• Diagrama de Ishikawa</li></ul>
Departamento de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Herramientas para determinación de causas-raíz</li><li>• Manejo de paros mecánicos</li><li>• Importancia del indicador OEE</li></ul>
Supervisores de producción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilización de formatos para cálculo de OEE</li><li>• Importancia del indicador OEE</li><li>• Nuevos procedimientos de calidad.</li></ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

<sup>10</sup> GRADOS, Jaime A. *La entrevista en las organizaciones*. p. 55.

## **4.2. Encuestas**

La necesidad de información cuantitativa surge al desconocer la calidad de conocimiento por parte de operarios y supervisores de producción en el tema de prácticas de buena calidad en la fabricación de semielaborados y uso de equipos.

Mediante las encuestas se encontraron las debilidades y opinión de los operarios de planta y los supervisores de producción en el tema de los proyectos realizados: indicador OEE y nuevos procedimientos de calidad en los equipos críticos.

Se procedió a determinar las mayores necesidades de capacitación a operarios y supervisores de producción, mediante la identificación de los siguientes temas:

- Utilización adecuada de los formatos de producción y paros por parte de operarios para el adecuado manejo del OEE.
- Recolección y digitación de información del indicador OEE en la base de datos establecida.
- Conocimiento de los nuevos procedimientos de calidad.
- Seguimiento del control de paros no programados de proceso y paros mecánicos por parte de operarios.
- Opiniones de mejora acerca de nuevos procedimientos de capacitación necesarios en la planta de producción.

Figura 98. **Formato de encuesta para operarios y supervisores de producción**

Facenco S.A.  
Departamento de Calidad  
Proyecto de EPS, Ingeniería  
Encargado: Pablo González



Nombre: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Encuesta: Indicador OEE y procedimientos de calidad

1. ¿Conoce usted que es el indicador de eficiencia global de equipos (OEE)?  
Sí \_\_\_ No \_\_\_
2. ¿Fue explicado de manera correcta el uso de formatos de producción y paros por parte del supervisor de producción?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
3. ¿Se le informó acerca de medidas correctivas para los paros no programados de proceso?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
4. ¿Se le informó acerca de medidas correctivas para los paros mecánicos más comunes?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
5. ¿Presenta dificultad para llenar los nuevos formatos entregados?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
6. ¿Conocer acerca de los nuevos procedimientos de control de calidad en su área?  
Si \_\_\_ No \_\_\_

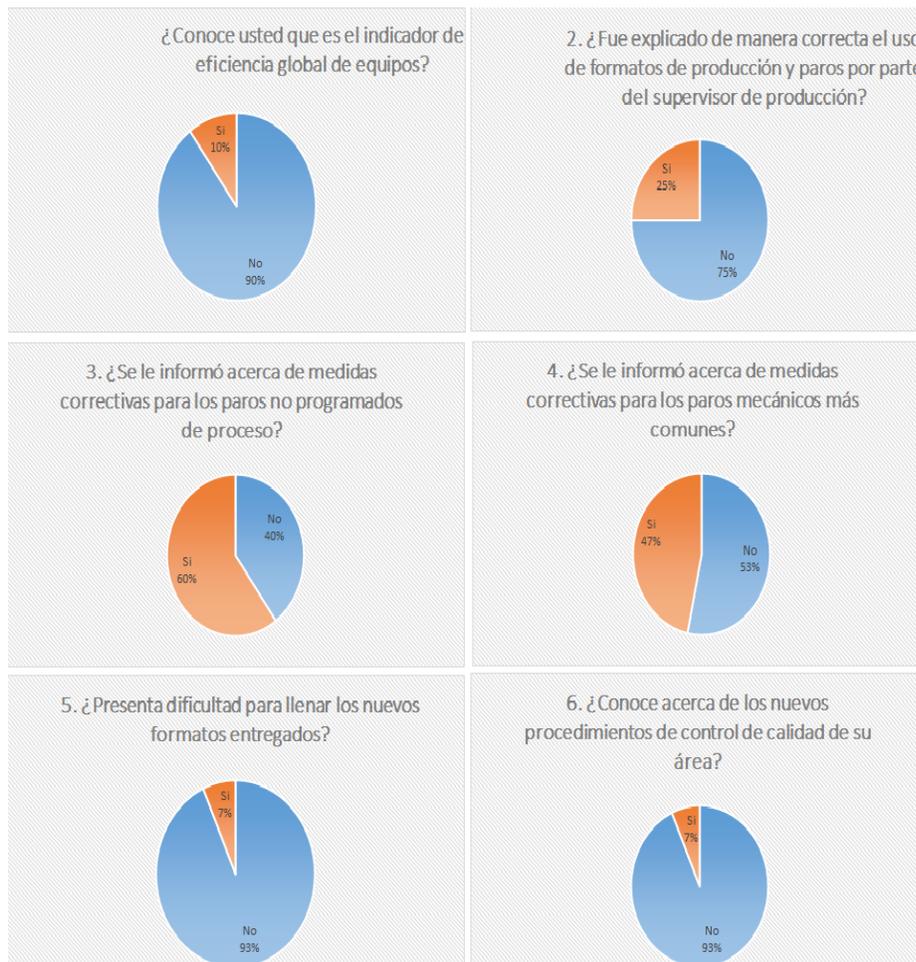
Comentarios para encargado de proyecto de EPS:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Word 2016.

### 4.2.1. Resultados luego de encuestas

Se procedió a realizar el análisis estadístico de los datos de las encuestas por medio de gráficas de pastel. Con ello se conoce realmente las necesidades de capacitaciones para operarios y supervisores de producción.

Figura 99. **Resultados de encuestas a operarios y supervisores de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los resultados luego de las encuestas a operarios y supervisores de producción reflejan un desconocimiento en el tema del indicador OEE, así el uso correcto de los formatos entregados para el control del indicador y el seguimiento a los casos de paros no programados, paros mecánicos y no conformidades del área.

En la pregunta no. 6 se observa desconocimiento por el área de producción en los temas de procedimientos de calidad y el control de los mismos.

Es necesario realizar un plan de capacitaciones para gerencias involucradas, supervisores de producción, departamento de calidad y operarios de producción involucrados en los proyectos de indicador OEE y estandarización de procesos de calidad.

#### **4.3. Plan de capacitación**

Dentro del plan de capacitación para la planta de producción se contempla el contenido de las mismas, los responsables de la capacitación y el personal involucrado.

El contenido de las capacitaciones se realiza conforme las necesidades de capacitación según la población objetivo, realización de presentaciones con la información proporcionada por los responsables de capacitación y programación acordada con gerencia de operaciones.

El plan de capacitaciones debe de quedar documentado por parte de gerencia de operaciones y departamento de calidad para posibles futuras mejoras e incluir las capacitaciones en el plan anual.

### **4.3.1. Objetivos del plan de capacitación**

Se evalúan los objetivos del plan de capacitación.

#### **4.3.1.1. Objetivo general**

Proveer el contenido adecuado al personal operativo, administrativo y de mantenimiento en temas relacionados al adecuado manejo del indicador OEE y la estandarización de procesos de calidad en áreas involucradas.

#### **4.3.1.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar capacitaciones en relación al adecuado uso y manejo de los formatos para control de OEE.
- Desarrollar capacitaciones en relación al manejo y control de paros no programados de proceso y paros mecánicos más comunes en los equipos críticos.
- Elaborar y desarrollar las capacitaciones para los procesos adecuados en relación a la estandarización de calidad en el proceso productivo.
- Programar las capacitaciones desarrolladas con gerencia de operaciones y los departamentos involucrados.

### **4.4. Recursos a utilizar**

Para la elaboración del plan de capacitaciones, se delimitó la población a capacitar y los recursos necesarios para las capacitaciones. Dentro de los

recursos a utilizar se encuentran los recursos humanos, materiales y de contenido.

Tabla XCIX. **Recursos a utilizar para desarrollo de capacitaciones**

<b>Recurso humano</b>	
<b>Recursos</b>	<b>Función</b>
Capacitadores	Desarrollar las capacitaciones a la población objetivo de acuerdo al contenido de la capacitación delimitada
Población objetivo	Personal involucrado que será capacitado según la programación
<b>Recursos materiales</b>	
Proyector	Para mostrar la información de la capacitación a la población objetivo
Computadora	Herramienta para la elaboración del contenido y visualización de la misma
Sala de reuniones	Infraestructura necesaria para el desarrollo de la capacitación
<b>Recursos de información</b>	
Apoyo por parte de departamentos	El apoyo por parte de los departamentos involucrados forma parte para el desarrollo del contenido necesario
Programación de capacitaciones	Establecer comunicación entre departamentos involucrados por parte de gerencia de operaciones

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### 4.5. Selección de temas para plan de capacitaciones

Ya determinadas las deficiencias en materia de información para el adecuado funcionamiento continuo del proyecto, se procede a determinar los temas para el plan de capacitaciones por parte del encargado del proyecto de EPS y los departamentos involucrados.

Tabla C. **Temas dentro del plan de capacitación**

Tema a capacitar	Involucrados	Encargados	Duración
Capacitación sobre sistema OEE y su implementación a encargados de áreas	Supervisores de producción	Practicante de EPS	1 hora por grupo
	Operarios de producción		
Manejo y control de paros no programados de proceso y paros mecánicos más comunes.	Técnicos de mantenimiento	Practicante de EPS	1/2 hora por grupo
	Operarios de producción	Gerente de mantenimiento	
Proceso de calidad estandarizados y aspectos críticos de calidad evaluados en procesos de producción.	Supervisores de producción	Practicante de EPS	2 horas por grupo
	Departamento de calidad		
Análisis causa-raíz	Departamento de mantenimiento	Practicante de EPS	1 hora por grupo
Herramienta 5'S y el impacto en la producción.	Supervisores de producción	Departamento de calidad	2 horas por grupo
	Operarios de producción		
	Técnicos de mantenimiento		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Por parte de gerencia de procesos y departamento de calidad, se realiza el plan de capacitación incluyendo el tema de 5'S para los operarios de planta, debido al desconocimiento de información por parte de los mismos en este tema.

#### 4.6. Capacitación sobre sistema OEE y su implementación a encargados de áreas

Se presentan las capacitaciones a realizarse en cada área como parte del OEE.

Tabla CI. **Plan de capacitación sistema OEE**

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b>	
<b>Datos generales</b>	
<b>Lugar:</b> Planta Facenco <b>Población objetivo:</b> Supervisores de producción y operarios	
<b>Tema:</b> Capacitación sobre sistema OEE y su implementación en áreas de planta	
<b>a. Objetivo:</b> Desarrollar el contenido necesario para el adecuado uso de los formatos involucrados en el indicador OEE en la planta y su uso constante dentro de la producción.	
<b>b. Contenido:</b> Explicación del indicador de eficiencia global de equipos y como calcularlo. Ejemplificación del desarrollo de formatos nuevos implementados en áreas. Adecuado manejo de paros no programados de proceso y su corrección. Adecuado manejo de paros mecánicos encontrados y su corrección. Capacitación a supervisores de área sobre digitación de datos de formatos nuevos.	
<b>c. Modalidad:</b> Presencial	<b>d. Participantes:</b> 32, en grupos de 8
<b>e. Indicador de logro:</b> Preguntas acertadas por la población objetivo al finalizar capacitación y ejercicio de llenado de formatos nuevos para verificación de conocimiento por parte de operarios.	
<b>f. Encargados de capacitación:</b> Practicante de EPS de ingeniería encargado de proyecto.	<b>g. Instrumentos de evaluación:</b> Oral

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

#### 4.6.1. Resultados

Luego de la capacitación para la correcta implementación del indicador OEE para los supervisores y operarios de producción, se solucionaron dudas por parte de los operarios y se realizaron los ejercicios correspondientes para el correcto desarrollo del llenado de formatos diarios en las áreas de producción involucradas.

El equipo de calidad apoyo en las capacitaciones debido a que el indicador OEE será responsabilidad del departamento de calidad en los futuros procesos.

Figura 100. **Capacitación a operarios de costura**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Área de audiovisuales.

**4.7. Procesos de calidad estandarizados y aspectos críticos de calidad evaluados en procesos de producción.**

Se presenta el plan de capacitación de procesos de calidad.

Tabla CII. **Plan de capacitación de procesos de calidad**

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b>	
<b>Datos generales</b>	
<b>Lugar:</b> Planta Prod. <b>Población:</b> Supervisores de producción y equipo de calidad	
<b>Tema:</b> Proceso de calidad estandarizados y aspectos críticos de calidad evaluados en procesos de producción.	
<b>a. Objetivo:</b> Dar a conocer al equipo de calidad y supervisores de producción los procesos estandarizados de calidad y nuevos procedimientos de calidad establecidos en áreas.	
<b>b. Contenido:</b> Presentación de procesos de calidad estandarizados como parte del proyecto de EPS Presentación de nuevos procedimientos de calidad realizados como acciones correctivas para el ratio de calidad en el indicador OEE. Explicación del manejo de gestión de calidad y definición de puestos dentro del departamento. Metodología de aplicación de procedimientos de calidad estandarizados.	
<b>c. Modalidad:</b> Presencial	<b>d. Participantes:</b> 10
<b>e. Indicador de logro:</b> Resolución de dudas y evaluación de aplicación de nuevos procedimientos de calidad en planta por una semana.	
<b>f. Encargados de capacitación:</b> Practicante de EPS de ingeniería encargado de proyecto.	<b>g. Instrumentos de evaluación:</b> Oral

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

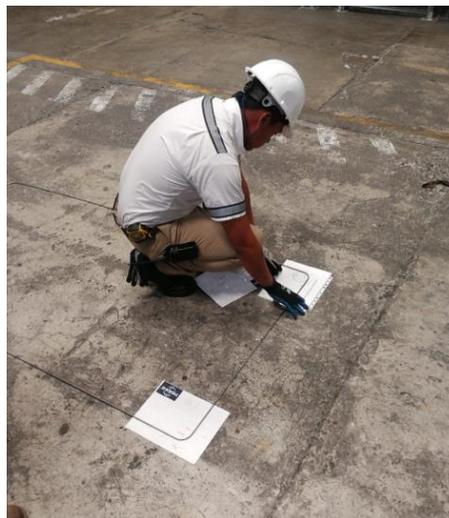
#### 4.7.1. Resultados

Luego de la capacitación de los procesos de calidad estandarizados y los nuevos procedimientos de calidad, el departamento de calidad y el gerente de procesos conocieron los procesos de calidad estandarizados, presentados en forma de un manual de calidad con opción a ser modificado en un futuro cuando sea necesario.

Los procedimientos de calidad estandarizados fueron realizados en una prueba piloto por el inspector y el analista de calidad en el piso, el cual tuvo un impacto importante en la reducción de casos de no conformidades según el departamento de calidad.

El gerente de operaciones reconoció el manual de calidad como un paso importante para una futura certificación de calidad en la empresa.

Figura 101. **Prueba piloto de procedimientos estandarizados de calidad**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Área de producción.

#### 4.8. Capacitación para aplicación de análisis causa-raíz

Se presenta el plan de capacitación para herramienta ACR.

Tabla CIII. Plan de capacitación de análisis causa-raíz

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b>	
<b>Datos generales</b>	
<b>Lugar:</b> Planta Prod. <b>Población:</b> Mantenimiento y gerente de operaciones	
<b>Tema:</b> Capacitación para la correcta aplicación de análisis causa raíz.	
<b>a. Objetivo:</b> Explicación del uso correcto del análisis causa-raíz para la corrección de problemas frecuentes mostrados por el indicador OEE.	
<b>b. Contenido:</b> Introducción al análisis causa-raíz para la resolución de problemas Demostración del árbol lógico para determinación de causas por problemas mecánicos Demostración del diagrama de Ishikawa para determinación de causas a problemas comunes Evaluación de aprendizaje por medio de caso práctico a involucrados	
<b>c. Modalidad:</b> Presencial	<b>d. Participantes:</b> 13
<b>e. Indicador de logro:</b> Evaluación de caso práctico y seguimiento de uso en análisis causas-raíz.	
<b>f. Encargados de capacitación:</b> Practicante de EPS de ingeniería encargado de proyecto.	<b>g. Instrumentos de evaluación:</b> Oral y Escrito

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

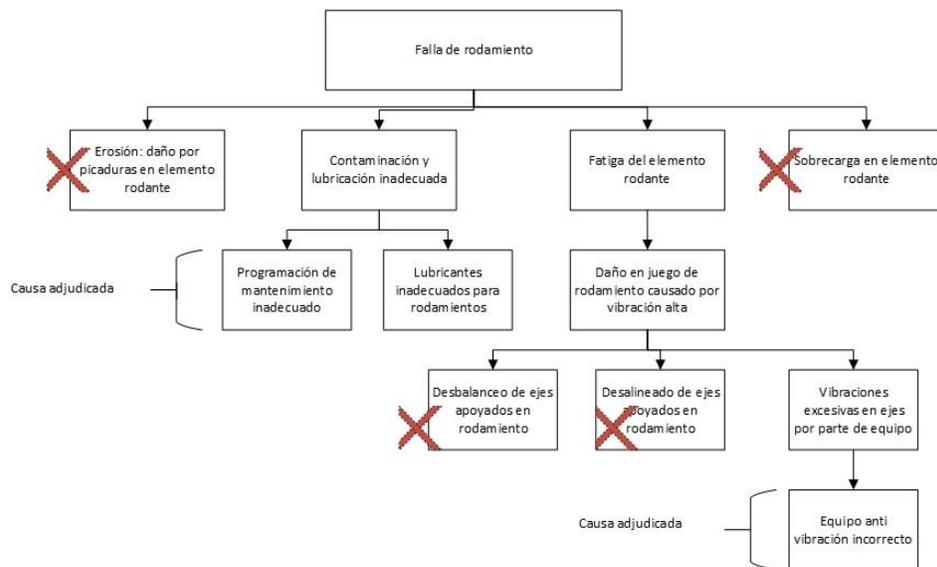
### 4.8.1. Resultados

Luego de la capacitación sobre el uso adecuado del análisis causa-raíz para resolución de problemas, el departamento de mantenimiento adoptó la técnica para la resolución de problemas en casos de paros mecánicos más comunes y con mayor impacto.

En el caso del departamento de calidad, el análisis causa-raíz es usado para la determinación de causas utilizando el diagrama de Ishikawa, en los problemas de calidad más comunes determinados por el indicador OEE.

Se utilizó el árbol lógico para la determinación de causa principal en el problema mecánico de cojinetes en mal estado como ejemplo para la capacitación.

Figura 102. **Árbol lógico utilizado para capacitación**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2016.

Figura 103. **Capacitación a técnicos de mantenimiento y operarios**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Área de audiovisuales.

Para la capacitación del análisis causa-raíz, se demostró a técnicos de mantenimiento y operarios de equipos críticos, la importancia del adecuado uso de la herramienta para determinación de causas y cómo afrontarlo.

La herramienta causa-raíz utilizando árbol lógico y diagrama de Ishikawa se adoptó en el indicador OEE, lo cual estará alimentando los círculos de calidad de la empresa.

#### **4.9. Capacitación para seguimiento de herramienta 5´s en planta de producción**

El equipo de calidad dentro de sus actividades utiliza la herramienta 5´s para la mejora de la eficiencia de producción dentro de la planta.

Como parte del plan de capacitaciones del departamento de calidad, se solicitó el apoyo para crear el plan de capacitación para el seguimiento de la herramienta 5´S en las áreas de la empresa.

La planificación se realizó de acuerdo al tiempo disponible de los operarios de producción y fue realizado por los gestores de calidad.

Para la elaboración del plan de capacitación de la herramienta 5´S, se procedió a investigar la herramienta y elaborar el contenido adecuado.

Las capacitaciones se realizaron en las siguientes áreas:

- Área de costura
- Área de estructura
- Área de ensamble
- Área de tapicería
- Área de camastrón
- Bodegas de materia prima
- Bodegas de producto terminado

Tabla CIV. **Plan de capacitación herramienta 5´S**

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b>	
<b>Datos generales</b>	
<b>Lugar:</b> Planta Facenco	<b>Población:</b> Operarios de áreas
<b>Tema:</b> Capacitación para el seguimiento de la herramienta 5´S	
<b>a. Objetivo:</b> Desarrollo e introducción a la herramienta 5´S y la importancia del seguimiento de la herramienta a través del tiempo	
<b>b. Contenido:</b> Introducción a la herramienta 5´S Deficiencias en orden y limpieza encontradas en planta Explicación de ventajas en la utilización de la herramienta Explicación de la herramienta y su evaluación futura	
<b>c. Modalidad:</b> Presencial	<b>d. Participantes:</b> 65, en grupos de 10
<b>e. Indicador de logro:</b> Evaluación de caso práctico y seguimiento de uso en análisis causas-raíz.	
<b>f. Encargados de capacitación:</b> Practicante de EPS de ingeniería encargado de proyecto. Departamento de calidad.	<b>g. Instrumentos de evaluación:</b> Oral y Escrito

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

### 4.9.1. Resultados

Como apoyo al departamento de calidad, el contenido de las capacitaciones se muestra a continuación:

Figura 104. Herramientas gráficas para capacitación 5´S



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Departamento de calidad.

Figura 105. **Contenido para capacitación 5´S**

¿Para que sirve?

1 de 2

Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia, LA CALIDAD, LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DE LA ORGANIZACIÓN.

¿Qué son ?

Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S.

Estas se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:



---

Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Departamento de calidad.

Figura 106. Contenido para capacitación 5'S

¿Qué significan?



**SEIRI - ORGANIZACIÓN**  
Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

**SEITON - ORDEN**  
Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

**SEISO - LIMPIEZA**  
Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.

**SEIKETSU- CONTROL VISUAL**  
Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

**SHITSUKE- DISCIPLINA Y HÁBITO**  
Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas.  
La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores - Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.  
La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO - permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.  
Las CINCO FASES componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra.

**Beneficios**  
La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo. Permite involucrar a los colaboradores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo, comprometiéndose y valorando sus aportaciones y conocimiento.  
Manteniendo y mejorando asiduamente el nivel de 5S conseguimos una MAYOR PRODUCTIVIDAD que se traduce en:

- Menos accidentes, menos movimientos/traslados inútiles y menor tiempo para el cambio de herramientas.

Mediante la Organización, el Orden y la Limpieza logramos un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que conseguimos:

- Mejor imagen ante nuestros clientes.
- Mayor cooperación/trabajo en equipo y mayor compromiso y responsabilidad en las tareas .

**TRABAJANDO POR UNA MEJORA CONTINUA**

Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Departamento de calidad.

Figura 107. **Capacitación 5's a operarios de producción**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Área de audiovisuales.

Figura 108. **Capacitación por parte del equipo de calidad**



Fuente: elaboración propia, Facenco S.A. Área de audiovisuales.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó un indicador OEE inicial de 59,75 %, por lo que se determinó como un porcentaje inaceptable y se procedió a realizar el análisis de cada ratio en busca de mejoras en los equipos críticos evaluados para el aumento del OEE de planta.
2. Se determinó una ratio de disponibilidad inicial de 75,74 %, por lo que se procedió a realizar el análisis de paros no programados de proceso y paros mecánicos más comunes en los equipos estudiados, estableciendo metodologías para la determinación de causas-raíz y las acciones correctivas correspondientes. La ratio de rendimiento aumentó un 8,83 % en el último mes evaluado según tabla LXVIII.
3. La ratio de rendimiento inicial fue de 83,06 % determinando que la disminución de la ratio de rendimiento es debido a micro paradas en el proceso de producción de los equipos y reducciones de velocidad de diseño de los equipos por parte de operarios debido a que si se trabaja a la velocidad de diseño el equipo tiende a presentar mayor cantidad de fallas, semi-elaborados defectuosos y vibraciones excesivas derivado de la antigüedad y uso constante de tales equipos. Se realizó un pequeño aumento de la ratio de rendimiento de 0,06 % en el último mes de uso, derivado a que las micro paradas y velocidad reducida de los equipos ya son parte del proceso productivo con opciones de cambio limitadas.

4. La ratio de calidad inicial fue de un 93,51 %, determinando las principales causas de desecho y reproceso de productos semielaborados en los procesos de fabricación de los equipos analizados. La ratio de calidad aumentó un 3,68 % en el último mes evaluado según tabla LXVII derivado a la implementación de la estandarización de procesos y nuevos procedimientos de calidad realizados en la fase de investigación (punto 3).
5. El indicador OEE en el último mes evaluado (mes de octubre) fue de 68,60 %, considerándose aceptable solo si se está en proceso de mejora, por lo que se realizaron las recomendaciones a la empresa para la realización de procesos de mejora continua, utilizando la información recabada en cada uno de los ratios del indicador OEE implementado. Existió un aumento de 8,85 % del indicador OEE respecto al inicial.
6. Se estudiaron los procesos y procedimientos de calidad, realizando la estandarización de los mismos con base en diagramas de flujo y documentación necesaria para la mejora en el control y manejo del sistema de gestión de calidad en los procesos productivos y casos de no conformidades, así como información complementaria en la gestión del departamento de calidad, entregando a la empresa un manual de calidad para su futura modificación dependiendo de nuevos procedimientos encontrados.
7. El plan de capacitaciones elaborado se realizó a operarios, supervisores, equipo de calidad, equipo de mantenimiento y demás personal administrativo en el uso correcto del indicador OEE, presentación de procesos normalizados de calidad, utilización del análisis causa-raíz y seguimiento de la herramienta 5´S en la planta de producción.

## RECOMENDACIONES

1. Instalar e implementar la base de datos del indicador OEE en el área de trabajo de los supervisores de producción para prorratear el trabajo de digitación y con ello determinar un porcentaje por cada área para el cálculo del indicador de OEE de planta por parte de gerencia de operaciones.
2. Mantener un adecuado control mensual de los datos arrojados por el indicador OEE para el análisis causa-raíz de los principales paros no programados de proceso y paros mecánicos, y con ello, realizar las acciones correctivas correspondientes para el aumento del indicador OEE y mejora en la eficiencia de la planta de producción.
3. Evaluar los procesos estandarizados de calidad realizados en búsqueda de mejoras y modificaciones futuras, según las necesidades futuras de calidad encontradas.
4. Realizar auditorías para el control del adecuado uso de los formatos utilizados para el cálculo del indicador OEE en los equipos críticos evaluados.
5. Mantener la mejora continua en la planta de producción con la búsqueda de nuevos proyectos según las necesidades encontradas en el proceso de producción de camas y con ello la mejora del indicador OEE de la planta.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, Martín. *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*. 1a ed. México: Panorama editorial, 2015. 281 p.
2. BELOHLAVEK, Peter. *Overall Equipment Effectiveness su abordaje unicista*. 1a ed. Buenos Aires, Argentina: Blue Eagle Group, 2006. 230 p.
3. CAVALGANTI GARAY, Migdaliz. *Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de equipos para una compañía minera*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2010. 137 p.
4. Coordinadora General de planificación, *Guía para la elaboración de proyectos*. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.
5. CRUELLES RUIZ, José Agustín. 2a ed. *La teoría de la medición del despilfarro*. España: Artef, 2010. 238 p.
6. ESPINOSA FUENTES, Fernando. *Confiabilidad operacional de equipos: metodologías y herramientas*. 1a ed. Chile: Universidad de Talca, 2015. 68 p.

7. FIDES. *Máquina automática para muelles Bonnel*. [en línea]. <[https://www.spuhl.com/fileadmin/Dateiliste/Downloads/Datenblatt\\_MDC-80\\_ES.pdf](https://www.spuhl.com/fileadmin/Dateiliste/Downloads/Datenblatt_MDC-80_ES.pdf)> [Consulta: 15 de octubre 2019].
8. GLOBAL SYSTEM PRODUCTS. *Paragon M+ product sheet*. [en línea]. <<https://gsgcompanies.com/document/load/paragon-m-plus-product-sheet.pdf>> [Consulta: 15 de octubre 2019].
9. MOHR BARRÍA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de proceso de sección de mantequilla en industria láctea*. Trabajo de graduación de In. Civil Industrial. Facultad de ingeniería, Universidad Austral de Chile, 2012. 83 p.
10. STEBBING, Lionel. *Aseguramiento de la calidad, el camino a la eficiencia y la competitividad*. 1a ed. México: Editorial Continental, 1991. 150 p.
11. WILLIAM, Lindsay. *Administración y control de la calidad*. 9a ed. México: Cengage learning, 2014. 696 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Base de datos entregada del área de costura

CONTROL OEE COSTURA									
RATIO DISPONIBILIDAD			RATIO RENDIMIENTO				RATIO DE CALIDAD		
<b>PAROS OPERATIVOS</b>			<b>MICROPARADAS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>CONTROL DE DEFECTOS</b>		
Paros programados	699		Total tiempo (min)		10 835,00		Total de producción de capas		5 731,00
Paros por servicios a equipos	15		Microparadas de Producción		2 773,00		Capas defectuosas		28,00
Paros de lubricación y limpieza	35		<b>RPM de máquina</b>						
Paros programados de proceso	143		<b>Equipo</b>	<b>RPM teórico</b>	<b>RPM nominal</b>	<b>%Rendimiento</b>	<b>PROBLEMAS DE MATERIA PRIMA</b>		
Paros por falta de planificación	15		MUL Nueva	1 200,00	1 107,14	92,26 %	Rollos (cant)		10,00
Paros de calidad	200		MUL03	1 200,00	1 200,00	100,00 %	Tela (cant)		0,00
Paros de materia prima	1		MUL 04	1 200,00	1 107,14	92,26 %	Bovina de hilo (cant)		0,00
TOTAL (Min)	409		MUL 05	1 400,00	1 107,14	79,08 %	<b>CONTROL DE MERMA</b>		
<b>PAROS CORRECTIVOS</b>			MUL 06	1 400,00	1 107,14	79,08 %	Merma total		345,00
Eje principal	90		Total tiempo producción		10 835,00		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Placa de agujas	40		Microparadas de producción		2 773,00		Capas defectuosas		
Placa prensatelas	0		%Microparadas (MPP)		25,59%		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Dispositivos excéntricos	5		%RPM		62,94%		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Problemas Generales	1 551,00		Rendimiento= $\frac{\text{RPM} \times \text{MPP}}{\text{RPM} \times \text{MPP}}$		62,94 %		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Panel de corte	130		Tiempo en min		HH:MM		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Otros	0		Tiempo Planificado de producción		217:40		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
TOTAL (Min)	1 816,00		Tiempo real de producción		10 835,00		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
Disponibilidad= $\frac{\text{Tiempo real de producción (TRP)}}{\text{Tiempo planificado de producción (TPP)}}$			Disponibilidad Costura=		82,96 %		Calidad= $\frac{\text{Total de producción} - \text{Capas defectuosas}}{\text{Total de producción}}$		
<b>OEE DE PLANTA COSTURA</b>						<b>51,96 %</b>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.





Apéndice 4. **Paros mecánicos en área de costura del mes de junio**

PAROS MECÁNICOS: COSTURA									
AREA	MAQUINA CODIGO	MAQUINA DESCRIPCION	MES	ORA SOLICITU	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL TIEMPO (HRS)	TIPO DE PROBLEMA	PROBLEMA GENERAL
COSTURA	MUL03	MULTIENGUATADORA RELIANCE M4+	JUNIO	2:10 PM	2:12 PM	2:25 PM	0.25	MECANICO	PROBLEMAS EN COJINETE
COSTURA	MUL06	MULTIENGUATADORA PARAGON M+	JUNIO	8:40 AM	8:45 AM	12:00 AM	1.33	MECANICO	PROBLEMAS EN SPROCKET
COSTURA	MUL04	MULTIENGUATADORA RELIANCE	JUNIO	7:30 AM	7:31 AM	8:20 AM	1.83	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL04	MULTIENGUATADORA RELIANCE	JUNIO	6:00 AM	6:05 AM	12:00 PM	6.00	MECANICO	PIEZA QUEBRADA
COSTURA	MUL02	MULTIENGUATADORA LEGACY GRIBET	JUNIO	7:25 AM	7:25 AM	10:40 AM	3.25	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL01	MULTIENGUATADORA 3200 GRIBETZ	JUNIO	2:10 PM	2:12 PM	6:30 PM	4.33	MECANICO	PROBLEMAS EN EJE DE BOOMERANG
COSTURA	MUL05	MULTIENGUATADORA PARAGON M	JUNIO	6:00 AM	6:03 AM	7:15 AM	1.25	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL06	MULTIENGUATADORA PARAGON M+	JUNIO	9:55 AM	9:55 AM	10:05 AM	1.17	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL06	MULTIENGUATADORA PARAGON M+	JUNIO	7:20 AM	7:21 AM	7:55 AM	1.58	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL06	MULTIENGUATADORA PARAGON M+	JUNIO	7:29 AM	7:31 AM	9:25 AM	1.93	LECTRONIC	PROBLEMA DE SOFTWARE
COSTURA	MUL05	MULTIENGUATADORA PARAGON M	JUNIO	6:00 AM	6:00 AM	7:30 AM	1.50	MECANICO	PIEZA DESGASTADA
COSTURA	PNC03	PANEL DE CORTE	JUNIO	12:35 PM	12:35 PM	12:45 PM	1.17	MECANICO	CUCHILLA SIN FILO
COSTURA	PNC06	PANEL DE CORTE	JUNIO	2:00 PM	2:00 PM	2:25 PM	1.42	MECANICO	PROBLEMAS EN CUCHILLAS
COSTURA	PNC03	PANEL DE CORTE	JUNIO	8:14 AM	8:14 AM	8:35 AM	2.35	ELECTRICO	PROBLEMA ELECTRICO
COSTURA	PNC04	PANEL DE CORTE	JUNIO	7:25 AM	7:25 AM	7:30 AM	0.50	MECANICO	CUCHILLA SIN FILO
COSTURA	MUL04	MULTIENGUATADORA RELIANCE	JUNIO	7:15 AM	7:15 AM	7:25 AM	0.12	MECANICO	PROBLEMAS EN TORNILLO
COSTURA	MUL01	MULTIENGUATADORA 3200 GRIBETZ	JUNIO	6:00 AM	6:00 AM	6:30 AM	0.34	MECANICO	PROBLEMAS EN TORNILLO
COSTURA	PNC03	PANEL DE CORTE	JUNIO	7:50 AM	7:50 AM	8:15 AM	0.42	MECANICO	CAMBIO DE FAJA
COSTURA	MUL04	MULTIENGUATADORA RELIANCE	JUNIO	6:00 AM	6:00 AM	8:30 AM	2.50	MECANICO	CAMBIO DE AGUJA/AGUJA QUEBRADA
COSTURA	MUL03	MULTIENGUATADORA RELIANCE M4+	JUNIO	8:14 AM	8:14 AM	8:43 AM	0.48	MECANICO	SE CORRIO EL CARRO
COSTURA	MUL05	MULTIENGUATADORA PARAGON M	JUNIO	8:55 AM	8:55 AM	9:00 AM	1.08	LECTRONIC	PROBLEMA DE SOFTWARE
COSTURA	MUL03	MULTIENGUATADORA RELIANCE M4+	JUNIO	10:45 AM	10:45 AM	10:55 AM	0.17	LECTRONIC	PROBLEMA DE SOFTWARE
COSTURA	MUL04	MULTIENGUATADORA RELIANCE	JUNIO	2:30 PM	2:45 PM	3:15 PM	0.75	MECANICO	SALTO DE PUNTADA
COSTURA	MUL06	MULTIENGUATADORA PARAGON M+	JUNIO	10:30 AM	10:50 AM	11:10 AM	0.67	MECANICO	PIEZA QUEBRADA
COSTURA	MUL03	MULTIENGUATADORA RELIANCE M4+	JUNIO	3:10 PM	3:15 PM	3:30 PM	0.33	ELECTRICO	PROBLEMA DE SOFTWARE
COSTURA	PNC06	PANEL DE CORTE	JUNIO	8:00 AM	8:00 AM	8:30 AM	0.50	MECANICO	PROBLEMA EN PRENSATELA

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Apéndice 5. **Paros no programados de proceso en área de costura del mes de junio**

PNP Costura: Junio						
Código	Hora de paro	Hora finalización	Razon de Paro	Tiempo total maquina parada	Tiempo de producción	Disponibilidad
MUL03	07:15	07:35	Materia Prima	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL03	14:00	14:45	Materia Prima	00:45:00	07:00:00	89,29 %
MUL03	08:50	09:20	Materia Prima	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL03	10:25	10:35	Materia Prima	00:10:00	07:00:00	97,62 %
MUL03	12:30	12:45	Materia Prima	00:15:00	07:00:00	96,43 %
MUL03	08:00	08:30	Materia Prima	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL03	15:30	16:30	Falta materia prima	01:00:00	07:00:00	85,71 %
MUL03	08:30	08:50	Tela	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL03	09:20	09:35	Esponja	00:15:00	07:00:00	96,43 %
MUL03	14:20	15:00	Salto de puntada	00:40:00	07:00:00	90,48 %
MUL03	14:40	15:00	Esponja	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL04	9:00:00	9:30:00	Sin Programacion	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	12:30:00	13:00:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	7:00:00	7:30:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	11:30:00	11:50:00	Falta de esponja	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL04	8:00:00	8:30:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	9:40:00	10:20:00	Sin Programacion	00:40:00	07:00:00	90,48 %
MUL04	14:30:00	15:00:00	Sin Programacion	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	10:30:00	10:45:00	Esponja	00:15:00	07:00:00	96,43 %
MUL04	14:00:00	15:00:00	Esponja	01:00:00	07:00:00	85,71 %
MUL04	10:15:00	10:55:00	Esponja	00:40:00	07:00:00	90,48 %
MUL04	11:00:00	11:30:00	Esponja y tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	10:15:00	10:45:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	12:00:00	12:45:00	Esponja	00:45:00	07:00:00	89,29 %
MUL04	11:30:00	12:00:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	14:30:00	15:00:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL04	14:30:00	14:45:00	Esponja	00:15:00	07:00:00	96,43 %
MUL04	10:15:00	10:35:00	Tela	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL04	14:00:00	14:40:00	Esponja	00:40:00	07:00:00	90,48 %
MUL04	13:00:00	14:45:00	Sin Programacion	01:45:00	07:00:00	75,00 %
MUL05	10:15:00	10:45:00	Tela	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL05	12:20:00	12:50:00	Sin Programacion	00:30:00	07:00:00	92,86 %
MUL05	14:35:00	15:00:00	Sin Programacion	00:25:00	07:00:00	94,05 %
MUL05	8:00:00	10:35:00	Sin Programacion	02:35:00	07:00:00	63,10 %
MUL06	7:00:00	7:27:00	Esponja	00:27:00	07:00:00	93,57 %
MUL06	7:40:00	8:00:00	Tela	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL06	8:00:00	8:25:00	Tela	00:25:00	07:00:00	94,05 %
MUL06	9:40:00	10:00:00	Esponja	00:20:00	07:00:00	95,24 %
MUL06	10:15:00	11:15:00	Esperando Esponja	01:00:00	07:00:00	85,71 %
MUL06	6:39:00	7:00:00	Esperando materia prima	00:21:00	07:00:00	95,00 %
MUL06	7:00:00	7:38:00	Esperando esponja	00:38:00	07:00:00	90,95 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Apéndice 6. **Paros mecánicos en área de estructura del mes de junio**

PAROS MECÁNICOS: ESTRUCTURA						
MES	Hr. Inicio Paro	Hr. Término Paro	Causa	Proveedor de cable	Máquina	Duración (minutos)
Junio	07:20	07:50	DESAJUSTE POR CAMBIO DE ALAMBRE	REASA	MRE03	00:30
Junio	07:22	07:48	MAL CALIBRE DE ESPIRAL	REASA	TRANSFER	00:26
Junio	07:00	11:08	PIEZA QUEBRADA	ECA	MRE04	04:08
Junio	07:41	07:42	PROBLEMAS EN ELECTRODO	REASA	MRE06	00:01
Junio	07:41	08:12	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE07	00:31
Junio	07:49	07:56	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE06	00:07
Junio	07:55	08:13	MAL CALIBRE DE ESPIRAL	REASA	TRANSFER	00:18
Junio	08:19	08:25	PROBLEMAS POR ALAMBRE UTILIZADO	REASA	MRE03	00:06
Junio	08:10	08:23	PROBLEMAS POR ALAMBRE UTILIZADO	REASA	MRE07	00:13
Junio	08:23	08:33	DESAJUSTE POR CAMBIO DE ALAMBRE	REASA	TRANSFER	00:10
Junio	08:36	08:43	DESAJUSTE POR CAMBIO DE ALAMBRE	REASA	MRE03	00:07
Junio	09:00	09:03	DESAJUSTE EN GUIA DE ALAMBRE	REASA	TRANSFER	00:03
Junio	09:04	09:10	PROBLEMAS EN SENSOR	REASA	MEN03	00:06
Junio	09:05	09:12	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE03	00:07
Junio	09:08	09:10	CARRERA DE DEVANADORA	REASA	MRE06	00:02
Junio	09:10	09:15	PROBLEMA EN GUIA DE ALAMBRE	ECA	MEN04	00:05
Junio	10:20	10:33	PROBLEMAS EN SENSOR	REASA	MEN06	00:13
Junio	10:21	10:25	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE07	00:04
Junio	10:35	10:58	CABEZA DE ESPIRAL DAÑADO	REASA	MEN03	00:23
Junio	10:39	10:45	PROBLEMAS EN ELECTRODO	REASA	MRE03	00:06
Junio	10:52	10:58	PROBLEMAS POR ALAMBRE UTILIZADO	REASA	MRE06	00:06
Junio	10:55	11:25	PROBLEMAS POR ALAMBRE UTILIZADO	REASA	MRE03	00:30
Junio	11:15	11:22	CAMBIO DE ROLLO	REASA	MRE03	00:07
Junio	11:12	11:34	PROBLEMAS EN GUIA DE RESORTE	REASA	TRANSFER	00:22
Junio	11:26	12:45	PROBLEMAS EN ELECTRODO	REASA	MRE04	01:19
Junio	11:22	12:10	COJINETE DAÑADO	REASA	MRE07	00:48
Junio	11:38	11:43	CAMBIO DE ROLLO	REASA	MRE06	00:05
Junio	11:48	11:51	PROBLEMAS EN ELECTRODO	REASA	MRE03	00:03
Junio	11:41	11:55	PROBLEMAS EN GUIA DE ALAMBRE	REASA	TRANSFER	00:14
Junio	11:52	12:21	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	TRANSFER	00:29
Junio	11:50	12:30	DESAJUSTE POR CAMBIO DE ALAMBRE	REASA	MRE03	00:40
Junio	07:35	07:43	MAL CALIBRE DE ESPIRAL	ECA	TRANSFER	00:08
Junio	07:10	07:15	DESGASTES	ECA	MEN04	00:05
Junio	08:08	08:11	MAL CALIBRE DE ESPIRAL	ECA	TRANSFER	00:03
Junio	08:10	08:12	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	ECA	MRE03	00:02
Junio	08:12	08:15	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	ECA	TRANSFER	00:03
Junio	08:16	08:20	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE02	00:04
Junio	08:23	08:25	PROBLEMAS EN GUIA DE ALAMBRE	ECA	TRANSFER	00:02
Junio	08:43	09:08	PROBLEMAS EN CABEZA ANUDADORA	REASA	MRE02	00:25
Junio	08:06	08:15	PROBLEMAS EN ELECTRODO	ECA	MRE03	00:09

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Apéndice 7. **Determinación de velocidad nominal inicial en área de estructura**

		Tiempo de producción	Capacidad nominal	Producción teórica (PTEO)	Producción total (PT)	Rendimiento %
		TRP (Minutos)	Colchones/min	Colchones (unidades)	Colchones (unidades)	
<b>Máquinas cerradoras TE-32</b>	<b>MAC01</b>	10 088	0,12	1 210	1 139	94,13 %
	<b>MAC02</b>	10 144	0,12	1 217	1 036	85,13 %
	<b>MAC03</b>	10 125	0,12	1 215	1 116	91,85 %
	<b>MAC04</b>	10 775	0,12	1 293	1 200	92,81 %
	<b>MAC05</b>	9 916	0,12	1 189	1 155	97,14 %
	<b>MAC06</b>	10 849	0,12	1 301	1 155	88,78 %
	<b>MAC07</b>	10 559	0,12	1 267	1 207	95,26 %
	<b>MAC08</b>	9 863	0,12	1 183	1 061	89,69 %
				<b>Promedio Rendimiento%</b>		<b>92,16 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.



# ANEXO

## Anexo 1. Información complementaria para capacitación de 5'S

### Las 5´S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida

#### ¿Qué son las 5 S?

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos.

En Ingles se ha dado en llamar “housekeeping” que traducido es “ser amos de casa también en el trabajo”.

#### Las Iniciales de las 5 S:

JAPONES	CASTELLANO
Seiri	Clasificación y Descarte
Seiton	Organización
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Higiene y Visualización
Shitsuke	Disciplina y Compromiso

#### ¿Por qué las 5 S?

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad. Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradera para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza , seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados acorto plazo.

#### Resultado de Aplicación de las 5 S

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que:

##### Aplicación de 3 primeras S :

- Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
- Reducción del 70% del número de accidentes.
- Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
- Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas.

#### ¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?

1. La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo.
2. Los trabajadores se comprometen.
3. Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
4. LA MEJORA CONTINUA SE HACE UNA TAREA DE TODOS.

Fuente: Facenco S.A. *Departamento de calidad.*

