



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

**ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE
PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE
CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR**

Néstor Abdías Martínez Ramos

Asesorado por el Ing. Leonel Baidés Montoya

Guatemala, junio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE
PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE
CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NÉSTOR ABDÍAS MARTÍNEZ RAMOS
ASESORADO POR EL ING. LEONEL BAIDES MONTOYA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO 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 Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juárez
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Jerez Juárez
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:

ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de agosto de 2019.

Néstor Abdías Martínez Ramos

Guatemala, 24 de febrero de 2021

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas.

Por este medio, hago constar que yo, el Ingeniero Leonel Baidés Montoya, con colegiado número nueve mil setecientos catorce (9714), doy como visto bueno el desarrollo del trabajo de investigación final de graduación del alumno Néstor Abdías Martínez Ramos, identificado con CUI 2815 25064 0101, alumno a quien he podido apoyar como asesor de su protocolo de tesis.

Dando por concluido el desarrollo de la misma investigación y planteando las soluciones inmediatas y efectivas para el beneficio de la institución donde se desarrolló la misma.

Doy por concluido de forma eficiente ante mi persona el desarrollo de su trabajo de investigación, como tema: **ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR.**

Línea de investigación: Operaciones

Área: Manufactura y producción, gestión de la calidad.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración.

Atentamente



Ing. Leonel Baidés Montoya

Colegiado número 9714

Leonel Eduardo Baidés Montoya
Ingeniero Industrial
Colegiado No.9714



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

REF.REV.EMI.015.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR**, presentado por el estudiante universitario **Nestor Abdías Martínez Ramos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Renaldo Giron Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Giron Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2021.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.041.021

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 **ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR**, presentado por el estudiante universitario **Néstor Abdías Martínez Ramos**, 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

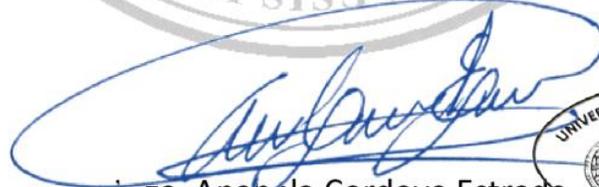
Guatemala, mayo de 2021.

/mgp

DTG. 236.2021

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: **ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR DEFECTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR**, presentado por el estudiante universitario: **Néstor Abdías Martínez Ramos**, 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, junio de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por bendecir y hacer más fácil mi camino.

Mi madre

Por su sacrificio, esmero y apoyo durante mi vida.

Por nunca darme por vencido.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por bendecir y hacer más fácil mi camino.
Mi madre	Por siempre luchar por mi bienestar a pesar de todas las dificultades y por su enorme sacrificio para que yo tuviera más de lo necesario en mi vida.
Rudy Arnoldo Torres	Por su altruista apoyo; porque que, a pesar de no ser su responsabilidad, siempre fue apoyo y guía en momentos difíciles, mil gracias.
Mi querida hermana	Julissa Fernanda Ramos, por consentirme y apoyarme durante tanto tiempo.
Mi familia	Por su consejo, apoyo y preocupación por mi persona.
Universidad de San Carlos de Guatemala	A la gloriosa Tricentenaria, por ser mi casa de estudios, de la cual estoy orgulloso de egresar.
Facultad de Ingeniería	Por forjarme y desarrollar en mí las habilidades científicas y técnicas que me permitieron obtener el título en ingeniería industrial.

Mi asesor de tesis

Ingeniero Leonel Baidés Montoya, por su apoyo incondicional y dedicación; muchas gracias.

1.2.4.	Grado de control de la calidad del producto	9
1.2.5.	Portafolio de clientes	11
1.3.	Catálogo.....	11
1.3.1.	Polo	11
1.3.1.1.	Básica.....	12
1.3.1.2.	Gráficos	13
1.3.1.3.	Cuello V	13
1.3.1.4.	Consignas.....	14
1.4.	Producción	14
1.4.1.	Producción intermitente	15
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE	19
2.1.	Producción de la línea.....	19
2.2.	Descripción del producto.....	19
2.3.	Materia prima	20
2.3.1.	Tejido textil	22
2.3.2.	Fibras textiles para costura.....	24
2.3.3.	Agujas	26
2.3.3.1.	Agujas universales.....	27
2.3.3.2.	Agujas punta de bola	28
2.3.3.3.	Agujas para tejidos elásticos.....	29
2.3.4.	Accesorios complementarios de la pieza	29
2.3.4.1.	Etiquetas tejidas	30
2.3.4.2.	Etiquetas impresas	31
2.4.	Descripción del equipo	32
2.4.1.	Maquinaria Industrial	32
2.4.1.1.	Máquina plana SN	32
2.4.1.2.	Máquina plana DN	33

2.4.1.3.	Máquina collaretera.....	34
2.4.1.4.	Máquina <i>Overlock</i> de cuatro fibras	35
2.4.1.5.	Máquina <i>Overlock</i> de cinco fibras.....	36
2.4.1.6.	Montacargas <i>Yale</i>	37
2.4.2.	Herramientas	38
2.4.2.1.	Desarmador <i>Phillips</i>	38
2.4.2.2.	Desarmador de pala.....	39
2.4.2.3.	Despitador.....	39
2.4.2.4.	Cinta métrica certificada	40
2.4.2.5.	Marcador textil.....	41
2.4.2.6.	Tijera para costura	42
2.4.2.7.	Regla para costura	43
2.4.2.8.	Fólder con medidas específicas para realizar costuras.....	45
2.4.2.9.	Pistola con bala y aguja para colocar etiquetas	46
2.5.	Descripción del proceso.....	47
2.5.1.	Recepción del producto en piezas	47
2.5.2.	Unión de panel delantero y trasero por los hombros.....	48
2.5.3.	Montaje de cuello.....	49
2.5.4.	Colocación de mangas.....	50
2.5.5.	Cerrado de costados de los paneles	51
2.5.6.	Elaboración del ruedo de fondo	52
2.5.7.	Ruedo de manga	53
2.5.8.	Primera inspección para quitar hilos y verificar costuras	53
2.5.9.	Segunda inspección para verificar presentación y medidas de la prenda.....	54

2.6.	Análisis de desempeño de la mano de obra directa	54
2.6.1.	Estándares para la medición del desempeño de la mano de obra directa	54
2.6.2.	Factores que afectan la producción	55
2.6.2.1.	Condiciones laborales.....	55
2.6.2.2.	Diseño del trabajo.....	55
2.6.2.3.	Jornadas de trabajo	56
2.6.2.4.	Falta de capacitación técnica.....	56
2.6.2.5.	Cambio constante de estilos	56
2.6.2.6.	Factores externos	57
2.7.	Costos.....	57
2.7.1.	Costo de material en espera.....	57
2.7.2.	Costo de material con defecto	58
2.8.	Índices.....	59
2.8.1.	Índice de rotación de personal.....	60
2.8.2.	Tiempo perdido por defectos (horas)	60
2.8.3.	Eficiencia.....	61
2.8.4.	Lead time.....	63
2.9.	Problemática detectada.....	64
2.9.1.	Condiciones laborales	64
2.9.2.	Capacidades técnicas de los operarios	65
2.9.3.	Maquinaria defectuosa	65
2.9.4.	Involucramiento de la gerencia	65
2.9.5.	Reprocesos	66
3.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LA LINEA DE ENSAMBLE.....	67
3.1.	Involucramiento del área de producción	67
3.1.1.	Gerencia.....	67
3.1.2.	Recursos humanos.....	67

3.1.3.	Supervisores de área	68
3.1.4.	Operarios	69
3.2.	Diseño del entorno de la línea de ensamble	69
3.2.1.	Iluminación industrial.....	70
3.2.2.	Ventilación de la nave industrial	78
3.2.3.	Temperatura radiante.....	81
3.2.4.	Ruido tonal.....	82
3.2.5.	Higiene del entorno	85
3.2.6.	Plano de la línea de ensamble	86
3.3.	Estudio del método de trabajo	87
3.3.1.	Simplificación del trabajo	87
3.4.	Planeación de procesos propuestos	100
3.4.1.	Diagrama de operaciones	100
3.4.2.	Diagrama de flujo.....	106
3.4.3.	Diagrama de recorrido	112
3.5.	Planificación de la producción en la línea de ensamble	114
3.5.1.	Programación de necesidades de materiales.....	114
3.5.2.	Filosofía de producción «justo a tiempo»	114
3.6.	Costos propuestos de la línea	115
3.6.1.	Recurso humano.....	115
3.6.2.	Materia prima	118
3.6.2.1.	Tejidos Textiles	118
3.6.2.2.	Fibras textiles para costura	119
3.6.3.	Accesorios para prendas	121
3.6.3.1.	Etiqueta principal.....	121
3.6.3.2.	Etiqueta colgante	121
3.6.3.3.	Botones textiles.....	122
3.6.4.	Costo de producción	123
3.7.	Capacitaciones del personal.....	125

3.7.1.	Evaluación del recurso humano.....	126
3.7.2.	Capacitaciones técnicas de los operarios.....	134
3.7.3.	Capacitaciones para el personal administrativo....	137
3.8.	Controles del producto	138
3.8.1.	Verificación de construcción	141
3.8.2.	Identificación de defecto	144
3.8.3.	Auditoría de medidas.....	147
3.9.	Mantenimiento de máquinas industriales.....	148
3.9.1.	Mantenimiento de máquina plana.....	148
3.9.1.1.	Preventivo.....	149
3.9.1.1.1.	4 000 horas.....	150
3.9.1.2.	Correctivo	150
3.9.2.	Mantenimiento máquina <i>Overlock</i>	151
3.9.2.1.	Preventivo.....	152
3.9.2.1.1.	2 500 horas.....	152
3.9.2.2.	Correctivo	153
3.10.	Análisis financiero	154
4.	IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	159
4.1.	Plan de acción en la línea de ensamble	159
4.1.1.	Implementación del plan para la identificación de restricciones en la línea de ensamble.....	159
4.1.2.	Entidades responsables	166
4.1.2.1.	Gerencia general	167
4.1.2.2.	Gerentes de producción.....	167
4.1.2.3.	Supervisores de área.....	168
4.1.2.4.	Operarios.....	168
4.2.	Áreas involucradas.....	169
4.2.1.	Área de patronaje de plantillas	169

4.2.2.	Área de corte textil	170
4.2.2.1.	Área de lavado textil.....	170
4.2.3.	Área de impresión sobre textil.....	171
4.2.4.	Área de auditoría	171
4.3.	Reubicación de áreas	172
4.3.1.	Diagrama de recorrido	172
4.3.2.	Diagrama de flujo.....	175
4.4.	Recurso Humano.....	178
4.4.1.	Análisis de puestos	179
4.4.2.	Jornadas de trabajo	181
4.5.	Manejo de materiales	181
4.5.1.	Materia prima.....	182
4.5.1.1.	Tejidos textiles	182
4.5.1.2.	Fibras textiles	183
4.5.1.3.	Accesorios de prendas de vestir	184
4.5.1.3.1.	Botones textiles.....	184
4.5.1.3.2.	Etiqueta colgante	185
4.5.1.3.3.	Etiqueta principal.....	185
4.5.2.	Área de terminación.....	186
4.5.2.1.	Eliminación de pliegues.....	186
4.5.2.2.	Verificación de la calidad.....	187
4.5.2.3.	Empaquetado y embalaje textil	187
4.6.	Análisis de las operaciones	188
4.6.1.	Diagrama de operaciones	188
4.6.2.	Diagramas de flujo	190
4.7.	Logística en el proceso	190
4.7.1.	Áreas señalizadas.....	191
4.7.1.1.	Salidas de emergencia	191
4.7.1.2.	Áreas para equipo de seguridad	192

	4.7.1.3.	Identificación de módulos	194
4.8.		Maquinaria industrial nueva.....	194
	4.8.1.	Análisis costo beneficio	195
	4.8.2.	Cotizaciones.....	195
	4.8.2.1.	Máquina <i>Overlock</i>	195
	4.8.2.2.	Trazador gráfico.....	196
	4.8.2.3.	Lavadoras industriales	197
4.9.		Capacitaciones.....	198
	4.9.1.	Capacitados	199
	4.9.1.1.	Supervisores de área.....	200
	4.9.1.2.	Operarios técnicos	200
	4.9.1.3.	Diseñadores de patrones de plantillas.....	201
	4.9.2.	Metodología.....	202
	4.9.2.1.	Capacitación técnica.....	202
	4.9.2.2.	Capacitación conductual.....	203
	4.9.3.	Tiempo para la capacitación	204
	4.9.4.	Capacitadores	205
5.		SEGUIMIENTO O MEJORA	207
5.1.		Revisión de la implementación de la programación de cadena de restricción	207
	5.1.1.	Eficiencia.....	207
	5.1.2.	Tiempo perdido por defectos	208
	5.1.3.	Proporción de corte versus exportación.....	209
5.2.		Resultados obtenidos.....	209
	5.2.1.	Análisis e Interpretación	210
	5.2.2.	Aplicación del método	216
5.3.		Ventajas y beneficios	219

5.3.1.	Reducción del tiempo de entrega de las requisiciones	220
5.3.2.	Equilibrio en el proceso productivo en la línea de ensamble	220
5.3.3.	Estímulo en el crecimiento de las capacidades técnicas de los operarios	221
5.3.4.	Aumento en el valor del recurso humano de la empresa.....	223
5.4.	Acciones correctivas.....	223
5.4.1.	Aplicación	224
5.4.2.	Revisión de resultados.....	227
5.4.3.	Mejora continua	228
5.5.	Registro	228
5.5.1.	Tabulación de resultados finales.....	229
5.6.	Auditorías	230
5.6.1.	Internas.....	231
5.6.2.	Externas.....	231
CONCLUSIONES		233
RECOMENDACIONES.....		235
BIBLIOGRAFÍA.....		237
APÉNDICES.....		239

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta de producción, kilómetro 37, Carretera al Pacífico Palin, Escuintla	4
2.	Características de la estructura organizacional	6
3.	Organigrama departamental de la empresa	7
4.	Organigrama del personal administrativo	8
5.	Camisa tipo polo	12
6.	Camisa con gráficos.....	13
7.	Playera con cuello V	14
8.	Gráfico de ventas por género	16
9.	Gráfico de producción por cliente corporativo	16
10.	Gráfico de producción por estilo	17
11.	Materia prima de mayor rotación	21
12.	Características de las fibras textiles	25
13.	Clasificación de las fibras textiles	26
14.	Agujas universales	27
15.	Agujas punta de bola	28
16.	Agujas para tejidos <i>stretch</i>	29
17.	Etiquetas tejidas o bordadas	30
18.	Etiquetas impresas.....	31
19.	Máquina plana SN.....	33
20.	Máquina plana DN	34
21.	Máquina <i>Overlock</i> de cuatro hilos	35
22.	Máquina <i>Overlock</i> de cinco hilos	36

23.	Montacargas marca <i>Yale</i>	37
24.	Desarmador <i>Phillips</i> o de cruz	38
25.	Desarmador de pala o plano.....	39
26.	Tijera despitadora	40
27.	Cinta métrica certificada	41
28.	Marcador textil	42
29.	Tijera para costura.....	43
30.	Regla para costura	44
31.	Fólder con medidas específicas para realizar costuras.....	45
32.	Pistola para colocación de etiquetas.....	46
33.	Despiece de una playera	47
34.	Costura de paneles delantero y trasero por los hombros	48
35.	Costura de cuello.....	49
36.	Colocación de mangas	50
37.	Costura de laterales de los paneles frontal y posterior.....	51
38.	Costura del ruedo de fondo	52
39.	Costura de ruedo de manga	53
40.	Gráfico de resumen por mes de costo de material en espera	58
41.	Costo de material defectuoso	59
42.	Gráfico de índice de rotación de personal.....	60
43.	Gráfico de tiempo perdido por defectos en horas	61
44.	Gráfico de eficiencia en la línea 8.....	62
45.	Gráfico comparativo de eficiencias de las bodegas 1 y 4.....	62
46.	Gráfico de <i>lead time</i> en la bodega 1, línea 8.....	63
47.	<i>Lead time</i> comparativo entre bodegas 1 y 4	64
48.	Tipos de luminarias industriales para montar en el techo.	73
49.	Clasificación de las luminarias para iluminación general según el porcentaje de luz total emitida arriba y abajo de la horizontal.	73
50.	Factor de utilización (η) para la bodega y sus reflectancias.....	75

51.	Extractor axial para techo RXT-C 1000	79
52.	Partes del extractor RXT-C 1000	80
53.	Plano de la línea de ensamble	86
54.	Diagrama de recepción y despacho de accesorios	101
55.	Diagrama de operaciones del área de corte.....	102
56.	Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso convencional	103
57.	Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso modular	104
58.	Diagrama de proceso del área de empaque	105
59.	Diagrama de flujo para la recepción de accesorios	106
60.	Diagrama de flujo para el despacho de accesorios	107
61.	Diagrama de flujo para el área de corte	108
62.	Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso convencional	109
63.	Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso modular	110
64.	Diagrama de flujo para área de empaque	111
65.	Diagrama de recorrido del proceso de producción	112
66.	Continuación diagrama de recorrido del proceso de producción	113
67.	<i>Bill of Materials</i> de tela de una prenda básica	118
68.	<i>Bill of Materials</i> para hilo de una prenda básica	120
69.	<i>Bill of Materials</i> para accesorios de una prenda	122
70.	<i>Bill of Materials</i> para una prenda.....	123
71.	Matriz de evaluación de carácter y personalidad de los supervisores.....	128
72.	Matriz de evaluación de las habilidades organizativas de los supervisores.....	130
73.	Matriz de habilidades de liderazgo de los supervisores.....	131
74.	Matriz de capacidades técnicas de los supervisores	132

75.	Información gráfica sobre la advertencia de corregir los defectos de hilo suelto en algunas operaciones	136
76.	Código de letras de la tabla AQL	139
77.	Niveles límites de aceptación de la calidad.....	140
78.	Focalización de la restricción en cinco pasos	160
79.	Muestras de los hilos sin despitar	162
80.	Muestras de desfase de manga.....	163
81.	Diagrama de recorrido con los procesos de inspección de material entregado entre áreas	173
82.	Resumen del diagrama de recorrido con los procesos de inspección de material entregado entre áreas	174
83.	Nuevo diagrama de flujo del área de corte	175
84.	Nuevo diagrama de flujo de líneas de producción	176
85.	Nuevo diagrama de flujo de área de empaque	177
86.	Nuevo diagrama de operaciones de proceso del área de líneas de producción.....	189
87.	Rutas de evacuación para la planta.....	192
88.	Áreas para equipo de seguridad en la planta.....	193
89.	Eficiencia previa a la implementación de las propuestas al mes de junio de 2019.....	210
90.	Eficiencia pronosticada de julio a diciembre de 2019.....	211
91.	Tiempo perdido por defectos, en horas, de todas las líneas de la bodega 1	213
92.	Tiempo perdido por defectos, en horas, de la bodega 1	214
93.	Gráfica de corte versus exportación en el año 2019	215
94.	Diagrama de flujo para el seguimiento de la ejecución de las propuestas contra las restricciones de la línea de ensamble	218
95.	Repartición de lienzos de tela y papel a los operarios	225
96.	Colocación de los lienzos de papel en la máquina.....	226

97.	Revisión de manchas de aceite.....	227
-----	------------------------------------	-----

TABLAS

I.	Características y propiedades específicas según los requerimientos hacia la empresa.....	24
II.	Reflectancias de acabados comunes de pintura y madera.....	70
III.	Factores de ponderación a considerar para la tabla de categorías	71
IV.	Fuentes de luz artificial.....	72
V.	Resumen de la categoría a la que pertenece el ensamble de inspección de prendas de vestir, según la IESNA	74
VI.	Categoría e intervalos de iluminación necesaria en luxes y pie-candela	74
VII.	Reflectancia de acabados de pintura en la bodega	75
VIII.	Factor de mantenimiento dentro de la bodega	76
IX.	Exposiciones permisibles al ruido	83
X.	Niveles de ruido durante la jornada laboral	83
XI.	Bimanual de <i>Heat transfer</i>	88
XII.	Bimanual Pegar etiqueta.....	89
XIII.	Bimanual Unir cuello	90
XIV.	Bimanual Limpieza de cuello.....	90
XV.	Bimanual Unir hombro.....	91
XVI.	Bimanual Pegar cuello	92
XVII.	Bimanual Pegar manga.....	93
XVIII.	Bimanual Cerrar costados.....	94
XIX.	Bimanual Ruedo de manga.....	95
XX.	Bimanual Pegar cinta	96
XXI.	Bimanual Sobrecostura de cuello.....	97
XXII.	Bimanual Sobrecostura de cinta.....	98

XXIII.	Bimanual Ruedo de fondo	99
XXIV.	<i>Lay Out</i> de la línea de producción	116
XXV.	Distribución maquinaria en la línea	117
XXVI.	Distribución de mano de obra	117
XXVII.	Datos del inventario	124
XXVIII.	Plan maestro de producción	124
XXIX.	Matriz MRP para la planificación de la producción de una prenda PB-001001.....	125
XXX.	Matriz de calificación de los operarios por la dificultad de la operación que ejecutan	133
XXXI.	Formato de verificación de la construcción en la línea de producción.....	143
XXXII.	Categorización de los defectos recurrentes en la línea de ensamble de prendas de vestir	145
XXXIII.	Asignación de mecánicos para eventualidades de mantenimiento correctivo.....	151
XXXIV.	Designación de mecánicos.....	153
XXXV.	Desglose de los costos de la propuesta.....	154
XXXVI.	Top 3 de defectos más recurrentes y críticos en las líneas.....	161
XXXVII.	Análisis del puesto de la persona que pegará cinta	180
XXXVIII.	Costo de máquina <i>Overlock</i>	196
XXXIX.	Costo de máquina cortadora de tela	196
XL.	Costo de lavadoras industriales.....	197
XLI.	Análisis costo beneficio de las tres propuestas para elevar la restricción	198
XLII.	Resultados finales de la aplicación de las propuestas para la reducción de costos por defectos en las prendas	229

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ASTM	<i>American Society for Testing Materials</i> . Normas internacionales que indican las dimensiones requeridas de las tuberías.
cm	Centímetro
ft/s	<i>Feet per second</i> (pies sobre segundo)
GPa	Gigapascales
°C	Grados centígrados
Fe	Hierro
In (pulg)	<i>Inches</i> (pulgadas)
MPa	Megapascales
m/s	Metro sobre segundo
mm	Milímetro
Nm	Newton-metro
O₂	Oxígeno
%	Porcentaje
Psi	<i>Pound per square inch</i> (libra por pulgada cuadrada)

GLOSARIO

Amorfo	Estructuras sin formas que pueden adoptar los materiales en estado sólido.
Batch	Lote de producción con base en corridas de procesos de extrusión.
Check list	Lista o puntos de verificación a revisar previo a realizar una actividad o proceso.
Demanda	Hace referencia a la cantidad de bienes, productos o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.
Estudio de prefactibilidad	Estudio de factores y fuentes primarias y secundarias de investigación de mercado, en el que se detalla la tecnología que se utiliza en el proyecto, así como los aspectos políticos o legales que lo afectan.
Kit	Conjunto de accesorios y herramientas necesarios para operar o realizar un cambio de pieza(s).
Material compuesto	Son aquellos que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de

propiedades que no es posible obtener en los originales.

Mezzanine

Piso situado entre la primera planta y la planta baja de un edificio.

Mufla

Horno destinado normalmente para la cocción de materiales cerámicos y para la fundición de metales a través de la energía térmica.

Oferta

Se refiere a la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado, bajo determinadas condiciones.

Polietileno de baja densidad

Es un polímero de la familia de los olefínicos, como el polipropileno y los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (por sus siglas en inglés, *Low Density Polyethylene*) o PEBD, polietileno de baja densidad.

Score card

Metas o cumplimiento de indicadores programados a principios de cada periodo establecido en años.

Set up

Preparación en arranque de producción o extrusora.

Stock

Palabra en inglés que es utilizada para referirse a la cantidad de herramientas y accesorios en existencia.

Termopar

Dispositivo que produce un voltaje formado por la unión de dos metales distintos.

Zaranda

Instrumento para cernir o cribar. Está compuesto por un aro o un marco al cual está asegurado un cuero, a un tejido agujereado o una tela metálica fina, con el fin de separar lo más fino de alguna sustancia.

RESUMEN

Durante la visita técnica a la empresa, se determinó un incremento de los costos por defectos en las operaciones del proceso de ensamble en una línea del área de producción de prendas de vestir.

Según los datos recogidos por la misma empresa en el área de producción, se evidenció que los costos por defecto ascienden a los \$ 225,00 en una sola de las 27 líneas disponibles para producción; además, que los costos por manchas de un solo mes son de más de \$ 1 500,00, por lo que es evidente que existe un elevado costo por defecto anual que debe ser atendido.

Debido al incremento de productos defectuosos que se visualizan en el área de auditoria, se planteó el análisis del proceso productivo de las prendas de vestir para identificar la causa del aumento de piezas con defectos. Entre estos se pueden mencionar las manchas, las medidas fuera de tolerancia y en ocasiones la serigrafía defectuosa, lo que da lugar a un reproceso o reparación de las piezas.

Lo anterior condujo a la identificación de restricciones dentro del proceso, las cuales provocan la mala manufactura de la pieza.

OBJETIVOS

General

Realizar el análisis del proceso productivo en una línea de ensamble para reducir los costos por defecto, en una empresa de confección de prendas de vestir.

Específicos

1. Disminuir la cantidad de unidades rechazadas por medidas fuera de lugar en las auditorías internas, para reducir los costos de inspección y materia prima.
2. Estandarizar el proceso de limpieza a través de la creación e implementación de instructivos de trabajo.
3. Crear un formato con la clasificación de los diferentes tipos de limpieza para el monitoreo continuo de las actividades realizadas.
4. Aumentar la productividad de la planta por medio de la implementación de la técnica SMED y de indicadores de rendimiento en la ejecución de las actividades involucradas en el proceso de limpieza.
5. Aumentar la eficiencia de la planta para la optimización de los recursos disponibles y el incremento del margen de utilidad de la empresa.

6. Determinar temas de capacitación necesarios para el personal operativo con el fin de familiarizarlos con las nuevas técnicas que se utilizarán.

INTRODUCCIÓN

La industria textil y de confección ha tomado gran importancia en Guatemala, ya que es un punto importante para la economía local. Desde los años ochenta, esta industria se orientó hacia el mercado local, pero a partir del año 2007, Estados Unidos se convirtió en el mayor socio comercial para Guatemala.

Esto ocasionó un crecimiento abrupto en las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir de calidad. Derivado de esta alta demanda de prendas de vestir por Estados Unidos, aumentó la oferta de los empleos dentro de estas empresas en el país y la empresa en cuestión no fue la excepción.

La empresa Shin Won Guatemala, S. A., ubicada en el kilómetro 37, carretera a San Vicente Pacaya, Escuintla, Guatemala, se dedica a la fabricación y exportación de prendas de vestir para hombres y mujeres. Cuenta con una amplia cartera de clientes corporativos, cuyas prendas y requerimientos son enviados a Estados Unidos.

Shin Won Guatemala, S.A. está consolidada en la industria de Guatemala debido a la calidad de sus productos y al compromiso con sus clientes, pero para mantener las buenas relaciones con los clientes es necesario cumplir con los requerimientos y fechas de entrega de productos que ellos fijan, principalmente a través del mejoramiento del sistema productivo dentro de la empresa.

Por tanto, fueron necesarias múltiples visitas a la empresa para la evaluación del proceso productivo. Este inicia con el diseño de la prenda a través del departamento de patronaje, continúa con el corte de los diseños en la tela que se va a utilizar y finaliza con el ensamble de las piezas. Esto último ocurre en el área de costura, donde se hizo énfasis en el análisis, ya que en las operaciones más complejas se encontraron inconvenientes que provocaban la acumulación de unidades en proceso.

Lo anterior perjudica el flujo operativo y potencialmente deriva en un problema para la organización, ya que después de ser costuradas las unidades, pasan al área de auditoria para la evaluación de su calidad. Ahí las piezas corren el riesgo de ser rechazadas por defectos y, con esto, elevar los costos por defecto y otros costos e índices dentro de la organización.

1. ANTECEDENTES GENERALES

La empresa Shin Won Guatemala S.A., ubicada en el kilómetro 37 carretera a San Vicente Pacaya, Escuintla, Guatemala, se dedica a la fabricación y exportación de prendas de vestir de *knit*, el cual es el nombre técnico que se le da al tipo de tejido textil que se usa para realizar las prendas para hombres y mujeres.

Shin Won Guatemala S.A. está consolidada en la industria textil de Guatemala debido a la calidad de sus productos y al compromiso con sus clientes, pero para mantener las buenas relaciones con los clientes, es necesario cumplir con los requerimientos y fechas de entrega. Todo esto es logrado, principalmente, a través del mejoramiento del sistema productivo dentro de la empresa.

1.1. Inicios de la empresa de textiles

Shin Won fue establecida en 1973 como Shin Won Trade Corporation con su casa matriz en Corea del Sur. Luego, en 1990, la empresa cambió su nombre a Shin Won Corporation.

En 1997, Shin Won Guatemala S.A. se establece con dos complejos industriales: en Palín, Escuintla y en San Lucas, Sacatepéquez. En 2002 se establece una filial en Vietnam y en 2004 otra más en Corea del Sur, como Shin Won Ebenezer Gae-Seong.

A partir de 2012 la empresa ha continuado con su expansión territorial, pero sobre todo operativa. En la actualidad, la empresa trabaja en conjunto con sus clientes corporativos para la creación de estrategias y la aplicación de métodos que apoyen el desarrollo de las operaciones productivas dentro de la empresa.

1.1.1. Historia de la industria textil en Guatemala

En la época colonial y durante la vida independiente, hasta la Reforma Liberal de 1871, la producción manufacturera estuvo limitada a la artesanía, principalmente textil y de alfarería. En 1848 el gobierno de Rafael Carrera otorgó a Jose María Samayoa, posteriormente ministro de Fomento de Justo Rufino Barrios, un permiso para instalar en exclusiva una fábrica de hilados y tejidos con máquinas importadas.

En los años siguientes se hicieron intentos similares que no llegaron a prosperar (Wagner, 1994: 198). La primera industria que se instaló en Guatemala fue la de fósforos de Rafael Sinibaldi y Compañía, que funcionó de 1879 a 1883. La siguiente fue la Fábrica de Hilados y Tejidos Cantel.

En 1880 adquirieron tierras en Cantel, Quetzaltenango, para aprovechar el potencial hidroeléctrico del Samalá y de mano de obra calificada que se originaba de la tradición textil de la zona. En 1900 la fábrica operaba con 82 máquinas y entre 800 y 1 000 trabajadores (Dosal, 2005: 59 a 63)

En 1929 operaban la fábrica Casimires de Amatitlán en ese municipio; las industrias textiles de Francisco Capuano y de Enrique Weissenberg (Mont Blanc) en Quetzaltenango.

En 1932 otras empresas importantes en el ramo textil eran Nortropic, de Fraternal Vila, fundada en 1927; New York, de Salvador Abularach, fundada en 1928, que en 1934 tenía 150 empleados y exportaba calcetas y calcetines a El Salvador y Honduras; y Mishanco, de Samuel Mishaan, establecida en 1937.¹

La industria textil y confección en Guatemala ha sido un eje económico central a nivel local, regional y nacional. Hasta mediados de los años ochenta, el sector se encontraba orientado casi exclusivamente hacia la producción nacional y centroamericana. Sin embargo, a partir de esa época el modelo de desarrollo cambió —de la sustitución de importaciones a la promoción de exportaciones— como resultado de los regímenes especiales para incentivar la exportación y de las propias tendencias y presiones de la globalización.²

¹ ORDOÑEZ, Pablo *El principio de la industria en Guatemala*. https://www.deguate.com/artman/publish/hist_contempo/el-principio-de-la-industria-en-guatemala.shtml.

² PRADO, Pedro. *El sector textil y confección y el desarrollo sostenible en Guatemala*. p. v.

1.1.2. Nombre de la empresa

Para la constitución de la sociedad mercantil, bajo los estatutos del código de comercio de la ley guatemalteca, la empresa fue registrada y denominada a través de escritura pública como Shin Won S. A., bajo el tipo de sociedad anónima, la cual tiene su capital dividido y representado por acciones.

1.1.3. Entidad propietaria

Luego de ser establecida como Shin Won Trade Corporation, la empresa cambio su nombre de casa matriz a Shin Won Corporation; pero, la filial constituida en el país fue nombrada como Shin Won Guatemala S.A.

1.1.4. Representante legal

En la constitución de la sociedad mercantil, el representante legal que adquirió los compromisos de administrador y todas las disposiciones impuestas en la escritura constitutiva fue el señor Kang Chun Lim, designado bajo la correspondiente acta notarial de nombramiento.

1.1.5. Número de empleados

La empresa cuenta con un total de 1,266 empleados de mano de obra directa, distribuidos en 17 líneas de producción, y otros 156 de mano de obra indirecta. Es importante destacar que Shin Won Guatemala tiene el número más pequeño de empleados de todas las filiales de la casa matriz, pero, a pesar de esto, es la que mayor capacidad de producción tiene, con un total de 3.8 millones de piezas por mes.

1.1.6. Ubicación 1

Shin Won Guatemala S. A. cuenta con dos complejos industriales: uno en San Lucas, Sacatepéquez y el otro en el kilómetro 37 Carretera al Pacífico, Palín, Escuintla. Es en este último en donde se llevará a cabo el trabajo de campo de esta investigación.

Figura 1. **Planta de producción, kilómetro 37 carretera al Pacífico
Palín, Escuintla**



Fuente: Google Maps. *Planta de Producción Shin Won GT.*

<https://www.google.com.gt/maps/place/SHINWON+GT,+S.A./@14.4151463,-90.6739185,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x858907d967108d3f:0xbdcc81311f49887a!8m2!3d14.4151411!4d-90.6717298>. Consulta: 15 de enero de 2021.

1.1.7. Visión

Ser catalogada de las mejores empresas de la industria textil del país, contribuyendo con el desarrollo del mercado laboral y con la satisfacción de las necesidades de los clientes corporativos.

1.1.8. Misión

Crear un ambiente agradable para nuestro equipo de trabajo para que sean capaces de velar por la satisfacción del cliente a través de la manufactura y entrega de productos de calidad.

1.2. Estructura organizacional

Una de las maneras de optimizar las tareas dentro de una empresa es a través del adecuado diseño de la estructura organizacional. De esta manera las tareas se dividirán y coordinarán de mejor manera, asimismo la estructura organizacional se encarga de determinar la cadena de mando dentro de la organización con el fin de responsabilizar a las personas adecuadas.

1.2.1. Actividad económica

Shin Won Guatemala S.A. es una empresa perteneciente a la industria textil del país, que específicamente se dedica a la confección de prendas de vestir a partir de telas tejidas, también denominadas *knit*, de las cuales se fabrican playeras para el mercado internacional.

1.2.2. Tipo de estructura organizacional

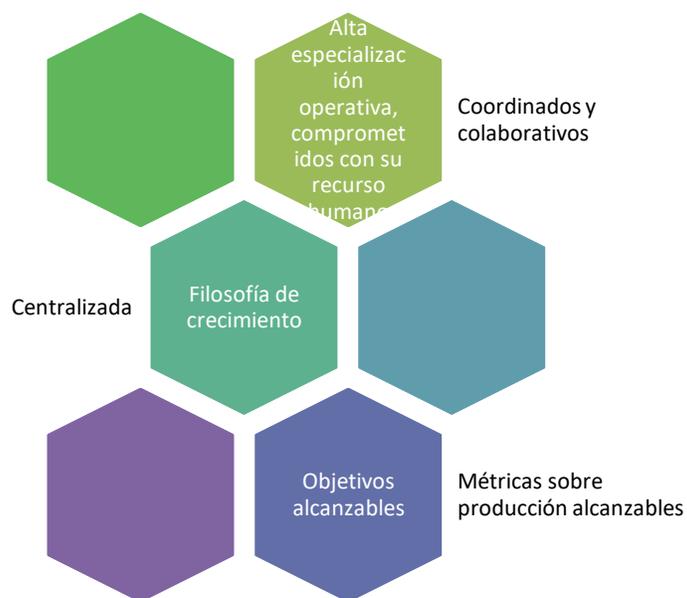
Shin Won cuenta con una estructura organizacional combinada, ya que en su forma más pura está estructurada geográficamente; esto quiere decir que, como es una empresa de operación internacional, tiene que obedecer a una organización regida y definida por la casa matriz en Corea del Sur.

Así mismo, debido a la organización geográfica mencionada anteriormente, la empresa obedece a una estructura organizacional lineal, donde se centralizan todas las decisiones tanto local como internacionalmente; es decir, que su organización es ascendente, donde a medida que aumentan las responsabilidades, disminuyen los cargos.

1.2.2.1. Características de la estructura organizacional

La empresa está estructurada de una forma en que cuando es necesaria la toma de una decisión importante esta es evaluada y aprobada por los altos cargos en los departamentos y en la empresa. Por lo que la forma en que se estructura la empresa es de forma centralizada.

Figura 2. Características de la estructura organizacional



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

1.2.2.2. Organigrama

Operativamente, a nivel mundial, Shin Won se divide en cuatro grandes ramas: departamento de *Knit*, el cual es manufacturado en Guatemala y Vietnam; departamento de *Sweater*, el cual se desarrolla en el continente asiático, específicamente en Indonesia y Vietnam; el departamento de Bolsos, que se desarrolla y manufactura en China; y el departamento de Negocios de la moda, que tiene sus operaciones en la casa matriz en Corea del Sur.

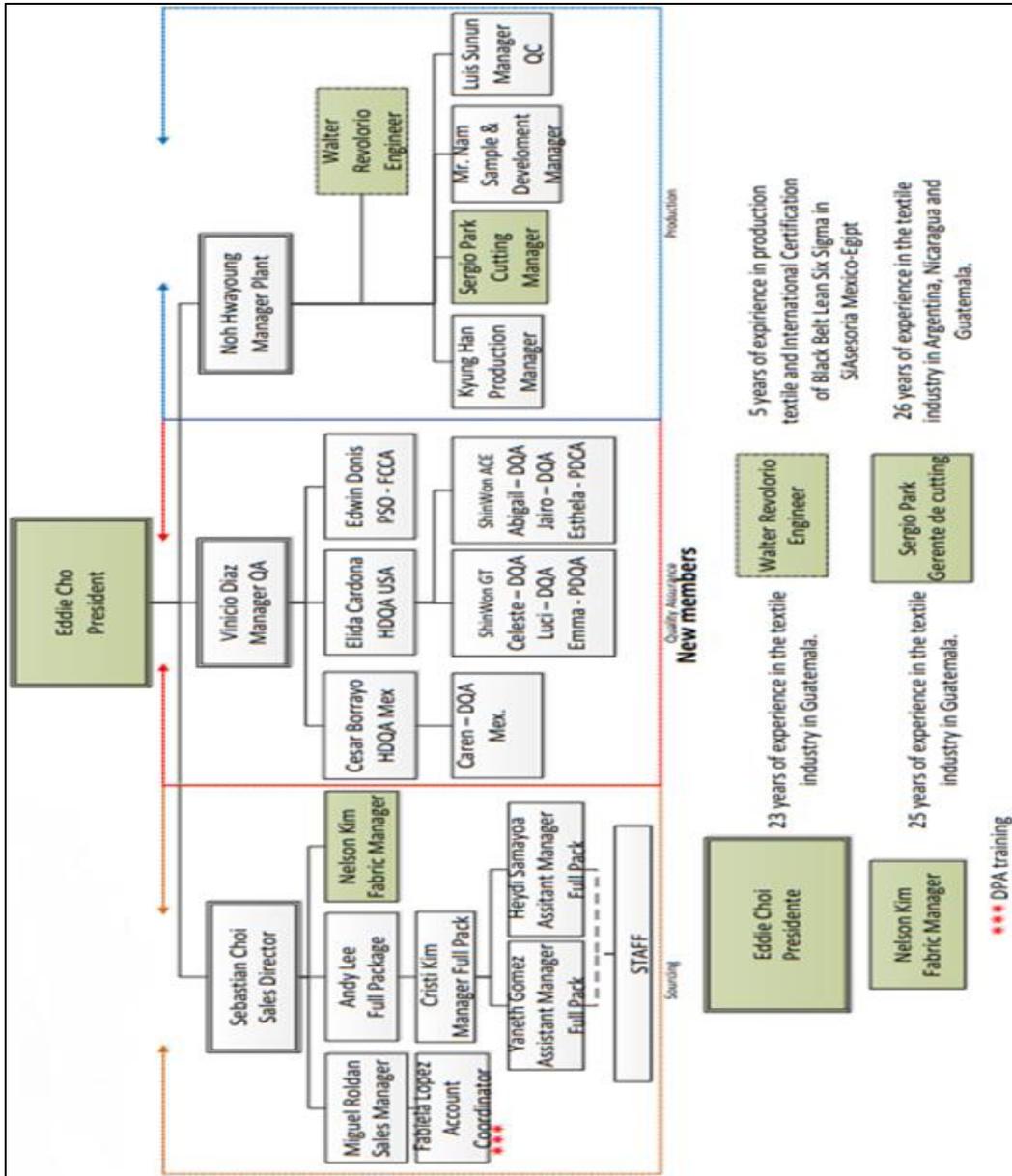
Para fines de la investigación, por razones geográficas, se focalizó la atención en el departamento de *Knit*, el cual se desarrolla en Guatemala. A continuación, se presenta el organigrama operativo para productos *knit*.

Figura 3. Organigrama departamental de la empresa



Fuente: Shin Won Guatemala.

Figura 4. Organigrama del personal administrativo



Fuente: Departamento de Ingeniería, Shin Won Guatemala.

1.2.3. Nivel de desarrollo del producto

Dado que un producto es un satisfactor de necesidades, lo podemos catalogar dentro de tres niveles de desarrollo. De lo que se fabrica en Shin Won, uno de los productos básicos que se encuentran en el primer nivel de desarrollo son las playeras a base de *knit*, las cuales son utilizadas por los consumidores para cubrir su cuerpo y esto satisface una de las necesidades más básicas del hombre: sentirse protegido.

En su segundo nivel, el producto real, contiene características que lo posicionan en esta categoría. Cada playera que se fabrica en la empresa cuenta con todas las peculiaridades que permiten considerarla como tal; es decir, tiene mangas, cuello, costuras, serigrafía, etiquetas, entre otros.

Por último, se encuentra el nivel más alto de desarrollo: el producto aumentado. Las playeras manufacturadas en Shin Won también poseen cualidades que lo posicionan en este nivel de desarrollo, ya que son un producto aumentado; pero, si se repasan los niveles anteriores, igualmente tienen todas las cualidades correspondientes. En efecto, satisfacen la necesidad básica de vestir, pero también dan un valor agregado al consumidor al satisfacer su buen gusto por medio de cada diseño que se desarrolla en la organización. Es decir, el cliente satisface su necesidad con algo que le gusta y se diferencia de las demás personas a través de su gusto por la moda.

1.2.4. Grado de control de la calidad del producto

Uno de los objetivos más importantes de la empresa es entregar a sus clientes corporativos y clientes finales un producto que cumpla con sus requerimientos; es decir, un producto que sea de calidad. Sin embargo, en

muchas ocasiones los grandes volúmenes de producción atentan contra la calidad del producto, a pesar de que este haya tenido un buen diseño.

Por lo tanto, debido a las grandes cantidades de unidades que la empresa produce (3,5 millones/mes), es necesario un control exhaustivo de la calidad, de manera que se aseguren las buenas sensaciones de todos los clientes con el producto. Estas buenas sensaciones no siempre se mantienen, ya que se deben obviar los idealismos, pero se concretan con pruebas de laboratorio que se llevan a cabo para demostrar que los materiales y productos finales no tienen un efecto negativo sobre los consumidores. Las pruebas se realizan dentro de la empresa y se comparan con otras echas en Guatemala. Este proceso lo realiza una empresa contratada por el cliente corporativo y con esto, se verifica la calidad del producto antes de ser producido de forma masiva.

Posteriormente, en cada etapa del proceso se lleva a cabo un monitoreo, con el cual se evidencian posibles fallas del sistema productivo que deriven en un producto de mala calidad. Este monitoreo se lleva a cabo con distintas finalidades; la primera, es el mantenimiento de la calidad y, la segunda, es la reducción de costos al corregir sobre la marcha y no cuando el producto esté en su proceso anterior a la auditoría.

Después se realizan las auditorías, las cuales son internas y externas. En estas últimas, un auditor externo a la empresa llega a hacer una evaluación estadística de los productos para verificar su calidad en la etapa final.

Por último, la empresa elabora reportes mensuales que abarcan todos los flancos con relación al desarrollo del producto; desde la mano de obra, pasando por la maquinaria, hasta la técnica con que se realizan las operaciones. Lo

anterior se hace para comparar los datos e identificar puntos bajos de la calidad que se deban mejorar.

1.2.5. Portafolio de clientes

Los clientes a los cuales les produce la empresa en cuestión son únicamente estadounidenses, y, que debido a la protección de información que estos requieren, no pueden ser revelados en documentos de índole público. Sin embargo, es importante destacar que todos los clientes a los que Shin Won les produce, se apegan a los estatutos y normas, tanto nacionales como internacionales, para poder manufacturar sus productos en Guatemala. De igual forma, estos clientes imponen una serie de reglas y procedimientos que la empresa debe cumplir para poder manufacturar productos bajo su marca.

1.3. Catálogo

Una vez conocida la procedencia de los clientes corporativos que maneja ShinWon Guatemala, es importante presentar el tipo de productos que desarrollan para cada una de las marcas.

Es importante destacar que en el diseño, las playeras son muy similares, pero se diferencian por detalles como por ejemplo, el diseño de los hombros, el cuello o de sus paneles, lo que provoca que su ensamble sea diferente.

1.3.1. Polo

Las camisas tipo polo son prendas de punto, las cuales tienen la misma forma que una playera, pero tienen un cuello con dobladillo. Estas pueden ser de distintas medidas, según el diseño y las dimensiones de los consumidores.

También contienen una abertura con botones, la cual ajusta al cuello, según el gusto del usuario. Algunas contienen un bolsillo en el lado izquierdo del pecho.

Figura 5. **Camisa tipo polo**



Fuente: Novocolor Guatemala. *Playera estilo polo.*

www.google.com/search?q=playera+estilo+polo&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk026_Elr4tMLtUIQRErZnkdK4T6NCQ:1607038258873&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewirzr2E_LLtAhVJ1IkKHb66C1UQ_AUoAXoECBYQAw&biw=1366&bih=657#imgrc=lwX9b9FQrOYW3M. Consulta: enero de 2021.

1.3.1.1. Básica

Este tipo de prenda de vestir es una playera con las características más sencillas. Su diseño es el más básico de todos: las mangas van unidas a un hombro rectangular, tienen dos paneles (delantero y trasero) y poseen un cuello que no es tan pronunciado como el de las anteriores.

Vale la pena destacar que estas playeras pueden tener aberturas con botones para el cuello, pero más comúnmente son cerradas del frente.

1.3.1.2. Gráficos

Contienen los paneles delantero y trasero, mangas, hombros, cuellos y, en algunos casos, bolsillos (como las básicas), pero la gran diferencia con las anteriores es que en el panel delantero tienen diseños que pueden ser colocados con serigrafía o con bordado de hilos, según el requerimiento del cliente.

Figura 6. **Camisa con gráficos**



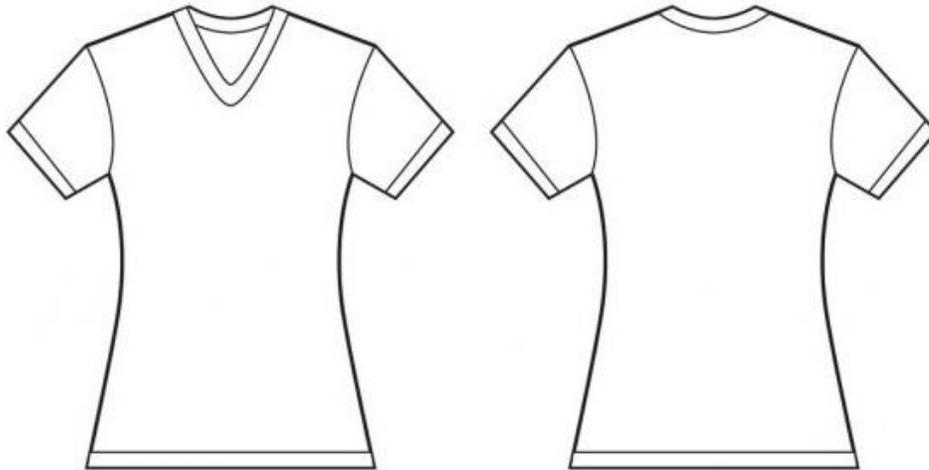
Fuente: Woman. *Playeras con gráficos.*

www.google.com/search?q=playeras+con+graficos+sin+copyright&tbm=isch&ved=2ahUKEwiFqNnB_bLTAhWO6lMKHc1PCswQ2cCegQIABAA&oeq=playeras+con+graficos+sin+copyright&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHICXugJYsd8CYKzIAmgAcAB4AIABqQGIAZELkgEDOS41mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=v3bJX8XMKY7VzwlNn6ngDA&bih=600&biw=1366&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913#imgrc=E6OpFgdHXajhWM. Consulta: enero de 2021.

1.3.1.3. Cuello V

El diseño de las playeras cuello V es similar al de las básicas y al de las playeras con gráficos. La diferencia está en el diseño del cuello, ya que es en forma de V, lo cual le da una abertura más pronunciada al panel delantero en la parte superior.

Figura 7. **Playera con cuello V**



Fuente: Depositphotos. *Playera con cuello v.*

www.google.com/search?q=playera+con+cuello+v+sin+copyright&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk02vkgst66vUIMW97ILC0YjdFZujxA:1607038867333&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjOgsm_rLtAhWMq1kKHAc2DRIQ_AUoAXoECBEQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=jdwT7oPgpR25zM. Consulta: enero de 2021.

1.3.1.4. Consignas

Las playeras con consignas tienen las mismas partes que las anteriores y pueden mostrar variaciones a partir de ciertos matices que el diseñador le dé a alguna(s) de las partes. No obstante, la diferencia fundamental es que estas presentan diseños, específicamente en letras, elaborados con serigrafía.

1.4. Producción

Shin Won es una empresa que manufactura productos para otras empresas, por lo que no está en la disposición de producir continuamente durante un periodo muy largo debido que la demanda de sus productos está

determinada por la época del año, por los gustos del cliente corporativo y por cuánto este quiere poner a disposición de sus clientes nuevos productos mes a mes o temporada a temporada.

Esto provoca que la empresa tenga una producción intermitente, y que los meses más productivos sean los previos a que inicie el verano en Estados Unidos.

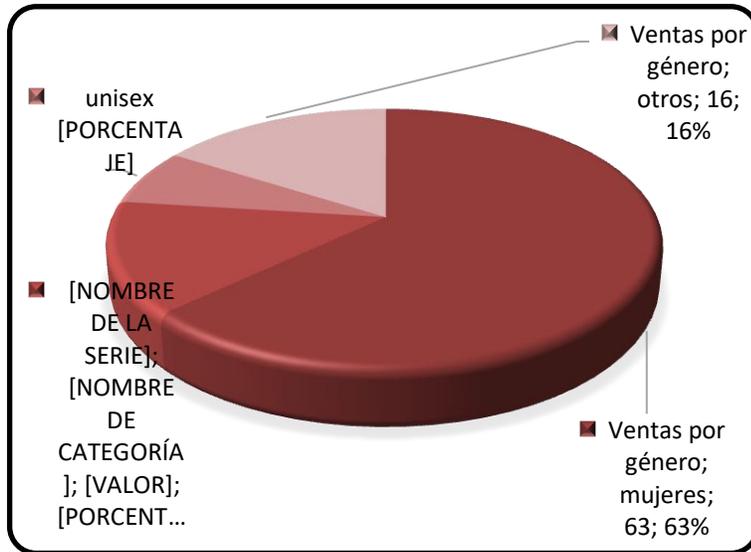
1.4.1. Producción intermitente

La producción intermitente generalmente requiere de un gran esfuerzo de planificación y es bastante detallada. En este tipo de producción los estilos y diseños de los productos cambian cada cierto periodo, lo que provoca problemas en el desarrollo y terminación de la producción en el tiempo estipulado por el cliente. Este tipo de producción requiere de un continuo monitoreo del producto, ya que, por la naturaleza de producción, se requieren de muchos ajustes sobre la marcha para poder mantener la calidad que los clientes demandan.

La empresa cuenta con 18 líneas principales de producción y 21 subcontratadas para cumplir con una capacidad, medida en su pico más alto, de 3,5 millones de unidades al mes.

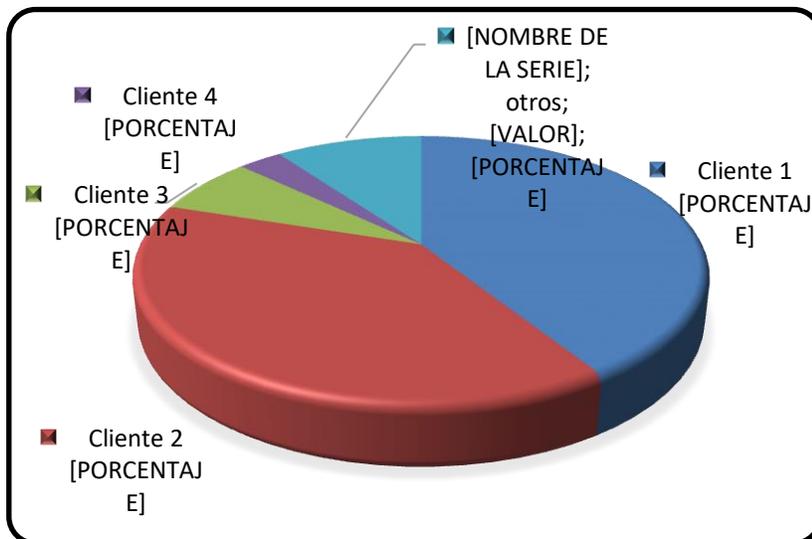
La empresa es capaz de producir las piezas completas dentro de la instalación; es decir, cuentan con departamentos corte, costura, tintorería, lavandería, serigrafía y bordado.

Figura 8. **Gráfico de ventas por género**



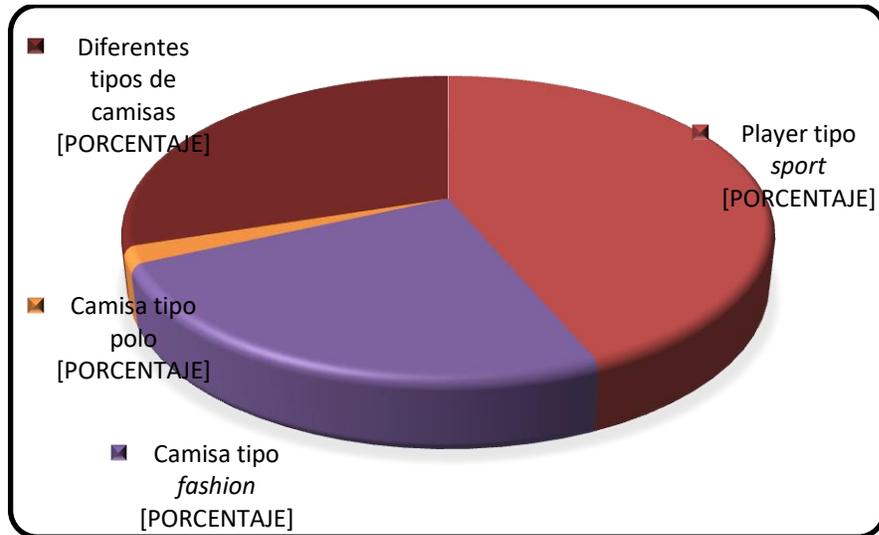
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Gráfico de producción por cliente corporativo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfico de producción por estilo**



Fuente: elaboración propia.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE

2.1. Producción de la línea

Shin Won se caracteriza por producir bajo requerimientos de sus clientes corporativos. Es decir, la empresa produce una determinada cantidad de productos que serán entregados en un tiempo estipulado por la organización a conveniencia de sus clientes.

Esto significa que la empresa produce de una manera intermitente, pues está regida por los requerimientos que se logren negociar periódicamente con los clientes corporativos, lo que, en definitiva, provoca que sus líneas trabajen de la misma manera.

2.2. Descripción del producto

La empresa en cuestión se dedica a la manufactura de playeras o camisetas, que son prendas de vestir con distintos diseños, según los requerimientos del cliente.

Por lo general, las camisetas o playeras son prendas de vestir con mangas cortas, pero también se fabrican playeras sin mangas o con mangas tres cuartos, las cuales llegan alrededor de tres pulgadas y media sobre la muñeca del modelo. Los diseños de las mangas pueden variar, ya que dependen de la forma en la que estas son ensambladas a los paneles de la

playera. Para efectos de la investigación, se contemplan únicamente diseños básicos de playera y manga.

Asimismo, estas prendas se caracterizan por no tener botones en la parte frontal, lo que las diferencia de las camisas; sin embargo, según el diseño, pueden contener hasta tres botones que sirven para ampliar la apertura del cuello. En cuanto al cuello, existen muchos diseños, pero los más comunes son los cuellos redondos, cuellos en V, cuellos para playeras estilo polo y, en muy pocas ocasiones, cuellos denominados chinos.

En cuanto a las dimensiones de la prenda, se manejan diferentes diseños. Comúnmente el largo va alrededor de dos pulgadas bajo la cintura del modelo, pero existen diseños más largos, que alcanzan la línea del muslo, y otros más cortos, que van dos pulgadas sobre el ombligo (*crop tops*).

Estas prendas se pueden personalizar según los gustos del mercado con serigrafía, bordados y otras decoraciones que agregan valor simbólico y económico a la prenda.

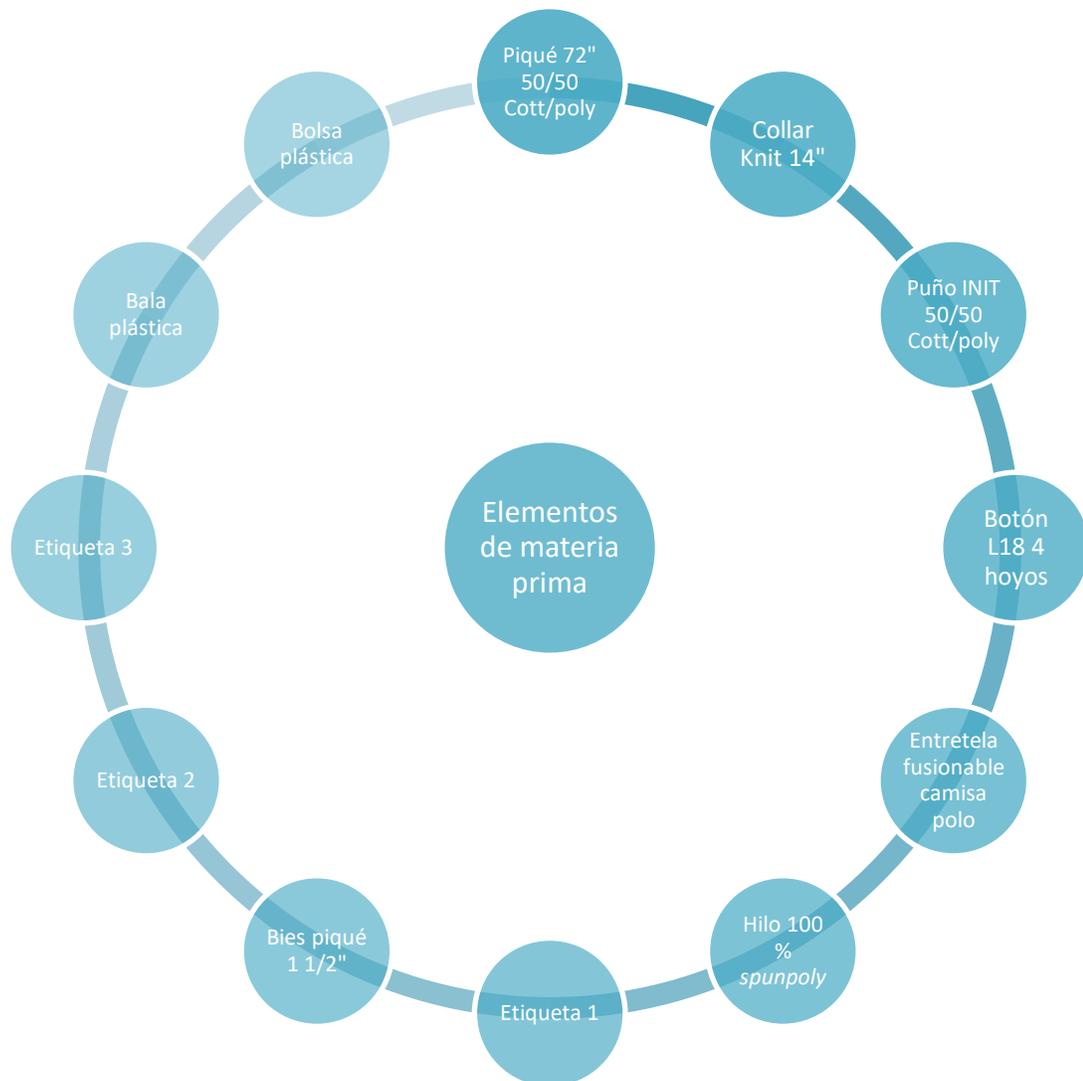
2.3. Materia prima

Las camisetas, en Guatemala llamadas comúnmente playeras, se confeccionan con distintos materiales, según el propósito para el que fueron diseñadas o los gustos de los consumidores.

Por ejemplo, si el deseo del cliente corporativo es vender camisetas cómodas para el verano, su requerimiento de tela será de algodón, pues esto las hace frescas para su uso en altas temperaturas. Si el propósito del cliente

es vender camisetas deportivas, la mejor elección serán las telas artificiales como el nailon o el poliéster, mezcladas con telas vegetales o animales.

Figura 11. **Materia prima de mayor rotación**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Por otro lado, las fibras para costura, comúnmente llamadas hilos, también se presentan varios tipos y calibres, según el propósito del diseño y los requerimientos específicos.

Por último, se encuentran los insumos que participan únicamente para transformar la pieza, como en este caso, las agujas para crear las costuras que harán posible el ensamble de las prendas.

2.3.1. Tejido textil

Los tejidos textiles son piezas de distintas dimensiones creadas a partir del entrelazamiento de fibras de distintos materiales para después ser utilizadas en la confección de prendas de vestir que cumplan con los requerimientos del mercado.

Como se ha hecho mención anteriormente, en el mercado existe todo tipo de clientes con una amplia variedad de gustos; pero, al mismo tiempo, existe una buena cantidad de tipos de tejidos textiles que cumplen con características tan diversas, que complacen a una gran parte del mercado.

Para efectos didácticos se definirán ciertos aspectos importantes de los tejidos:

- Urdimbre: Es el conjunto de hilos que van en dirección vertical.
- Trama: Es el hilo que cruza todo el telar y que se entrelaza con la urdimbre.
- Satén: En su fabricación se hacen pasar por lo menos cuatro hilos de trama por encima de un hilo de urdimbre o viceversa. Estas telas no son

recomendadas para un uso brusco ya que, por su construcción y ante el esfuerzo, suelen rasgarse. Algunos ejemplos son: raso, satén y crepé satén.

- Tela de pelo: Los hilos excedentes de la urdimbre, que forman el pelo, se tejen en forma de bucles. Esto se hace sobre los alambres insertados en los espacios de los hilos elevados alternos; por ejemplo: pana, rizo y terciopelo.
- Doble tela: Varias urdimbres y tramas que se interconectan para formar una tela de dos capas, la cual se mantiene unida mediante puntos obligatorios de trama adicionales. Entre los ejemplos destacan: meltón, velludillo, brocados, entre otros.

También existen otros tipos de tejidos, los cuales cambian únicamente las características físicas de la tela, pero su uso no es apropiado para la fabricación de las prendas de vestir de la empresa en cuestión. Uno de estos es el encaje, el cual es una tela ligera con orificios considerables.

Ahora bien, los tejidos elegibles para la fabricación de las prendas de vestir que requieren los clientes corporativos de la empresa deben cumplir con otras características que los hacen adecuados para los requerimientos del mercado. Estas características son:

Tabla I. **Características y propiedades específicas según los requerimientos hacia la empresa**

Propiedades	Característica especial	Descripción
Físicas	Brillo y color	Las telas deberán cumplir con el brillo y color según los requerimientos del cliente.
Térmicas		Las telas a utilizar deberán presentar acción y reacción al calor, también hacia los tratamientos térmicos y respuesta específica al fuego.
Calorífica		Las telas deben proveer de abrigo y resguardo del frío.
Tintóreas		Las telas deben poseer la característica de absorción como para ser teñidas y mantener el color.
Químicas		Deben cumplir con características que les permitan tener resistencia a tratamientos con ácidos, también cumplir con acción de la intemperie
Absorción	Humedad y agua	Una propiedad de los tejidos textiles es la absorción de agua, en equilibrio con la atmósfera de humedad relativa y una temperatura dada. Por lo que las telas deben absorber la cantidad necesaria de agua como para seguir siendo funcionales.
	Disolventes orgánicos	Las telas deberán cumplir con características de disolventes orgánicos como ácidos, enzimas y mohos.
Otras propiedades solicitadas		Antimicrobianos que impiden la transpiración, antialérgicos para personas con alergias, luminiscencia para seguridad porque brillan en la oscuridad, auto limpiante para evitar manchas.

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

2.3.2. Fibras textiles para costura

Las fibras son los filamentos que, unidos, forman los hilos que después se convierten en tejidos. Estos hilos pueden ser de origen animal, vegetal, mineral o artificial. Los hilos son utilizados para unir cada una de las partes que componen la prenda, según los requerimientos de los clientes y de sus diseños.

Para que una fibra sea catalogada como textil o considerada para su uso en la industria debe cumplir con tres características: flexibilidad, elasticidad y resistencia. Si las fibras no cuentan con alguna de estas características no será capaz de cumplir con los requerimientos de calidad que demanda el mercado.

Figura 12. **Características de las fibras textiles**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Figura 13. **Clasificación de las fibras textiles**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

2.3.3. Agujas

Las agujas las hay de dos tipos: las que sirven para coser a mano y las que son utilizadas para coser con máquina. La selección de agujas depende del tejido que será cosido; por ejemplo, si se utilizará *denim*, se debe seleccionar una aguja más gruesa y, si se trabajará seda, se debe elegir una más delgada para que la puntada sea lo más fina posible.

Las agujas tienen una numeración que indica su grosor; una aguja No.12 es más gruesa que una aguja No.16. Sin embargo, las agujas no solamente se diferencian por el grosor, sino también por la forma. Algunas agujas especiales permiten propiedades diferentes en su uso, como las usadas para trabajar cuero o tejidos elásticos.

2.3.3.1. Agujas universales

Las agujas universales se caracterizan por tener una punta ligeramente redondeada y van desde el tamaño 60 hasta el 120; el 60 corresponde a una aguja fina y la 120 es utilizada para coser telas gruesas o para unir varias capas de telas.

Figura 14. **Agujas universales**



Fuente: Aliexpress. *Agujas universales para máquina de coser.*

www.google.com/search?q=agujas+universales+para+maquina+de+coser&rlz=1C1CBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk01pIOIFYu8J66TaRjYG4S6rxT5eA:1607039589379&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwirmfXgLPtAhUlxVkkHdhjCC0Q_AUoAXoECAYQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=u2Si0pwr4FRkyM. Consulta: enero de 2021.

2.3.3.2. Agujas punta de bola

Estas agujas son ideales para coser tejidos de punto o tejidos elásticos. Esta aguja tiene una punta redonda, lo que no permite que perfora la tela, sino que aparta las fibras sin romperlas, evitando que se agujere la tela.

Las agujas punta de bola se dividen en, Quilting o agujas para tejidos acolchados, es fina pero resistente y por último la aguja Sharp o aguja de punta azul que es extremadamente fina, lo que la hace ideal para telas finas y delicadas, como seda o microfibra.

Figura 15. **Agujas punta de bola**



Fuente: Elmundillodeeva. *Agujas punta de bola*.

www.google.com/search?q=agujas+punta+de+bola+&tbm=isch&ved=2ahUKEwio-J--gbPtAhUPTFMKHVlgBNwQ2cCegQIABAA&oq=agujas+punta+de+bola+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzICCAAyBAgAEB4yBggAEAgQHjIGCAAQCBAeMgQIABAYMgQIABAYUKaMAVjSIAFgJUBaABwAHgAgAGgAYgBgAWSAQM0LjKYAQCgAQGqAQtd3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=6nrJX6jbC4YzQLZwJHgDQ&bih=600&biw=1366&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913#imgrc=LPcHEIPi6s5D4M. Consulta: enero de 2021.

2.3.3.3. Agujas para tejidos elásticos

Estas agujas también se denominan *stretch*, y sirven para tejidos elásticos. Se caracterizan porque van de un grosor fino hasta un medio.

Figura 16. **Agujas para tejidos stretch**



Fuente: Matri. *Agujas stretch*.

www.google.com/search?q=agujas+stretch&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk02yEHK_YDetozip29aFcq1Y1z1ZKg:1607040756351&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj1qhbPtAhXSjFkKHbOpBykQ_AUoAXoECBAQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=MsKaYlt0SW27uM. Consulta: enero de 2021.

2.3.4. Accesorios complementarios de la pieza

Durante el proceso de ensamble de una prenda de vestir, es necesario identificar de algún modo las características de esta: tallas, colores, líneas de diseño, temporadas, género, cuidados y materiales con los que fue manufacturada. Esta identificación se lleva a cabo a través de complementos llamados etiquetas y son colocados en distintos puntos del proceso. Se inicia con la etiqueta de cuidado, la cual se coloca en el ensamble de los paneles delantero y trasero, y se termina con las etiquetas principales que contienen las

tallas y género de la prenda, así como con las etiquetas colgantes que se colocan antes del empaquetado.

2.3.4.1. Etiquetas tejidas

Las etiquetas tejidas o de tela, por lo regular, son las principales y se localizan cerca del cuello, ya que identifican la prenda por la marca y talla correspondiente. Por comodidad, se fabrican con tela y existen de distintas dimensiones.

Figura 17. Etiquetas tejidas o bordadas



Fuente: Accessoriesgarment. *Etiquetas tejidas.*

https://www.google.com/search?q=etiquetas+tejidas&tbm=isch&ved=2ahUKEwix5fLLmsjwAhWfYzABHdFvCG0Q2cCegQIABAA&oq=etiquetas+tejidas&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzIECCMQJzICCAAYAggAMgIIADICCAAYAggAMgYIABAIEB4yBAGAEbgyBAGAEbHqkQFYkQFgygloAHAAeACAAYsCiAGLApIBAZltMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=audYPGDLZ_HwbkP0dh6AY&bih=600&biw=1366&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913#imgrc=ZauG6US3UPj2DM. Consulta: enero de 2021.

2.3.4.2. Etiquetas impresas

Estas etiquetas se denominan dentro de la industria textil como *heat transfer* y son colocadas mediante una plancha caliente para que el diseño quede impreso en la tela. Son muy utilizadas en prendas de vestir para niños, ya que las etiquetas tejidas para su edad resultan muy incómodas.

Figura 18. Etiquetas impresas



Fuente: *made-in-china. Etiquetas impresas para ropa.*

www.google.com/search?q=etiquetas+impresas+para+ropa&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&xsrf=ALeKk02Dis4VCWLRGYciVGsBV5rZrgp_Rw:1607045142473&source=Inms&tb=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjUovWlbPtAhWYwFkKHUCoCcAQ_AUoAXoECA4QAw&biw=1366&bih=600#imgrc=CmgEXYtK2pde6M. Consulta: enero del 2021.

2.4. Descripción del equipo

Para delimitar la investigación, se explicará únicamente la maquinaria que directamente incide en el ensamble de las prendas de vestir; es decir, la maquinaria de la línea de ensamble.

2.4.1. Maquinaria Industrial

La maquinaria dentro del proceso productivo es de vital importancia, ya que cuanto mejor maquinaria se tiene, mayor será la capacidad de producción en un menor tiempo. La maquinaria utilizada en la empresa es de última generación, ya que la alta demanda de productos obliga a la adquisición de maquinaria especializada.

2.4.1.1. Máquina plana SN

Esta máquina también es conocida como recta de un solo hilo, por sus siglas en inglés (*Single Nile*). Es una de las más empleadas en la industria textil. La puntada de esta máquina está formada por dos hilos: uno va en el lado derecho de la prenda, el cual sale de la aguja de la máquina; y el otro cierra la costura, el cual sale de la bobina y se incrusta por debajo de la prenda. La costura no posee una gran elasticidad, pero por su consumo de hilo es de las más económicas.

Figura 19. **Máquina plana SN**



Fuente: e-commerce. *Máquina plana SN*. <https://e-commerce.com/products/plana-industrial-singer-sin-8700-maquina-de-coser>. Consulta: enero 2021.

2.4.1.2. Máquina plana DN

Esta máquina es similar a la SN; la diferencia es que esta es una máquina recta de doble hilo como sus siglas en inglés lo dicen (*Double Nite*). Es empleada para el pegado de etiquetas principales y de etiquetas de cuidado de prendas elaboradas para niños, ya que, por seguridad, estas deben ir mejor aseguradas.

Figura 20. **Máquina plana DN**



Fuente: Direct Industry. *Máquina DN*. www.directindustry.es/prod/global-industrial-sewing-machines/product-173839-1749540.html. Consulta: enero de 2021.

2.4.1.3. Máquina collaretera

Las máquinas collareteras son muy importantes en el proceso de ensamble de las piezas ya que tienen dos funciones: la primera es unir los cuellos con la prenda en sí y la segunda es dar un acabado agradable y profesional. Las máquinas collareteras pueden ser utilizadas, debido a la forma en que se unen sus hilos, únicamente para hacer adornos en las prendas.

2.4.1.4. Máquina *Overlock* de cuatro fibras

La máquina *Overlock* de cuatro fibras o hilos también es una de las máquinas más importantes en el proceso de producción ya que se utiliza para cerrar los costados y ruedos de la prenda. También es llamada fileteadora porque tiene una cuchilla que corta los bordes de la tela antes de cerrar ambos costados con una puntada en zigzag que evita que se deshilache el borde o los ruedos. La costura de esta máquina no es tan fuerte, por lo que lo recomendable es unir los costados con una maquina plana y luego cubrir con la costura de la *Overlock*.

Figura 21. Máquina *Overlock* de cuatro hilos



Fuente: Solostocks. *Máquina overlock de cuatro hilos.*

www.google.com/search?q=m%C3%A1quina+overlock+de+cuatro+hilos&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk01iVgRS6DUHKZ7Bh3w7NNVjzSTcA:1607045783180&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiC76yImLPtAhUmxVkkHZzhDyYQ_AUoAXoECAQQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=2pQyrUZPWSf2UM. Consulta: enero de 2021.

2.4.1.5. Máquina *Overlock* de cinco fibras

La máquina *Overlock* de cinco fibras o hilos es parecida a la anterior, pero esta hace un remate de puntada recta sobre la tela, lo que hace que la costura sea más fuerte que la de cuatro hilos. Esta máquina es más utilizada en los costados ya que, por la posición de estos, están expuestos a esfuerzos que pueden provocar que se desprendan.

Figura 22. Máquina *Overlock* de cinco hilos



Fuente: Direct Industry. *Overlock de 5 hilos industrial.*

www.google.com/search?q=overlock+de+5+hilos+industrial&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&srf=ALeKk02nDWBm7EfzJ13e4_kmWyMIKLC0Vg:1607045897629&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZhvamLPtAhWPwFkKHfQdAUUsQ_AUoAXoECAMQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=amdc_YyAfYXGnM. Consulta: enero de 2021.

2.4.1.6. Montacargas Yale

Este es un vehículo que puede ser utilizado para transportar, remolcar o empujar distintos objetos; en este caso, es usado dentro de la empresa para transportar bultos de prendas de un área a otra.

Figura 23. Montacargas marca *Yale*



Fuente: Disagro. *Montacargas Yale*.

www.google.com/search?q=montacargas+yale&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk039h7RXY_3jcSsazG5YB9TLLYYpHg:1607046082565&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiX5Y2XmbPtAhULwFkKHdxmBBsQ_AUoAXoECA4QAw&biw=1366&bih=600#imgrc=PH6daTt8TpTV_M. Consulta: enero de 2021

2.4.2. Herramientas

Las máquinas industriales mencionadas anteriormente tienen que ser apoyadas por herramientas para aprovechar al máximo sus capacidades.

2.4.2.1. Desarmador *Phillips*

Son también llamados destornilladores de estrella. Tienen la punta en forma de cruz y mayor profundidad en el centro que en los extremos. Estas herramientas son utilizadas para aflojar tornillos de las máquinas industriales para tener acceso a las partes internas.

Figura 24. **Desarmador *Phillips* o de cruz**



Fuente: El arenal. *Desarmador Phillips*.

www.google.com/search?q=desarmador+phillips&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk00XTvzCpKINYNSFduQt6QDRaw8nQ:1607046185023&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjOrfvHmbPtAhUxqlkKHfArCf8Q_AUoAXoECBcQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=oCMPPrTARh1cwM. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.2. Desarmador de pala

Al igual que el anterior, este desarmador es utilizado para aflojar tornillos para calibrar los prensatelas de las máquinas industriales, según la medida que requiera la prenda. Estos desarmadores tienen que ser de una corta longitud para que siempre estén al alcance de los operarios cuando se necesite hacer este tipo de ajustes en las máquinas.

Figura 25. Desarmador de pala o plano



Fuente: Sumicali. *Desarmador de pala.*

https://www.google.com/search?q=desarmador+de+pala+peque%C3%B1o&tbm=isch&ved=2ahUKEwjrwYKAnsJwAhXKI1MKHc09DPUQ2cCegQIABAA&oq=desarmador+de+pala+peque%C3%B1o&gs_lcp=CgNpbWcQA1CeAligC2CYDmgAcAB4AIAB_wGIAdYIkgEFMC42LjGYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=_u6dYOvKFcqzgL7CoDw&bih=600&biw=1366&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913#imgrc=h9jW3Wotk8mp4M. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.3. Despizador

Un despizador es una herramienta imprescindible en la manufactura de prendas de vestir ya que es utilizada para hacer correcciones en las costuras de las prendas. Estas herramientas son una especie de tijeras de menor tamaño; sus puntas son muy finas para poder ingresar entre las pequeñas puntadas de las costuras para cortarlas y deshilar las prendas que necesitan alguna corrección. También son utilizadas para cortar hilos pequeños que sobresalgan de las prendas.

Figura 26. **Tijera despitadora**



Fuente: Tijerascosturas. *Despitador*.

www.google.com/search?q=despitador&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk01F4U2jkL28K5CNjyTmmVBi8ssJQ:1607046483658&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwii4q7WmrPtAhVEIVkKHViWDi8Q_AUoAXoECA4QAw&biw=1366&bih=600#imgrc=qlYHnIR689XbZM

. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.4. Cinta métrica certificada

Generalmente son de un metro y medio de longitud y son elaboradas de un material flexible para poder ser portadas con facilidad. Su principal función dentro del proceso es la verificación de medidas de las prendas. Es importante destacar que estas cintas métricas son revisadas periódicamente para evitar que pierdan sus medidas originales y arrojen medidas equivocadas.

Figura 27. **Cinta métrica certificada**



Fuente: melburkeet. *Cinta métrica*.

www.google.com/search?q=cinta+metrica&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk03HuVbXUFv9Yc1eggbRvCVIMC2f2w:1607046556545&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiVoo_5mrPtAhUBwlkKHU8UC8EQ_AUoAXoECBEQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=f--9gf3-0izsvM. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.5. Marcador textil

Son piezas cuadradas y en ocasiones vienen en presentación tipo lápiz. Su función principal es hacer marcas temporales sobre la tela que sirvan como guías de costura para los operarios.

Figura 28. **Marcador textil**



Fuente: Telas. *Marcador textil*.

www.google.com/search?q=marcador+textil&rlz=1C1CHBF_esGT913GT913&sxsrf=ALeKk0238S5MaRP9fbsTIjL1EljDqIzIiw:1607046679093&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiShcezm7PtAhWH1VkkHdQyCNUQ_AUoAXoECA4QAw&biw=1366&bih=600#imgsrc=edOgVVblyk1CrM. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.6. Tijera para costura

Son utilizadas, a diferencia del despitador, para cortar cantidades de tela más grandes o gruesas. Por lo regular, dentro de la industria se utilizan tijeras metálicas debido a que son más duraderas.

Figura 29. Tijera para costura



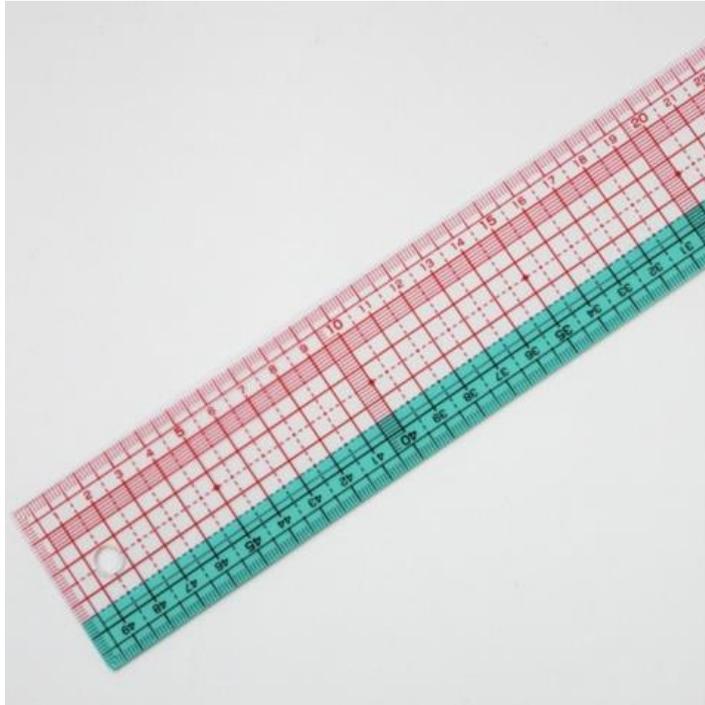
Fuente: Amazon. *Tijera para costura.*

https://www.google.com/search?q=tijera+para+costura&sxsrf=ALeKk02201VCwAxAxw9tCNp2ut2PdhBANQ:1607473235422&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiEqLu50L_tAhVO11kKHbiADy0Q_AUoAXoECBMQAw#imgsrc=gFAMRJTg6IDxdM. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.7. Regla para costura

Esta regla es importante para medir porciones pequeñas de tela durante el proceso de ensamble y así verificar que las medidas sean correctas. Estas reglas, por lo regular, son transparentes y vienen con una cuadrícula impresa en la que se observa el sistema inglés de medidas.

Figura 30. **Regla para costura**



Fuente: trubensl. *Regla para costura*.

www.google.com/search?q=regla+para+costura&tbm=isch&ved=2ahUKEwjroMO60L_tAhULelkKHxvLAvIQ2cCegQIABAA&oq=regla+para+costura&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyBggAEAcQHjIGCAAQBxAeMgYIABAHEB4yBggAEAcQHjIGCAAQBxAeMgYIABAHEB4yBggAEAcQHjIGCAAQBxAeMgYIABAHEB5QnZAIWIiWCGDTIwhoAHAAeACAAX6IAacEkgEDMS40mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&scIent=img&ei=VRjQX6uiJ4v05QL7louQDw#imgrc=44Xk0mGa0be2eM. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.8. Fólder con medidas específicas para realizar costuras

Este es utilizado como una guía para las costuras que se realizan en el proceso; es decir, cuando se necesita hacer una costura de $\frac{1}{4}$ de pulgada, se coloca un fólder con esta medida para no interrumpir al operario y hacerlo que mida la pieza, la marque y finalmente continúe con la operación.

Figura 31. Fólder con medidas específicas para realizar costuras



Fuente: YouTube. *Folder para costura.*

www.google.com/search?q=folder+para+costura&tbm=isch&ved=2ahUKEwjg78r70L_tAhWK21kKHfeTBx8Q2cCegQIABAA&oq=folder+para+costura&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGD0ECCMQJzoFCAAQsQM6AggAOgQIABBDOgclABCxAXBDOgYIABAIEB46BggAEAUQHIDp8QVY8bMGYMC2BmgFcAB4AIABtQGIAZ8TkgEFMTQuMTCYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&client=img&ei=3hjQX-CIBYq35wL3p574AQ#imgrc=0xqSn31Tizi27M. Consulta: enero de 2021.

2.4.2.9. Pistola con bala y aguja para colocar etiquetas

Esta herramienta es utilizada en la parte final del proceso para unir las etiquetas colgantes a la prenda, justo antes del empaquetado.

Figura 32. Pistola para colocación de etiquetas



Fuente: 20milproductos. *Pistola para colocar etiquetas.*

www.google.com/search?q=pistola+para+colocar+etiquetas&tbm=isch&ved=2ahUKEwjN0vau0b_tAhUIH1kKHXYqApoQ2cCegQIABAA&oq=pistola+para+colo&gs_lcp=CgNpbWcQARgBMgIIADICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIIADoGCAAQBxAeOggIABAIEAcQHICL2RBY4qgRYIW2EWgFcAB4AIAB1gGIAYgWkgEGNC4yMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=SRnQX42KLoi-AKF1YvQCQ#imgrc=HaD9VYHV5VeFdM

Consulta: enero de 2021.

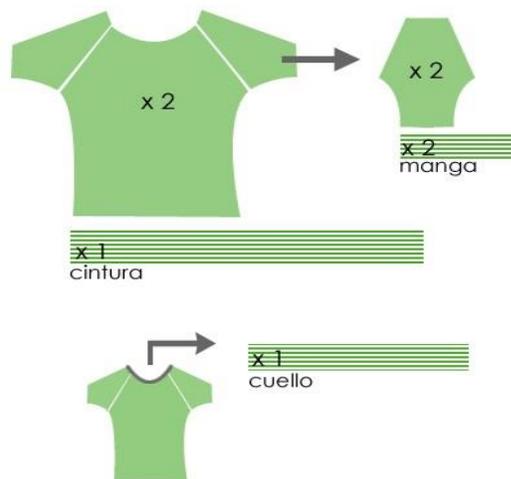
2.5. Descripción del proceso

Con la investigación ya delimitada, se procede a explicar el proceso en una línea de ensamble de prendas de vestir dentro de la empresa.

2.5.1. Recepción del producto en piezas

Las piezas, luego de ser cortadas y etiquetadas según los patrones de las prendas, son transportadas al área de producción, donde cada bulto es colocado al inicio de cada línea de producción para luego empezar su transformación.

Figura 33. **Despiece de una playera**



Fuente: Lomurella. *Piezas de una playera*.

www.google.com/search?q=piezas+de+una+playera&tbm=isch&ved=2ahUKEwieszPq30r_tAhURV1kKHdLAC54Q2cCegQIABAA&oq=piezas+de+una+playera&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQQzoCCAA6BggAEAgQHjoECAAQGFD_3AxYupYNYMubDWglcAB4AYABygSIAdgdkgEMMi4xMS4xLjMuMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=aRrQX97zB5Gu5QLSg_a_wCQ#imgrc=3AIBOEt9p8h8M. Consulta: enero de 2021.

2.5.2. Unión de panel delantero y trasero por los hombros

Después de recibir los bultos, un empleado se encarga de repartir las piezas a los operarios. Las primeras en ser repartidas son los paneles delanteros, traseros y hombros de las playeras, los cuales son unidos con la máquina *Overlock*.

Figura 34. **Costura de paneles delantero y trasero por los hombros**



Fuente: empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.3. Montaje de cuello

Luego de ser unidos los paneles y los hombros se procede a ensamblar el cuello a las piezas mencionadas. Primero, se recibe el cordón que formará el cuello. Después, se une este cordón con la máquina plana por sus lados para darle forma al cuello. Finalmente, se unen el cuello, los paneles y los hombros con la máquina collaretera.

Figura 35. Costura de cuello



Fuente: Empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.4. Colocación de mangas

Después de tener los paneles, los hombros y el cuello unidos se procede a colocar las mangas. Estas se unen a los hombros con la máquina *Overlock*.

Figura 36. Colocación de mangas



Fuente: Empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.5. Cerrado de costados de los paneles

Después de tener los paneles unidos con el cuello, los hombros y las mangas, se procede a unir los costados de los paneles. Esto se hace con la máquina *Overlock* para evitar el deshilachado.

Figura 37. **Costura de laterales de los paneles frontal y posterior**



Fuente: Empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.6. Elaboración del ruedo de fondo

Uno de los últimos pasos es cerrar el ruedo de fondo de las playeras, que es por donde ingresarán los brazos y el torso en la colocación de la prenda. Este paso se elabora con la máquina *Overlock*.

Figura 38. Costura del ruedo de fondo



Fuente: Empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.7. Ruedo de manga

Se continúa con el cierre el ruedo de las mangas con la máquina *Overlock* para evitar el deshilachado de las prendas y mantener su calidad.

Figura 39. Costura de ruedo de manga



Fuente: Empresa Shin Won Guatemala, S.A.

2.5.8. Primera inspección para quitar hilos y verificar costuras

Luego, se continúa con la primera inspección del producto. Ahí se verifican la calidad de las costuras de la prenda y se cortan los hilos que cuelgan de esta.

2.5.9. Segunda inspección para verificar presentación y medidas de la prenda

Por último, se verifican las medidas de la prenda, para que esta cumpla con las especificaciones de los diseños del cliente corporativo.

Luego de que las prendas han sido elaboradas y pasado por sus respectivas inspecciones, se envían al área de empaque, donde son inspeccionadas en busca de metales que contaminen el producto final. Se ordenan por tallas, se etiquetan y se empacan para enviarlas en contenedores.

2.6. Análisis de desempeño de la mano de obra directa

Luego del análisis de la materia prima, la maquinaria y los procesos, es importante el estudio de la mano de obra directa, responsable del ensamble de cada pieza.

2.6.1. Estándares para la medición del desempeño de la mano de obra directa

Para evaluar el desempeño de la mano de obra, es necesario contar con estándares de desempeño para fijar los parámetros que harán las mediciones más objetivas. Estos parámetros deben decidirse por el evaluador, ya que cada industria utiliza operaciones diferentes, por lo que los estándares de evaluación deben ajustarse a cada proceso.

2.6.2. Factores que afectan la producción

Dentro de la evaluación es importante observar todos los factores externos e internos que pueden alterar la forma en que los operarios desempeñan sus tareas.

2.6.2.1. Condiciones laborales

Las condiciones laborales identificadas dentro de la empresa fueron bastante alentadoras, ya que se observó que la empresa se encarga de mantener las líneas de producción bien iluminadas. Además, se determinó que el ruido puede ser un poco molesto, pero los empleados son dotados con equipo de seguridad para mitigar riesgos. Probablemente, el único punto que necesita atención es la ventilación; debido a las temperaturas del lugar donde se encuentra el complejo, las horas más calientes del día pueden resultar molestas para los operarios.

2.6.2.2. Diseño del trabajo

En Shin Won el diseño del trabajo toma una gran importancia ya que, al producir grandes cantidades de unidades, el tiempo de cada jornada laboral debe ser aprovechado al máximo. Por lo tanto, el departamento de ingeniería se encarga de estudiar el trabajo y todo lo relacionado con las operaciones que desempeñan la mano de obra. Así, pueden buscar estrategias para disminuir el tiempo con que se hacen las operaciones o mejorar la forma en que se realizan.

2.6.2.3. Jornadas de trabajo

Shin Won tiene una característica especial que la diferencia de otras empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir: la buena organización para planear los procesos productivos. Esto da como resultado un uso adecuado del tiempo, lo que se refleja en el cumplimiento de los horarios de trabajo que respetan la legislación sobre jornadas diurnas, feriados y asuetos dictaminados por el código de trabajo. Además, la empresa se permite no trabajar dos sábados cada mes. Esto refleja el nivel de organización de la empresa para cumplir con lo dictado por la ley y para darle un descanso considerable a su exigida mano de obra.

2.6.2.4. Falta de capacitación técnica

La organización busca mejorar las capacidades de su personal a través de un taller de desarrollo técnico, el cual es cursado por los empleados nuevos para recibir las respectivas inducciones relacionadas con los estilos que tendrán que trabajar.

2.6.2.5. Cambio constante de estilos

En una empresa que desarrolla una producción intermitente, los cambios de estilos pueden ser un problema para el mantenimiento de la calidad de sus productos. Shin Won se ve afectada en este punto ya que cada cierto tiempo ingresan nuevos estilos, por lo que preparar adecuadamente cada uno será la diferencia entre sacar una producción de calidad o no.

2.6.2.6. Factores externos

También es importante mencionar los factores externos que pueden perjudicar al personal; estos pueden ser problemas de índole personal, emocional, remuneraciones y otros factores que disminuyan el desempeño del personal. Estos factores son los últimos en ser evaluados, por lo que no se tiene un patrón determinado para sacar conclusiones y soluciones al respecto.

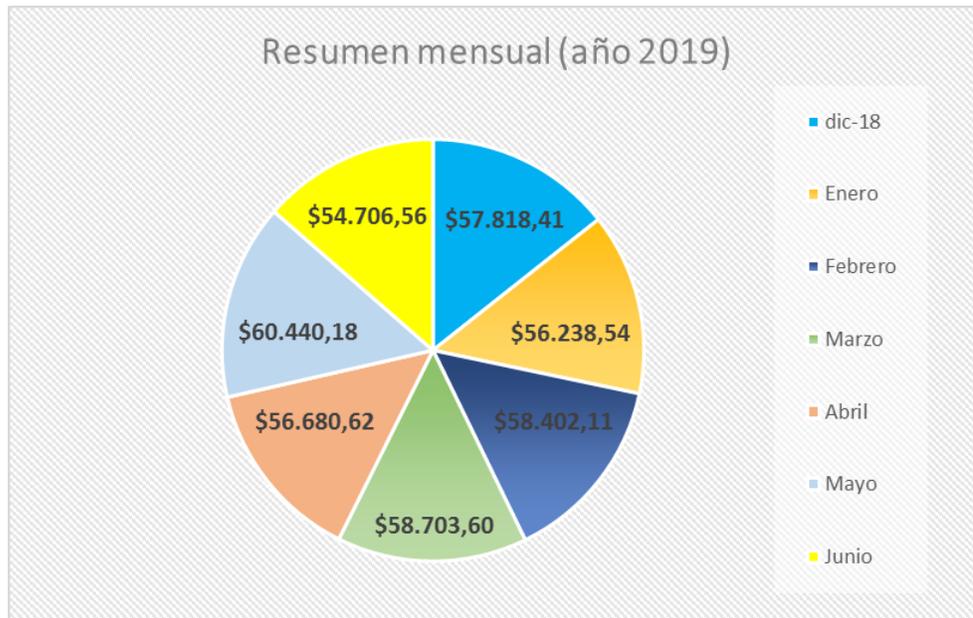
2.7. Costos

Uno de los aspectos que no se podía pasar por alto en el análisis de la situación actual dentro de la empresa, en específico en sus líneas de ensamble de prendas, son los costos de material en espera y los costos del material con defecto.

2.7.1. Costo de material en espera

Se observa que los costos de material en espera rebasan los \$ 50 000 mensuales, por lo que es imperativo acelerar el flujo productivo para reducir estos costos.

Figura 40. **Gráfico de resumen por mes de costo de material en espera**

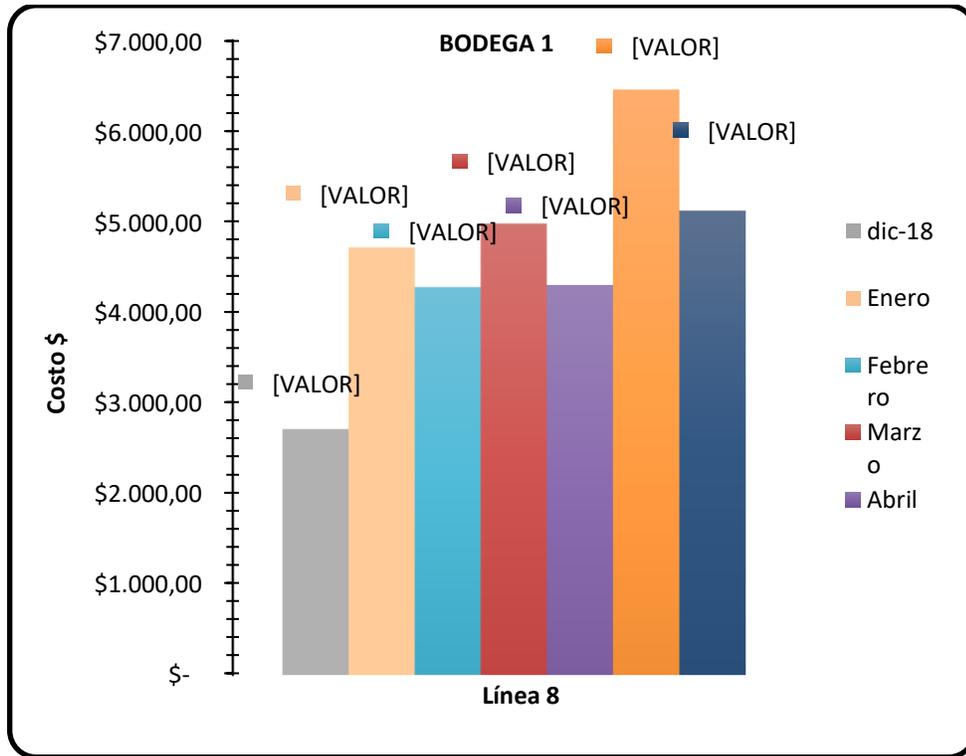


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

2.7.2. Costo de material con defecto

En la siguiente figura se observa que en el mes de mayo presenta el mayor volumen de costos obtenidos por material con defectos, por lo que es necesario determinar si demanda está relacionada con este aumento del costo por defectos.

Figura 41. Costo de material defectuoso



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

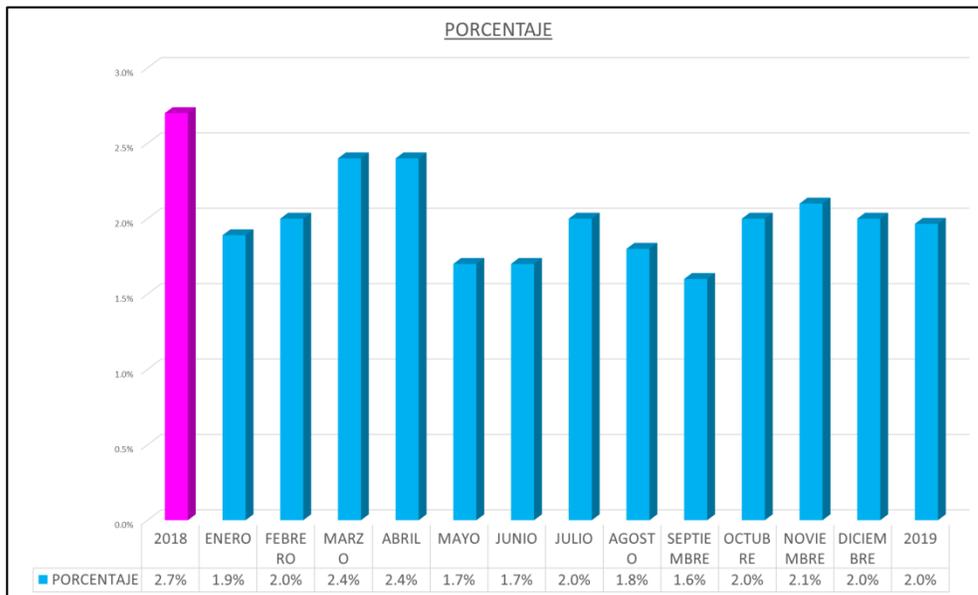
2.8. Índices

El análisis de otros índices es importante para verificar cómo el costo por defectos afecta indirectamente a otros indicadores de la empresa, como la rotación del personal, el tiempo perdido por defectos, la eficiencia del personal y el *lead time*.

2.8.1. Índice de rotación de personal

Los porcentajes de rotación de personal se mantienen mes a mes, lo que evidencia que consecutivamente ha sido necesario rotar de algún modo la mano de obra directa.

Figura 42. Gráfico de índice de rotación de personal

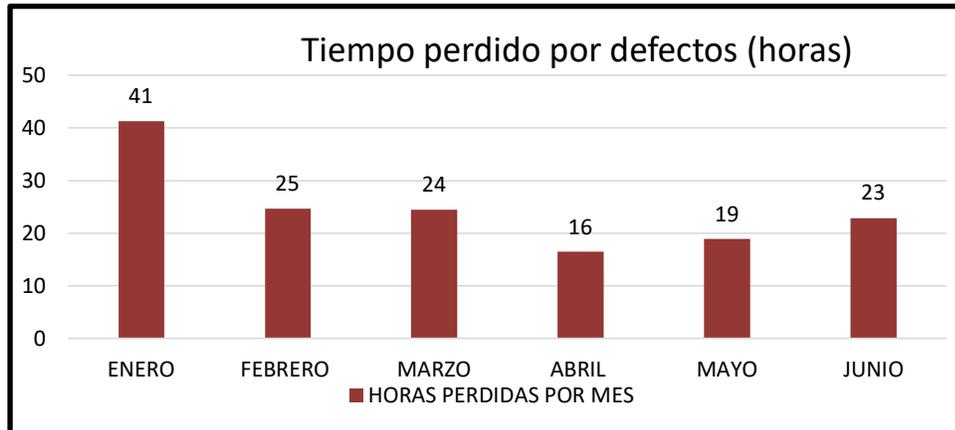


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

2.8.2. Tiempo perdido por defectos (horas)

La figura evidencia que el tiempo que se pierde por defectos (mensualmente) supera las 10 horas, lo que representa más de una jornada de trabajo cada mes.

Figura 43. **Gráfico de tiempo perdido por defectos en horas**

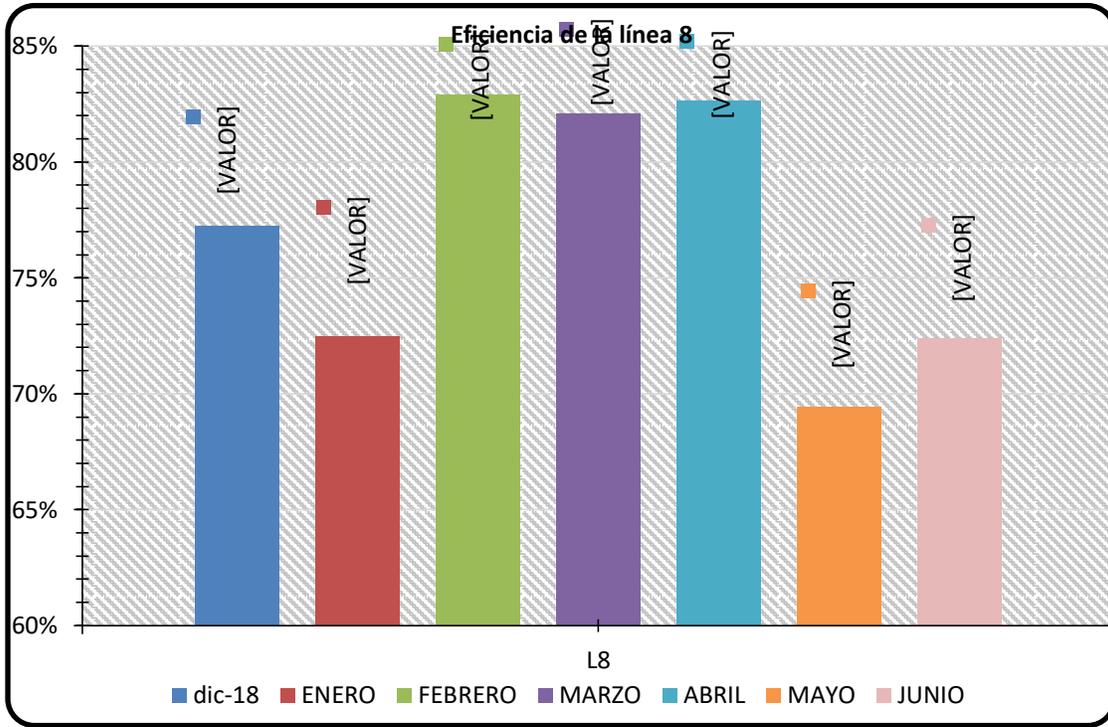


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

2.8.3. Eficiencia

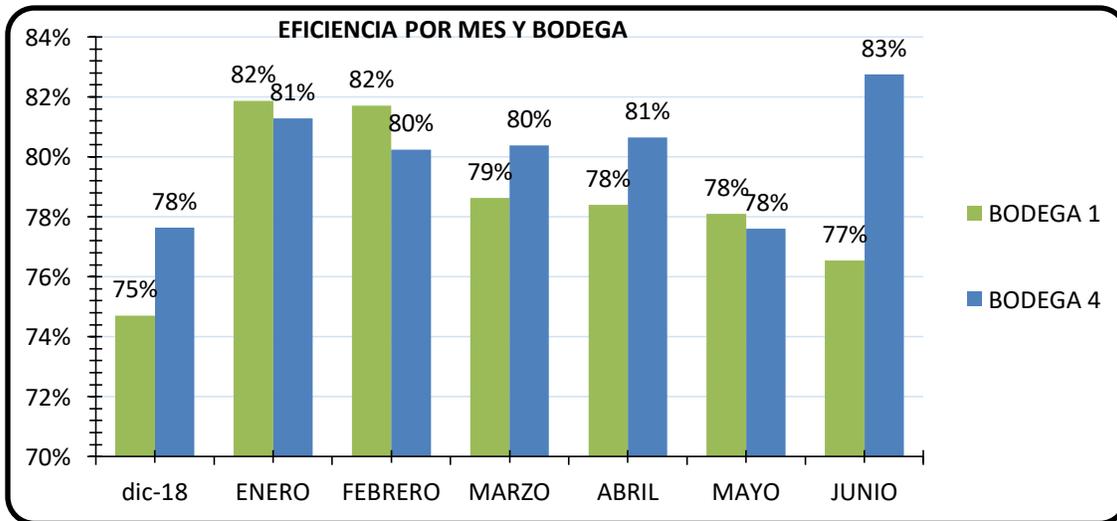
Se puede observar que en la línea ocho de la bodega el valor de eficiencia más bajo se dio en mayo, con un porcentaje del 69 %. Con esto se puede observar que hay una disminución de la eficiencia en cuatro de los siete meses, lo que se puede reflejar en los costos de producción.

Figura 44. Gráfico de eficiencia en la línea 8



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Figura 45. Gráfico comparativo de eficiencias de las bodegas 1 y 4



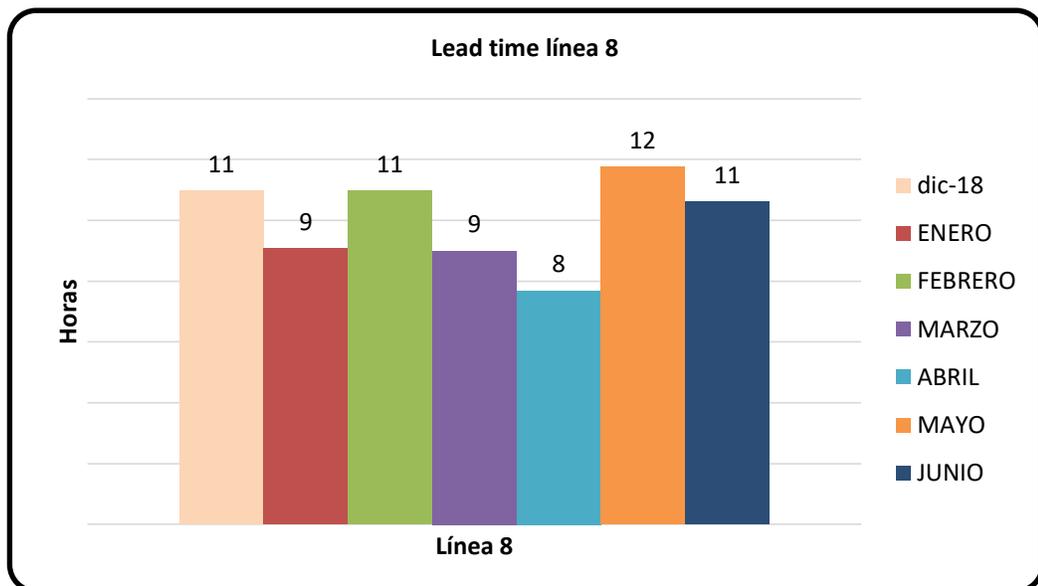
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

2.8.4. Lead time

En el gráfico de *lead time*, se observan los datos sobre el tiempo que las piezas tardan en ser entregadas desde el momento que se realiza el pedido hasta que se entrega al cliente.

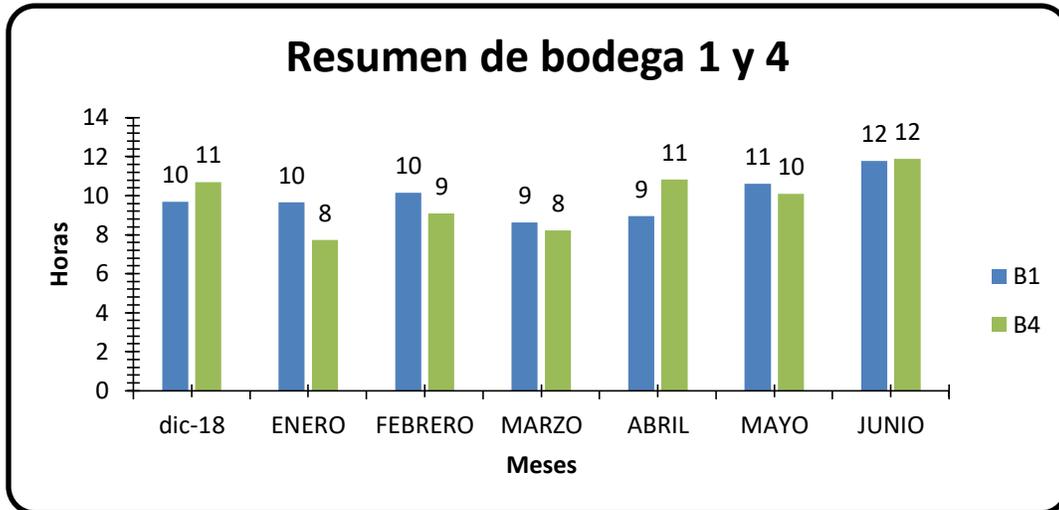
Los costos por defecto afectan a este índice, específicamente en la ejecución de las tareas, ya que las prendas defectuosas se estancan en el sistema, por lo que una reducción en los costos por defecto ayudaría a reducir estos tiempos de entrega.

Figura 46. **Gráfico de *lead time* en la bodega 1, línea 8**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Figura 47. **Lead time comparativo entre bodegas 1 y 4**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

2.9. Problemática detectada

Como parte de la investigación, es importante anticiparse a situaciones que no se tengan contempladas. Por ello, es necesario redactar una sección de problemática detectada, por si en algún momento de la investigación se revela un problema este ya haya sido tomado en consideración.

2.9.1. Condiciones laborales

En el análisis que se hizo dentro de la empresa, específicamente en las líneas de producción, se concluyó que a pesar de que existen buenas condiciones laborales en cuanto a iluminación, ruido y ergonomía existe un problema relacionado con la temperatura y la ventilación ya que por la ubicación de la planta industrial la temperatura a ciertas horas del día puede incomodar a los operarios.

2.9.2. Capacidades técnicas de los operarios

En la evaluación que se hizo a partir de las visitas técnicas se observó que los operarios son muy capaces técnicamente para la operación que realizan; sin embargo, cuando es necesario que desarrollen otra tarea, sus capacidades técnicas no les permiten el mismo rendimiento debido a que ellos se especializan únicamente en una operación.

Este es un problema en la industria textil, ya que al momento que una persona cambia de trabajo, los operarios se ven limitados a desempeñar una tarea muy similar a la de su trabajo anterior; así, disminuyen sus opciones en el mercado laboral.

2.9.3. Maquinaria defectuosa

Uno de los defectos más recurrentes al final del proceso productivo de prendas de vestir dentro de la empresa son las manchas y esto puede deberse a maquinaria que esté manchando las prendas en algún proceso. Es demasiado anticipado pensar que son específicamente las máquinas de las líneas de ensamble, por lo que será necesario realizar una evaluación sobre qué tipo de manchas son las que generan los defectos.

2.9.4. Involucramiento de la gerencia

La gerencia de la empresa actúa constantemente sobre los ritmos de producción: mide la eficiencia de su recurso humano, gira directrices e instrucciones, vela por mantener un clima laboral adecuado para los colaboradores, y respeta los límites ergonómicos permisibles y todo lo relacionado con la salud y seguridad ocupacional.

2.9.5. Reprocesos

Los reprocesos están íntimamente relacionados con el tema central de la investigación: la reducción de costos por defecto. Cuando se presenta un lote de unidades defectuosas, este debe ser regresado al sistema para ser reprocesado y reparado, lo que lógicamente incide en un aumento de costos. Por lo tanto, es importante tener en cuenta los costos de reprocesos generados por los defectos de las prendas.

3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LA LINEA DE ENSAMBLE

3.1. Involucramiento del área de producción

El área de producción es quizá uno de los elementos más importantes de las operaciones de una empresa, sin importar el buen trabajo y coordinación de los demás elementos si el área de producción no se organiza ni ejecuta las tareas de la manera correcta, los costos de operación aumentarán para la empresa. Por lo que el involucramiento integral de todos los departamentos de producción es importante para evitar el aumento de los costos.

3.1.1. Gerencia

La gerencia tiene a su cargo la gestión de las siguientes áreas: logística de las importaciones, administración del personal, supervisión de la línea de producción, contratación de recurso humano, supervisión de créditos, ventas internacionales, negociaciones fuertes dentro del perímetro de la república con distribuidores mayoristas, inventario (programación y facturación) y recepción de información de ventas y cobros.

3.1.2. Recursos humanos

Administra, con mayor índice de participación, el recurso humano. Lleva a cabo los procesos de reclutamiento, selección, nombramiento, inducción y remoción del personal. Además, vela por el correcto cumplimiento de la Ley de Servicio Civil y su Reglamento. Por otro lado, gestiona las acciones administrativas necesarias ante la Oficina Nacional de Servicio Civil e impulsa

los ciclos de capacitación y los modelos eficientes que permitan medir el rendimiento sobre el trabajo asignado por puesto, área y carga laboral.

El departamento de Recursos Humanos tiene por obligación proponer a la empresa mejoras ergonómicas que promuevan el adecuado y seguro entorno de trabajo, de manera que los operarios puedan realizar sus atribuciones con seguridad.

3.1.3. Supervisores de área

Realizarán inspecciones y revisiones a diario, por horarios, en diferentes jornadas; por ejemplo, cada mañana se deberá hacer una supervisión completa y general de todo el recurso humano por área de trabajo. El responsable será el supervisor de área y usará una bitácora donde anotará las conformidades o inconformidades.

La jornada después del almuerzo será crítica; se establecerá una ronda general por área para verificar que los operarios estén disponibles y establecidos en su lugar de trabajo a tiempo.

De la misma manera, se deberán realizar supervisiones en las jornada vespertina y nocturna, si amerita el ritmo de producción para establecer las debilidades y fortalezas por turno, por área, por grupo segmentado de operarios y por tipo de actividad desarrollada. Asimismo, esto permitirá realizar mejoras y reducir brechas que puedan representar pérdidas de tiempo, recursos y costos.

3.1.4. Operarios

Los operarios son los últimos en tomar mención, pero los más importantes, ya que son los responsables de aportar sus capacidades técnicas al proceso; no solo basta con aportar lo que ya saben, sino también con aplicar lo que se les ha enseñado. Son importantes la insistencia y el uso de técnicas adecuadas para reducir el rechazo a nuevas metodologías por parte de los operarios y para que, con esto, se agreguen al proceso nuevas alternativas que incrementen las posibilidades de mejorar la curva de la calidad.

En conclusión, es necesario que los operarios también pongan de su parte, no sólo para mejorar el proceso, sino para mejorar sus propias capacidades técnicas que pueden ser aplicadas en cualquier otro lado donde sean necesarias.

3.2. Diseño del entorno de la línea de ensamble

Un adecuado diseño del entorno de trabajo proporcionará al trabajador condiciones de trabajo cómodas y seguras. Las empresas con buenas condiciones de trabajo producirán más y mejor que aquellas que descuidan esta parte fundamental para el proceso. Por lo tanto, el rendimiento económico de la inversión en un entorno de trabajo es significativo siempre y cuando los estudios y propuestas sean las más adecuadas para el tipo de proceso.

La iluminación, la ventilación y el control de ruido y temperatura son aspectos importantes para el mejoramiento de la calidad en el proceso y, con esto, aportar para la reducción de costos por defecto.

3.2.1. Iluminación industrial

La teoría sobre la iluminación dice que la intensidad luminosa se mide en candelas (cd) y también que la cantidad de luz que llega a una superficie se conoce como iluminación o iluminancia y esta se mide en pies-candela (fc). La cantidad de luz que se refleja sobre un objeto se llama luminancia y se mide en pie-Lambert (fL).

El objetivo primordial de la iluminación tanto en una planta, como en una línea de producción o en una estación de trabajo, es la adecuada visibilidad. La visibilidad tiene tres puntos críticos para que sea considerada buena; estos son: el ángulo visual, el contraste y, la más importante, la iluminancia.

Tabla II. **Reflectancias de acabados comunes de pintura y madera**

Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada	Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada
Blanco	85	Azul medio	35
Crema claro	75	Gris oscuro	30
Gris claro	75	Rojo oscuro	13
Amarillo claro	75	Café oscuro	10
Madera claro	70	Azul oscuro	8
Verde claro	65	Verde oscuro	7
Azul claro	55	Arce o maple	42
Amarillo medio	65	Madera satinada	34
Madera medio	63	Nogal	16
Gris medio	55	Caoba	12
Verde medio	52		

Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 235.

Esta tabla será útil al momento de escoger los colores con los que se combinará la iluminación de la nave industrial. Según los datos meteorológicos, la temperatura promedio de Palín, Escuintla, donde se encuentra ubicada la planta, es de 26,9166 °C durante el día, lo que es un clima tendiente a cálido. Este es un punto que se debe considerar al momento de diseñar la iluminación y el ambiente industrial dentro de la planta, de manera que no se agreguen temperaturas radiantes adicionales que influyan en el desempeño de los operarios.

Tabla III. **Factores de ponderación a considerar para la tabla de categorías**

Características de la tarea y el trabajador	Ponderación o peso		
	-1	0	+1
Edad	<40	40-55	>55
Reflectancia del fondo de tarea / superficie	>70 %	30-70 %	<30 %
Velocidad y exactitud (sólo para las categorías D a I)	No importante	Importante	Crítico

Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 238.

Después de calcular los requerimientos de iluminación para la línea de ensamble, se deben seleccionar las fuentes adecuadas de luz artificial. Los parámetros importantes para la elección de la adecuada luz artificial son la eficiencia (luz por unidad de energía lumen/watt) la cual se relaciona con el costo y el rendimiento del color. Este último aspecto se relaciona con la

cercanía con que los colores percibidos del objeto observado coinciden con los percibidos cuando este es iluminado con fuentes de luz estándar.

Otro punto importante que se debe considerar es la distribución de la luz. Esta se clasifica de acuerdo con el porcentaje de luz total emitida arriba y debajo de la horizontal. La luz indirecta ilumina el techo y este, a la vez, ilumina el resto de la habitación. La luz directa como su nombre lo dice, ilumina directamente sobre la tarea realizada. La luz directa-indirecta es una combinación de las anteriores.

Tabla IV. **Fuentes de luz artificial**

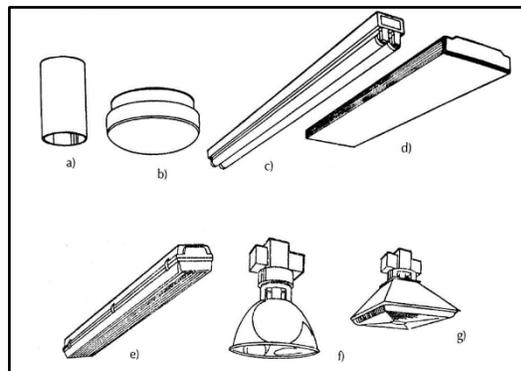
Tipo	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento de color	Comentarios
Incandescente	17-23	Bueno	El alumbrado incandescente es el de uso más común, pero menos eficiente. El costo de las lámparas es bajo. La vida útil de una lámpara es, en general, menos de un año.
Fluorescente	50-80	De aceptable a bueno	La eficiencia y el rendimiento de color varía considerablemente con el tipo de lámpara: blanco frío, blanco caliente, blanco frío de lujo. Con las nuevas lámparas y balastros de alta eficiencia es posible reducir significativamente el costo de consumo de energía. La vida de estas lámparas es de 5 a 8 años.
De mercurio	50-55	De muy deficiente a aceptable	Las lámparas de mercurio tienen una vida útil larga (9 a 12 años) pero su eficiencia decae con el tiempo.
De haluro metálico	80-90	De aceptable a moderado	El rendimiento de color es adecuado en muchos casos. En general, la vida útil de la lámpara es de 1 a 3 años.
De sodio a alta presión	85-125	Aceptable	Fuente de luz muy eficiente. Su vida útil es de 3 a 6 años en promedio, con tasas de encendido de 12 horas por día.
De sodio a baja presión	100-180	Deficiente	La fuente de luz más eficiente. Su vida útil es de 4 a 5 años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea para el alumbrado de carreteras y almacenes.

Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*.

p. 239.

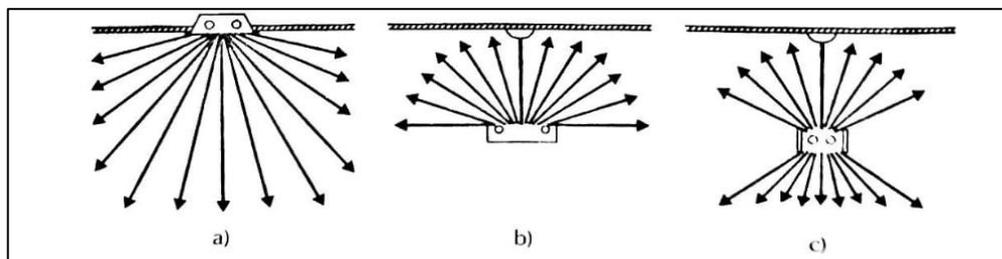
Por último, al tomar todas las consideraciones anteriores, es necesario escoger qué tipos de luminarias son los adecuados para el caso. Así como estas luminarias distribuirán la luz sobre las líneas de ensamble, para esto se tomarán como posibles ejemplos las luminarias y distribuciones de las siguientes figuras:

Figura 48. **Tipos de luminarias industriales para montar en el techo**



Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 240.

Figura 49. **Clasificación de las luminarias para iluminación general según el porcentaje de luz total emitida arriba y abajo de la horizontal**



Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 240.

Con toda esta metodología se procede a diseñar una adecuada propuesta de iluminación para el ambiente industrial dentro de la planta y en específico, en la línea de ensamble. Para esto, se tomará en cuenta el tipo de trabajo que se realiza en la línea, los colores que se deben utilizar en la habitación, el tipo de luminarias y la distribución de la luz.

Tabla V. **Resumen de la categoría a la que pertenece el ensamble de inspección de prendas de vestir, según la IESNA**

Categoría	Intervalo de iluminación (fc)	Tipo de actividad	Área de referencia
E	50-75-100	Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeñas (como lecturas de escritos a mano con lápiz medio, material reproducido o impreso con defectos, trabajo medio manual o con máquinas, inspección difícil, ensamble medio, entre otros).	Iluminación sobre la tarea

Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 237.

Tabla VI. **Categoría e intervalos de iluminación necesaria en luxes y pie-candela**

Categoría	Intervalo de iluminación (fc)	Intervalo de iluminación (Lux)
E	50-75-100	500-750-1 000

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Reflectancia de acabados de pintura en la bodega**

Superficie	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
Suelo	Claro	0,5

Fuente: elaboración propia.

Para las superficies se tomaron en cuenta índices de reflexión generales porque los colores usados en la pintura de la bodega no están incluidos en la tabla I de reflectancias.

Ahora se prosigue a calcular el factor de utilización que cubren al plano de trabajo con relación a los lúmenes totales generados por la lámpara.

Figura 50. **Factor de utilización (η) para la bodega y sus reflectancias**

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo			Factor de reflexión de las paredes					
		0.7	0.5	0.3	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.67	.64	.71	.67	.64	.71	.67	.64

Fuente: EDISON, Javier. *Cálculo de instalaciones de alumbrado*. p.12.

En este caso, como el índice k de la bodega es de 14,9153, se utilizará en la tabla el índice 10, ya que en ambos los resultados son prácticamente los mismos.

Entonces:

Índice k = 10 (en este caso)

Factor de reflexión de las paredes = 0,5

Factor de reflexión del techo = 0,3

Factor de utilización (η) = 0,71 obtenido de la figura 3.

Posteriormente, se utilizará un factor de mantenimiento de la instalación. Este factor depende de la suciedad en el ambiente dentro de la bodega.

Tabla VIII. **Factor de mantenimiento dentro de la bodega**

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: EDISON, Javier. *Cálculo de instalaciones de alumbrado*. p.14.

Para la bodega, se tomará un factor de 0,8, ya que es un ambiente predominantemente limpio.

Ahora continúa el cálculo del flujo luminoso total (Φ_t):

$$\Phi_t = \frac{75 * (44mts * 66mts)}{0,71 * 0,8} = 383\ 450,7042$$

Donde:

Φ es el flujo luminoso total.

E es la iluminancia media deseada que se obtiene de la tabla II de categorías. Según la tabla III de ponderaciones corresponde al valor medio de E que es 75.

S es la superficie de trabajo.

η es el factor de utilización.

f_m es el factor de mantenimiento.

Ahora se calcula el número de luminarias que se utilizarán en la bodega:

$$n = \frac{\Phi_T}{N * \Phi_L} \frac{383\,450,7042 \text{ lúmenes}}{2 * 2\,180 \text{ lúmenes}} = 87,9474 \cong 88 \text{ luminarias}$$

Donde:

N es el número de luminarias.

Φ_T es el flujo luminoso total.

Φ_L es el flujo luminoso de la lámpara que se utilizará. En este caso, se propone la utilización de tubos de lámparas led que tienen un flujo luminoso de 2 180 lúmenes.

n es el número de lámparas por luminaria. En este caso, como es una fila de luminarias por cada línea de ensamble, se utilizarán dos lámparas por luminaria.

Por último, se procede a distribuir las luminarias por toda el área de la bodega con las siguientes fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{largo} * ancho} = \sqrt{\frac{88}{66} * 44} = 7,6594 \cong 8 \text{ luminarias}$$

$$N_{Largo} = N_{ancho} * \left(\frac{largo}{ancho}\right) = 8 * \left(\frac{66}{44}\right) = 12 \text{ luminarias}$$

3.2.2. Ventilación de la nave industrial

Las personas, la maquinaria, el equipo o las actividades dentro de la planta afectan la calidad del aire debido a la liberación de olores y calor; en efecto, hay formación de vapor de agua por las planchas, dióxido de carbono y otros gases emitidos durante la producción de prendas.

Para diseñar un sistema de ventilación adecuado para la nave industrial, es necesario el conteo de personas, equipo y maquinaria que influyen en el proceso durante toda la jornada laboral. Así se puede proponer renovaciones como la colocación de extractores adicionales, si estos fueran necesarios.

Cabe destacar que la nave industrial cuenta con dos ventiladores de tipo industrial que ayudan a introducir aire fresco a la planta y con esto reducir la temperatura donde los empleados desarrollan sus actividades. Sin embargo, el aire viciado tiene que ser extraído más rápido del lugar para evitar molestias en el personal.

Se propone emplear una ventilación combinada; es decir, utilizar extractores mecánicos y ventilación natural al abrir las puertas de salida de emergencia para apoyar a los extractores en los intercambios de aire de calidad. Debido a que en promedio la velocidad del viento en Palín, Escuintla, es de 10,15 km/h, se puede decir que, en la planta, según la escala de Beaufort, corre una brisa ligera. Esto permitiría abrir las puertas sin miedo a que se levante suciedad que afecte la calidad de las prendas.

Para las mediciones será necesario tomar en cuenta la velocidad promedio del viento, la temperatura promedio, a cada una de las personas que trabajan directa o indirectamente en la planta durante la jornada y el volumen de la nave industrial que se desea ventilar.

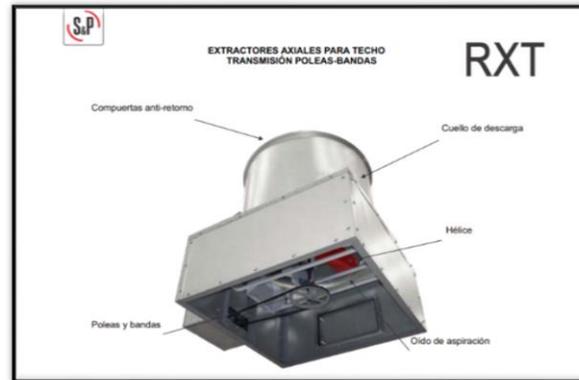
Después de hacer una cotización y el análisis del mejor extractor, se consideró para la propuesta un RXT-C 1000, producido en España por Soler & Palau. Este tiene una medida de 1 000 milímetros de diámetro en sus hélices. A continuación, se presenta su diseño y ficha técnica. La elección de estos extractores depende del caudal de salida de estos, su precio y sus costos de instalación y mantenimiento.

Figura 51. **Extractor axial para techo RXT-C 1 000**



Fuente: Catálogo Soler & Palau.

Figura 52. Partes del extractor RXT-C 1 000



Fuente: Catálogo Soler & Palau.

- Cálculo de extractores necesarios

$$No. de extractores = \frac{Q_s}{Cap_e}$$

$$No. de extractores = \frac{44\,721,6 \text{ mts}^3/h}{24\,533 \text{ mts}^3/h}$$

$$No. de extractores = 1,8229 \cong \mathbf{2 \text{ extractores}}$$

Ahora se procederá a calcular las posiciones a lo largo y ancho de los dos extractores sobre la planta.

Largo:

$$L_l = \frac{\text{Largo de la planta}}{2 \text{ extractores}} = \frac{66 \text{ mts}}{2 \text{ extractores}} = \mathbf{33 \text{ mts/extractor}}$$

Ancho:

$$P_a = \frac{\text{ancho de la planta}}{2 \text{ extractores}} = \frac{44 \text{ mts}}{2 \text{ extractores}} = \mathbf{22 \text{ mts/extractor}}$$

Por lo tanto, a lo largo tendrán que haber 33 m de distancia entre cada extractor y a lo ancho, 22 m entre cada uno.

En conclusión, este tipo de extractor, por su diseño y capacidad, es el más adecuado para el tamaño y necesidades de la nave industrial. Asimismo, los costos de instalación y mantenimiento son relativamente bajos al necesitarse solamente dos extractores.

3.2.3. Temperatura radiante

La temperatura radiante es una variable que tiene como objetivo medir los intercambios de calor por radiación que tienen lugar entre el trabajador y los objetos que lo rodean.

Dentro de la nave industrial donde se realizaron las mediciones se pudieron observar una gran cantidad de maquinarias y equipos que comparten espacio con los trabajadores de la empresa. La maquinaria con mayor número de unidades, y que están más cerca de los trabajadores, son las máquinas de coser. Así mismo es necesario incluir al equipo de iluminación de la planta dentro de los aparatos que rodean a los trabajadores.

Para la medida de temperatura que emiten los trabajadores hacia los equipos, y, más importante, la temperatura que los equipos emiten a los trabajadores, se utilizará la variable de la temperatura radiante. Esta mide la cantidad de calor que intercambian los trabajadores con los todos los objetos que los rodean dentro de la planta.

Por lo tanto, para los cálculos de la temperatura radiante se tomará en cuenta únicamente la temperatura que las luminarias ceden a los operarios o

viceversa, durante el tiempo en que están encendidas, ya que con el análisis de ventilación anterior, se reduce el efecto de la temperatura en el ambiente de trabajo.

Luego de analizar el sistema de iluminación se constató que, al utilizar la propuesta de iluminación presentada anteriormente, la iluminación también es despreciable para el cálculo de temperatura radiante. Esto se debe a que la propuesta de iluminación es con tubos de lámparas led, de las cuales el 20 % de energía se consume en forma de calor. Además, la temperatura de color de la luminaria escogida es media, lo que disminuye la sensación de calor en el ambiente.

Se puede concluir que dentro de la nave industrial no se encuentran equipos ni maquinarias lo suficientemente grandes o complejos que generen una cantidad de calor significativa que pueda ser cedida a los operarios generando incomodidad. La mayor parte del calor que se percibe dentro de la planta es por el clima caluroso del lugar y cabe destacar que, con el sistema de ventilación propuesto anteriormente, este problema disminuye considerablemente.

3.2.4. Ruido tonal

Si bien las ondas de sonido se originan por la vibración de un objeto, que a su vez genera una serie de ondas de compresión y expansión a través del medio en que se transportan (aire, agua u otro medio), el ruido es un sonido no deseado. Debido a la gran variedad de intensidades de los sonidos en el entorno, la escala de medición de estos son los decibeles. Los decibeles son la razón logarítmica de la intensidad del sonido real entre la intensidad del sonido en el umbral de la capacidad auditiva de una persona joven.

Tabla IX. **Exposiciones permisibles al ruido**

Duración por día (horas)	Nivel de sonido (dBa)
16	80
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25 o menos	115

Fuente: NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 246.

Con la tabla anterior se puede calcular la dosis de ruido a la que se exponen los operarios durante el día. Con base en las mediciones que se hicieron durante el día en la fábrica, se presenta la siguiente tabla.

Tabla X. **Niveles de ruido durante la jornada laboral**

Hora	Nivel de ruido (dBA)
7:30	84
8:30	86
9:30	82
10:30	84
11:30	83
13:00	81
14:00	82
15:00	84
16:00	85
17:00	80
Promedio	83,1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Luego de tabular las mediciones de ruido dentro de la nave industrial durante una jornada normal, se procede a calcular el nivel de ruido con la siguiente fórmula:

$$D = 100 * \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \leq 100$$

$$D = 100 * \left(\frac{8}{16} \right) \leq 100$$

$$D = 50 \leq 100$$

Donde:

D es la dosis de sonido.

C es el tiempo de exposición a niveles específicos de ruido (horas).

T es el tiempo permitido a un nivel específico de ruido (horas) (tabla XII).

Según los cálculos anteriores, la dosis de ruido o sonido D dio un total de $50 \leq 100$. Esto arroja un nivel de ruido permitido según los estándares internacionales.

Por lo tanto, se puede concluir que el ruido no es un problema para considerar en la nave industrial, ya que los niveles de ruido están dentro de los permitidos. Es necesario tener en cuenta que los ruidos generados por las máquinas y demás equipo son muy repetitivos, por lo que es necesario proponer tapones para los oídos de los operarios y que estos los utilicen durante la jornada. Sin embargo, no será necesario incluir otro tipo de tratamiento contra el ruido ya que, al que se exponen los operarios, está dentro de los límites permitidos.

3.2.5. Higiene del entorno

Este apartado es sumamente importante dentro de una organización, ya que la disminución de factores que atenten contra la salud y seguridad ocupacional son de beneficio para la empresa pues reducen el riesgo de ausentismo de sus trabajadores por accidentes y, al mismo tiempo, reduce costos administrativos y legales por accidentes dentro de la empresa.

Un tercio o más del estado físico, mental y social de los trabajadores de la organización depende de la higiene del entorno debido tiempo que estos pasan dentro de sus lugares de trabajo. Por lo tanto, es necesario que mientras estén dentro de la empresa desempeñando su trabajo, se les provean las condiciones adecuadas para evitar accidentes o carga física y mental innecesarias durante el desarrollo de sus actividades.

Posteriormente, en el área de corte, el personal cuenta con su equipo de protección: guantes metálicos para uso de las cortadoras, mascarilla que los cubre de las fibras que se desprenden de la tela y lentes de protección.

En el área de corte las personas poseen sus tapones de oídos para las maquinas más ruidosas y mascarillas utilizadas en las operaciones con máquinas *Overlock*, ya que éstas producen muchas fibras de tela. Además, todo su equipo está debidamente identificado y asegurado a la estación.

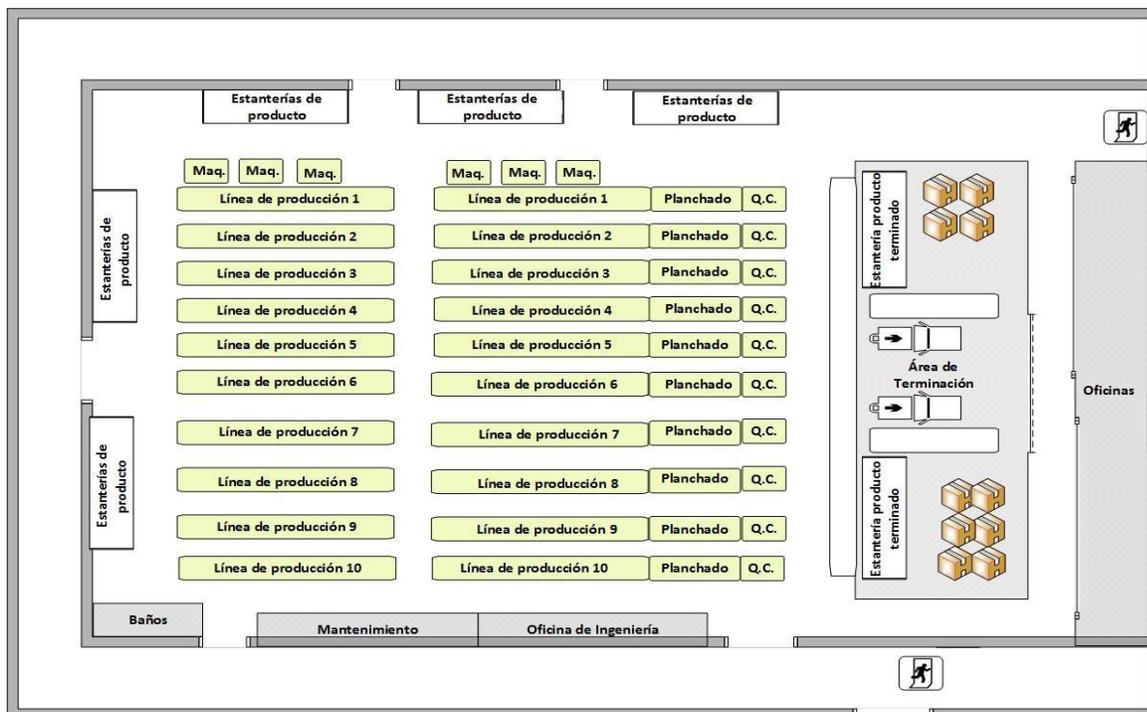
Es necesario resaltar que la iluminación, la ventilación y el ruido no están en niveles que generen peligro a los empleados, por lo que no es un aspecto que deba evaluarse para la mejora de la salud y seguridad ocupacional, sino para una propuesta de la mejora de productividad y de la calidad.

Las áreas dentro de la empresa están debidamente identificadas y señalizadas: la infraestructura como tuberías, techos, escaleras, puertas y ventanas, están debidamente diseñadas. Además, se cuenta con un plan de evacuación practicado según sea necesario y con una inducción en materia de seguridad que se lleva a cabo cada vez que un empleado es contratado.

3.2.6. Plano de la línea de ensamble

En el proceso de determinación de la problemática en cuestión se optó por actualizar cierta documentación dentro de la empresa, el plano de la línea de ensamble fue uno de ellos. En este plano se determinó que el *layout* de la maquinaria y equipo era el adecuado para cumplir con las metas de producción.

Figura 53. Plano de la línea de ensamble



Fuente: elaboración propia.

3.3. Estudio del método de trabajo

En todo proceso es necesario analizar la forma en que se hace cada una de las operaciones; esto, para ver todos los elementos productivos e improductivos de cada operación y así aumentar la productividad por unidad de tiempo y buscar la reducción de costos.

3.3.1. Simplificación del trabajo

Para la simplificación del trabajo será necesario analizar los movimientos del cuerpo de los empleados para cada una de las operaciones de la línea de producción. El propósito de este análisis será eliminar o reducir al máximo los movimientos innecesarios; es decir, facilitar o acelerar los movimientos efectivos y lograr una tasa de producción mayor, sin descuidar la calidad del producto que se está elaborando.

El análisis del método de trabajo debe ser cuidadoso ya que lo primordial a tratar es la reducción de costos por defecto. Por lo tanto, al evaluar la forma en que se hace el trabajo, se debe dar prioridad a mantener la calidad y no a acelerar el proceso, ya que al final, los índices de costos por defecto se verán incrementados. Así mismo, cabe mencionar que el análisis del método y sus propuestas pueden ser más tardadas o contener tareas adicionales, pero estas apoyarán al mejoramiento de la calidad del producto y, en consecuencia, a la reducción de defectos y sus costos.

Se presenta la propuesta de los diagramas bimanuales de cada una de las doce operaciones que completan el proceso de ensamble de una prenda de vestir.

Tabla XI. **Bimanual Heat transfer**

Operación: Pegar heat transfer			Parte: panel trasero		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Karen Cardona					Tiempo efectivo:		6,229s	6,662s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		2,432s	1,999s
Método (Marque con un círculo):				Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		8,661s
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha	
Tomar etiqueta para prenda A1	T	0,7			0,2	SO	Soltar residuo de etiqueta B0	
					0,5	T	Doblar playera A0	
Posicionar etiqueta A1	P	0,633			0,633	P	Posicionar etiqueta A1	
Retraso inevitable	RI	0,233			0,233	T	Tomar máquina	
Mover mano hacia botón de máq.	AL	0,533			0,533	M	Mover máquina hacia A1	
Usar máquina en A1	U	0,10			0,10	U	Usar máquina A1	
Tomar prenda A0	T	0,999			0,233	T	Tomar prenda A0	
					0,766	T	Quitar residuo de etiqueta A0	
Tomar y soltar residuo etiqueta A0	T/S	0,60			0,80	AL	Mover mano a B1	
Mover mano hacia etiqueta B2	AL	0,20						
Mover etiqueta B2	M	0,80			0,80	T	Tomar B1 y doblarla	
Posicionar etiqueta B2	P	0,60			0,60	P	Posicionar etiqueta B2	
Colocar mano en prenda de B0	P	0,20			0,20	T	Tomar máquina	
Mover mano a máquina	AL	0,466			0,466	M	Mover máquina a B2	
Usar máquina en B2	U	0,133			0,133	U	Usar máquina en B2	
Tomar prenda de B1	T	0,766			0,433	T	Tomar prenda de B1	
					0,333	T	Tomar residuo de B1	
Mover mano a etiqueta A2	AL	0,433			0,433	S	Soltar residuo de etiqueta B1	
Tomar etiqueta para A2	T	0,166			0,166	AL	Mover mano a A1	
Tomar etiqueta para A2	T	0,333			0,333	T	Tomar y doblar prenda A1	
Posicionar etiqueta A2	P	0,766			0,766	P	Posicionar etiqueta A2	
Tiempo total del ciclo		8,661			8,661		Tiempo total del ciclo	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XII. **Bimanual Pegar etiqueta**

Operación: Pegar etiqueta			Parte: panel			Resumen	Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Angela Cruz						Tiempo efectivo:	2,067	1,067
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019			Tiempo inefectivo:	1,7	2,7
Método (Marque con un círculo):						Tiempo de ciclo:	3,767	
Descripción de mano izquierda		Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha	
Tomar prenda 2		T	0,2		0,2	T	Tomar prenda 1	
Preposicionar prenda 2		PP	0,4		0,4	M	Mover la prenda 1 hacia el bulto	
Posicionar la prenda 2		PP	0,267		0,267	P	Posicionar la prenda 2	
Espera a la otra etiqueta		RI	0,167		0,167	AL	Alcanzar la etiqueta pequeña	
Alcanza a la etiqueta grande		AL	0,367		0,367	RI	Espera a la otra mano	
Posiciona etiqueta grande sobre p.		P	0,933		0,933	P	Posiciona etiqueta pequeña bajo g.	
Posiciona las etiquetas en la máq.		P	0,6		1,133	SO	Sostiene la prenda en tensión	
Mueve la prenda por la máquina		M	0,3					
Alcanza la prenda 3		AL	0,233					
Toma prenda 3		T	0,3		0,3	M	Mueve prenda 2 al bulto	
Tiempo total del ciclo			3,767				Tiempo total del ciclo	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XIII. Bimanual Unir cuello

Operación: Unir cuello			Parte: Cuello		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Gladis Xirum					Tiempo efectivo:		3,263s	2,76s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		0,167s	0,67s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		3,43s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Tomar los cuellos	T	0,70		0,60	AL	Mover mano hacia los cuellos		
				0,10	SE	Seleccionar cuello a trabajar		
Mover mano al lado izquierdo del c.	AL	0,533		0,533	T	Doblar cuello por la mitad		
Tomar el cuello ya doblado	T	0,266		0,266	T	Tomar el cuello ya doblado		
Mover el cuello doblado hacia máq.	M	0,667		0,667	M	Mover el cuello doblado hacia máq.		
Posicionar cuello en máquina	P	0,167		0,167	P	Posicionar cuello en máquina		
Mover el cuello hacia atrás de máq.	M	0,8		0,4	M	Mover el cuello hacia atrás de máq.		
				0,4	RI	Esperar mientras se ensambla		
Mover mano hacia cuellos por trab.	AL	0,30		0,3	AL	Mover mano hacia cuellos por trab.		
Tiempo total del ciclo		3,433		3,433		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XIV. Bimanual Limpieza de cuello

Operación: Limpar cuello			Parte: Cuello		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Marcos Méndez					Tiempo efectivo:		1,499s	2,832s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		3,1s	1,767s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		4,599s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo		Tiempo	Símb.	Descripción de mano derecha		
Mano espera por el cuello limpio	RI	0,599		0,266	AL	Mover la mano hacia los cuellos unidos		
				0,333	T	Tomar uno de los cuellos unidos		
Tomar el cuello	T	0,333		0,333	T	Tomar el cuello		
Preposicionar el cuello	PP	1,166		1,166	PP	Preposicionar el cuello		
Posicionar el cuello	P	0,633		0,633	P	Posicionar el cuello		
Sostener en tensión	SO	1,101		0,367	AL	Mover la mano hacia siguiente cuello2		
				0,367	T	Tomar cuello 2		
Posicionar el cuello en la muñeca	P	0,767		1,134	SO	Sostener cuello mientras se termina c1		
Tiempo total del ciclo		4,599		4,599		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XV. Bimanual Unir hombro

Operación: Unir hombro			Parte: panel del. y tras.		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Delia Albizurez					Tiempo efectivo:		3,263s	3,397s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		4,567s	4,433s
Método (Marque con un círculo):				Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		7,830
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Preposicionar paquete de prendas	PP	0,200		0,200	AL	Mover hacia hombro d. de panel A1		
Esperar por el panel de mano d.	RI	0,300		0,300	T	Tomar el panel A1 por los hombros		
Tomar el panel A1 proveniente de la mano derecha	T	0,733		0,733	AL	Mover mano hacia el panel A2		
Sostener panel A1 del hombro d.	SO	0,167		0,167	T	Tomar el panel A2 por los hombros		
Posicionar hombro derecho del panel A1 sobre hombro panel A2	P	1,333		1,333	P	Posicionar hombro derecho de panel A2 bajo hombro derecho panel A1		
Mover paneles posicionaos a máq.	M	0,233		0,233	M	Mover paneles posicionaos a máq.		
Posicionar hombros derechos de panel A1 YA2 en la máquina	P	0,567		0,567	P	Posicionar hombros derechos de panel A1 YA2 en la máquina		
Sostener paneles en tensión	SO	0,300		0,300	SO	Sostener paneles en tensión		
Mover paneles hacia atrás de máq.	M	0,333		0,330	AL	Mover mano hacia hombros izq.		
Esperar a que se ensamble pieza	RI	0,167		0,167	T	Tomar hombros izq. De A1 y A2		
Mover mano hacia hombros izq.	AL	0,167		0,167	SO	Sostener hombros izq.		
Tomar hombros izquierdos A1	T	0,300		0,300	AL	Mover mano hacia hombros izq. A2		
Sostener hombro izquierdo A1	SO	0,233		0,233	T	Tomar hombro izq. A2		
Posicionar hombro izquierdo del panel A1 sobre hombro panel A2	P	0,600		0,600	P	Posicionar hombro izquierdo de panel A2 bajo hombro derecho panel A1		
Mover hombros izq. hacia máquina	M	0,400		0,400	M	Mover hombros izq. hacia máquina		
Posicionar hombros izquierdos de panel A1 YA2 en la máquina	P	0,600		0,600	P	Posicionar hombros izquierdos de panel A1 YA2 en la máquina		
Sostener paneles en tensión	SO	0,233		0,233	SO	Sostener paneles en tensión		
Mover pieza hacia atrás de máq.	M	0,430		0,433	RI	Esperar a que se ensamble pieza		
Soltar pieza	SO	0,067		0,067	T	Tomar pieza		
Tomar pieza	T	0,200		0,200	SO	Sostener pieza		
Soltar pieza en bulto	S	0,267		0,267	S	Soltar pieza en bulto		
Tiempo total del ciclo		7,830		7,830		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XVI. **Bimanual Pegar cuello**

Operación: Pegar cuello			Parte: cuello y paneles		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Yessenia Poitan					Tiempo efectivo:		6,133s	4,034s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		5,667s	7,766s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		11,800	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha	
Esperar mientras la otra mano toma el cuello a trabajar y lo mueve	RI	1,100			0,500	AL	Mover mano hacia los cuellos	
					0,167	T	Tomar cuello a trabajar	
					0,433	M	Mover cuello hacia la otra mano	
Tomar cuello	T	0,133			0,133	T	Tomar cuello	
Mover el cuello hacia la máquina	M	0,4			0,4	M	Mover el cuello hacia la máquina	
Anclar el cuello a la máquina	P	1,833			1,833	P	Anclar el cuello a la máquina	
Mover mano hacia paneles unidos	AL	0,333			0,833	RI	Esperar por los paneles unidos	
Tomar paneles	T	0,067						
Transportar paneles a otra mano	T	0,433						
Soltar	SO	0,067			0,067	T	Tomar	
Posicionar la abertura de cuello de los paneles en el prensa telas de la máquina, justo por la costura de la unión de hombros	P	2,667			2,667	P	Posicionar la abertura de cuello de los paneles en el prensa telas de la máquina, justo por la costura de la unión de hombros	
Mover los paneles mientras se ensambla el cuello con la abertura de cuello de los paneles	M	2,433			2,433	SO	Sostener en tensión la abertura de los paneles mientras se ensambla al cuello	
Quitar la prenda del anclaje de la máquina	M	2,167			2,167	M	Quitar la prenda del anclaje de la máquina	
Soltar sobre bulto	S	0,167			0,167	S	Soltar sobre bulto	
Tiempo total del ciclo			11,800		11,800		Tiempo total del ciclo	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XVII. Bimanual Pegar manga

Operación: Pegar manga			Parte: paneles y mangas		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Marbella Carranza			Fecha: 24/10/2019		Tiempo efectivo:		3,333s	5,465s
Analista: Néstor Martínez					Tiempo inefectivo:		13,832s	12,700s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		17,165s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha	
Tomar la prenda a trabajar	T	0,433			0,433	AL	Mover mano hacia la prenda tomada	
Posicionar en la máquina el extremo donde se ensamblará la manga	P	1			1	SO	Sostener prenda mientras mano d. posiciona la pieza en la máquina	
Sostiene la prenda en la máquina	SO	0,334			0,167	AL	Mover mano a paquete 1 de mangas	
					0,167	T	Tomar mangga M1 a ensamblar	
Esperar por la manga M1	RI	0,533			0,533	M	Mover manga M1 hacia otra mano	
Tomar la manga M1	T	0,167			0,167	SO	Sostener la manga M1	
Mover manga M1 hacia máquina	M	0,333			0,333	M	Mover manga M1 hacia máquina	
Posicionar manga y panel en máq.	P	0,667			0,667	SO	Sostener manga y panel mientras se posicionan	
Posicionar manga sobre el panel mientras se ensambla esta.	P	3,633			3,633	SO	Sostener panel en tensión mientras la mano izquierda acomoda y mientras se esta ensamblandol la manga.	
Quitar pieza ensamblada de máq.	T	0,5			0,5	SO	Sostener pieza mientras se quita	
Preposicionar la prenda para ensamblar la manga M2	PP	1,333			1,333	PP	Preposicionar la prenda para ensamblar la manga M2	
Posicionar la prenda en la máq.	P	0,5			0,5	AL	Mover mano a paquete 2 de mangas	
Esperar por la manga M2	RI	0,666			0,233	T	Tomar manga M2 a ensamblar	
					0,433	M	Mover M2 hacia la otra mano	
Tomar M2	T	0,067			0,067	SO	Sostener M2	
Mover manga M2 hacia máquina	M	0,333			0,333	M	Mover manga M2 hacia máquina	
Posicionar la manga M2 y panel en la máquina	P	0,9			0,9	SO	Sostener manga M2 y panel mientras se posicionan	
Posicionar manga M2 sobre el panel mientras se ensambla esta.	P	4,766			4,766	SO	Sostener panel en tensión mientras la mano izquierda acomoda y mientras se esta ensamblandol la manga M2.	
Quitar pieza ensamblada de máq.	M	0,833			0,833	SO	Sostener pieza mientras se quita	
Soltar prenda ensamblada	S	0,167			0,167	S	Soltar prenda ensamblada	
Tiempo total del ciclo		17,165			17,165		Tiempo total del ciclo	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XVIII. Bimanual Cerrar costados

Operación: Cerrar costados			Parte: paneles y mangas		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Cesar Herrera					Tiempo efectivo:		12,335	5,434s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		8,198	15,099
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		20,533s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Mover mano a bulto de prendas	AL	0,267						
Tomar prenda a trabajar	T	0,100		0,467	RI	Esperar mientras se toma y mueve la prenda hacia esta mano		
Mover prenda hacia mano d.	M	0,100						
Sostener prenda	SO	0,100		0,100	T	Tomar prenda		
Preposicionar prenda en la mesa para su próximo posicionamiento	PP	1,167		1,167	PP	Preposicionar prenda en la mesa para su próximo posicionamiento		
Posicionar los costados de la manga izquierda del panel delantero y el trasero para su ensamble	P	1,833		1,833	P	Posicionar los costados de la manga izquierda del panel delantero y el traseo para su ensamble		
Mover prendas posicionadas a m.	M	0,400		0,400	M	Mover prendas posicionadas a m.		
Posicionar el lado izquierdo de la prenda en la máquina	P	1,500		1,500	P	Posicionar el lado izquierdo de la prenda en la máquina		
Mover la prenda mientras se ensambla ésta	M	1,900		1,900	SO	Sostener la prenda en tensión mientras ésta se ensambla		
Soltar para pear etiqueta de CIC	S	0,100		0,100	S	Soltar para pegar etiqueta de CIC**		
Mover mano hacia etiqueta CIC	AL	0,367		0,367	AL	Mover mano hacia prenda en la máq.		
Espera mientras se toma etiqueta	RI	0,100		0,100	T	Tomar etiqueta CIC		
Espera a que posicione etiqueta	RI	0,433		0,433	P	Posicionar etiqueta CIC para pegar		
Espera mientras se suelta CIC	RI	0,133		0,133	S	Soltar etiqueta CIC		
Sostener la prenda en tensión mientras ésta se ensambla	SO	1,833		1,733	SO	Sostener la prenda en tensión mientras ésta se ensambla		
				0,100	S	Soltar prenda		
Mueve la prenda por la máquina	M	0,567		0,567	RI	Espera a que se mueva la prenda		
Quitar la prenda de la máquina	T	0,333		0,333	RI	Esperar mientras se quita la prenda		
Tomar prenda mientras se mueve para cerrar el costado derecho	T	1,167		1,167	M	Mover la prenda para cerrar el lado derecho de ésta		
Tomar los extremos de la manga d.	T	0,133		0,133	T	Tomar los extremos de la manga d.		
Posicionar los costados de la manga derecha del panel delantero y el trasero para su ensamble	P	1,333		1,333	P	Posicionar los costados de la manga derecha del panel delantero y el traseo para su ensamble		
Mover costados derechos a máq.	M	0,267		0,267	M	Mover costados derechos a máq.		
Posicionar costados en máq.	P	0,533		0,533	P	Posicionar costados en máq.		
Mover prenda mientras se ensamblan los costados derechos	M	3,767		3,767	SO	Sostener en tensión mientras se ensamblan los lados derechos		
Espera que se ensamble la prenda	RI	0,300		0,300	S	Soltar mientras se terminan de ensam.		
Mover la prenda por la máquina	M	0,700		0,700	RI	Espera mientras se mueve la prenda		
Quitar la prenda de la máquina	T	0,833		0,833	T	Quitar la prenda de la máquina		
Soltar prenda	S	0,267		0,267	S	Soltar prenda		
Tiempo total del ciclo		20,533		20,533		Tiempo total del ciclo		

** Código de Identificación del Cliente (CIC)

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XIX. **Bimanual Ruedo de manga**

Operación: Ruedo de manga			Parte: Mangas		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Víctor Tomas					Tiempo efectivo:		6,166s	5,062s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		3,329s	4,433s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		9,495s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha	
Mover mano hacia la prenada	AL	0,233			0,4	RI	Esperar a que se tome la prenda	
Tomar prenda	T	0,167						
Sostener la prenda	SO	0,333			0,333	T	Tomar prenda	
Preposicionar prenda en la mesa	PP	0,433			0,433	PP	Preposicionar la prenda	
Soltar la prenda en la mesa	S	0,067						
Mover la mano hacia la manga izq.	AL	0,233			0,4	SO	Sostener la prenda	
Tomar manga izquierda	T	0,1						
Hacer el ruedo de manga	M	1,467			1,467	M	Hacer el ruedo de manga	
Mover la prenda hacia la máquina	M	0,233			0,233	M	Mover la prenda hacia la máquina	
Posicionar la prenda en la máq.	P	1,133			1,133	P	Posicionar la prenda en la máq.	
Mover prenda mientras se ensambla	M	2,5			2,5	SO	Sostener la prenda en tensión mientras se ensambla la pieza	
Quitar la prenda de la máquina	M	0,2						
Sostener la prenda	SO	0,533			0,633	AL	Mover la mano hacia el despitador	
Sostener la prenda	SO				0,1	T	Tomar el despitador	
Sostiene prenda cuando despita	SO	1,33			1,33	U	Usar despitador	
Mover la prenda hacia el bulto	M	0,433			0,433	M	Mover el despitador hacia la mesa	
Soltar prenda en el bulto	S	0,1			0,1	S	Soltar despitador en la mesa	
Tiempo total del ciclo		9,495			9,495		Tiempo total del ciclo	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XX. **Bimanual Pegar cinta**

Operación: Pegar cinta			Parte: Cuello		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Mirsa Rojas					Tiempo efectivo:		4,066s	4,166s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		3,101s	3,001s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		7,167s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Alcanzar prenda a trabajar	AL	0,200		0,200	RI	Esperar mientras se alcanza		
Tomar prenda a trabajar del cuello	T	0,067		0,067	RI	Esperar mientras se toma		
Mover prenda hacia la otra mano	M	0,200		0,200	AL	Alcanzar prenda a trabajar		
Sostener prenda a trabajar	SO	0,400		0,400	T	Tomar la prenda a trabajar del cuello		
Preposicionar prenda a máquina	PP	0,467		0,467	PP	Preposicionar prenda a máquina		
Mover prenda hacia la máquina	M	0,300		0,300	M	Mover prenda hacia la máquina		
Posicionar prenda en la máquina	P	0,867		0,867	P	Posicionar prenda en la máquina		
Alcanzar extremo del cuello	AL	0,267		0,400	SO	Sostener parte central del cuello		
Tomar el extremo del cuello	T	0,133						
Sostener en tensión mientras se ensambla la cinta con el cuello	SO	1,467		1,467	SO	Sostener en tensión mientras se ensambla la cinta con el cuello		
Soltar la prenda ensamblada	S	0,100		0,100	S	Soltar la prenda ensamblada		
Esperar mientras se alcanza desp.	RI	0,300		0,233	AL	Alcanzar despitador		
				0,067	T	Tomar el despitador		
Tomar prenda ensamblada	T	0,233		0,666	M	Mover el despitador		
Mover prenda para despitar	M	0,433						
Sostener prenda para su despite	SO	0,100		0,100	U	Usar despitador		
Mover prenda despitada	M	0,100		0,100	S	Soltar despitador		
Mover la prenda para voltearla	M	0,533		0,533	AL	Alcanzar la parte interior de la prenda a través del cuello		
Sostener la prenda	SO	0,300		0,067	T	Tomar la parte interior de la prenda		
				0,233	M	voltear la prenda al derecho		
Sostener la prenda	SO	0,133		0,133	AL	Alcanzar el cuello al derecho de la pre.		
Sostener	SO	0,067		0,067	T	Tomar el cuello al derecho de la pre.		
Mover prenda hacia el bulto	M	0,433		0,433	M	Mover prenda hacia el bulto		
Soltar la prenda en el bulto	S	0,067		0,067	S	Soltar la prenda en el bulto		
Tiempo total del ciclo		7,167		7,167		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXI. **Bimanual Sobrecostura de cuello**

Operación: Sobre costura de cuello			Parte: Cuello			Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Arcadio Lobo						Tiempo efectivo:		6,767s	5,266s
Analista: Néstor Martínez				Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		3,533s	5,034s
Método (Marque con un círculo):			Actual	Propuesto		Tiempo de ciclo:		10,3s	
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Alcanzar prenda a trabajar	AL	0,233			0,233	RI	Esperar mientras se alcanza la prenda		
Tomar la prenda a trabajar	T	0,067			0,067	RI	Esperar mientras se toma la prenda		
Mover la prenda a trabajar	M	0,167			0,167	RI	Eperar mientras se mueve la prenda		
Mover la prenda a trabajar	M	0,700			0,700	AL	Alcanzar la prenda a trabajar		
Sostener la prenda	SO	0,100			0,100	T	Tomar la prenda por el cuello		
Preposicionar prenda a máquina	PP	0,200			0,200	PP	Preposicionar prenda a máquina		
Mover prenda hacia la máquina	M	0,833			0,833	M	Mover prenda hacia la máquina		
Posicionar prenda en la máquina	PP	1,067			1,067	P	Posicionar prenda en la máquina		
Alcanzar extremo del cuello	AL	0,267			0,267	SO	Sostener el cuello		
Tomar el cuello de la prenda	T	0,133			0,133	S	Soltar el cuello de la prenda		
Sostener extremo del cuello	SO	0,600			0,367	AL	Alcanzar el centro del cuello		
					0,233	P	Posicionar prenda en la máquina		
Soltar extremo del cuello	S	0,333			0,333	T	Tomar extremo del cuello		
Tomar prenda por el panel trasero	T	1,000			0,167	SO	Sostener el cuello		
					0,833	SO	Sostener el cuello en tensión mientras se hace la sobre costura del cuello		
Sostener el panel mientras se hace la sobre costura de cuello	SO	2,000			2,000	SO	Sostener el cuello en tensión mientras se hace la sobre costura del cuello		
Sostnerer la prenda por el cuello	SO	0,833			0,833	M	Mover el sobrante de cinta		
Soltar la prenda	S	0,267			0,267	S	Soltar la prenda		
Mover prenda de la máquina	M	1,433			1,433	M	Mover prenda de la máquina		
Soltar prenda	S	0,067			0,067	S	Soltar prenda		
Tiempo total del ciclo					10,300		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXII. Bimanual Sobrecostura de cinta

Operación: Sobre costura de cinta			Parte: Cuello		Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Sucely Teo					Tiempo efectivo:		3,533s	4,668s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019		Tiempo inefectivo:		7,368s	6,233s
Método (Marque con un círculo):				Actual	Propuesto	Tiempo de ciclo:		10,901s
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)		Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Alcanzar la prenda a trabajar	AL	0,2		0,2	RI	Esperar mientras se toma la prenda		
Tomar la prenda a trabajar	T	0,133		0,133	RI	Esperar mientras se toma la prenda		
Mover la prenda a trabajar	M	0,4		0,4	AL	Alcanzar la prenda a trabajar		
Sostener la prenda del cuello	SO	0,167		0,167	T	Tomar la prenda a trabajar		
Preposicionar para la máquina	PP	0,333		0,333	PP	Preposicionar para la máquina		
Mover prenda hacia la máquina	M	0,3		0,3	M	Mover prenda hacia la máquina		
Posicionar en la máquina	P	0,267		0,267	P	Posicionar en la máquina		
Espera mientras se mueve la punta de la cinta	RI	1,067		1,067	M	Mover la punta de la cinta para despues poder hacer la sobrecostura		
Sostener punta de la cinta	SO	0,8		0,8	P	Posicionar la el cuello sobre la cinta para hacer la sobre costura		
Colocar prenda bajo prensa tela	P	0,4		0,4	P	Colocar prenda bajo prensa tela		
Sostener la prenda del cuello mientras se ensambla	SO	2,733		2,733	SO	Sostener la prenda del cuello mientras se ensambla		
Soltar la prenda	S	0,133		0,133	SO	Sostener la prenda del cuello		
Tomar la punta de la cinta	T	0,2		0,2	AL	Alcanzar el despitador		
Sostener la punta de la cinta	SO	0,067		0,067	T	Tomar el despitador		
Sostener la punta de la cinta	SO	0,3		0,3	U	Usar el despitador		
Soltar pedazo de cinta que cortó	S	0,133		0,067	M	Mover despitador hacia la mesa		
Alcanzar la prenda	AL	0,133		0,067	S	Soltar despitador		
Sostener del cuello mientras se termina de ensamblar la prenda	SO	1,567		0,133	AL	Alcanzar la prenda		
Jalar la prenda para despitar el otro costado de la cinta de cuello	M	1,133		1,567	SO	Sostener despitador mientras se termina de ensamblar la prenda		
Quitar la prenda de la máquina	M	0,367		0,2	AL	Alcanzar despitador		
Soltar la prenda sobre el bulto	S	0,067		0,933	U	Usar el despitador		
				0,367	M	Mover el despitador hacia la mesa		
				0,067	S	Soltar el despitador en la mesa		
Tiempo total del ciclo		10,901		10,901		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXIII. Bimanual Ruedo de fondo

Operación: Sobre costura de cinta			Parte: Cuello			Resumen		Mano izq.	Mano der.
Nombre y código de operario: Sucely Teo						Tiempo efectivo:		4,933s	3,866s
Analista: Néstor Martínez			Fecha: 24/10/2019			Tiempo inefectivo:		8,701s	9,768s
Método (Marque con un círculo):		Actual	Propuesto		Tiempo de ciclo:		13,634s		
Descripción de mano izquierda	Símb.	Tiempo (s)			Tiempo (s)	Símb.	Descripción de mano derecha		
Alcanzar la prenda a trabajar	AL	0,3			0,3	AL	Alcanzar la prenda a trabajar		
Tomar la prenda	T	0,133			0,133	T	Tomar la prenda		
Buscar el extremo del costado izquierdo de la prenda	B	1,467			1,467	B	Buscar el extremo del costado izquierdo de la prenda		
Doblar ruedo de fondo de la prenda	E	0,8			0,8	E	Doblar ruedo de fondo de la prenda		
Mover prenda hacia la máquina	M	0,4			0,4	M	Mover prenda hacia la máquina		
Posicionar prenda en la máquina	P	1,1			1,1	P	Posicionar prenda en la máquina		
Alcanzar la parte del cuello	AL	0,467			0,567	SO	Sostener la prenda por el ruedo de f.		
Tomar la prenda por el cuello	T	0,1							
Sostener la prenda del cuello mientras se ensambla en la máquina	SO	5,567			5,567	SO	Sostener la prenda del ruedo de fondo mientras se ensambla en la máquina		
Soltar la prenda desde el cuello	S	0,1			0,1	SO	Sostener la prenda		
Alcanzar el ruedo de fondo ensamb.	AL	0,433			0,433	AL	Alcanzar el despitador		
Tomar ruedo de fondo	T	0,3			0,3	T	Tomar el despitador		
Mover prenda desde el ruedo	M	0,833			0,833	M	Mover el despitador hacia el cruce de costura de costado y de ruedo de fon.		
Sostener la prenda	SO	0,567			0,567	U	Usar el despitador en las costuras		
Soltar el ruedo de fondo	S	0,1			0,1	S	Soltar el despitador		
Alcanzar prenda terminada	AL	0,2			0,867	RI	Espera a que llegue la mano a prenda		
Tomar prenda detminada	T	0,1							
Moverla hacia el bulto	M	0,567							
Soltar prenda	S	0,1			0,1	RI	Esperar a que se suelte la prenda		
Tiempo total del ciclo			13,634		13,634		Tiempo total del ciclo		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

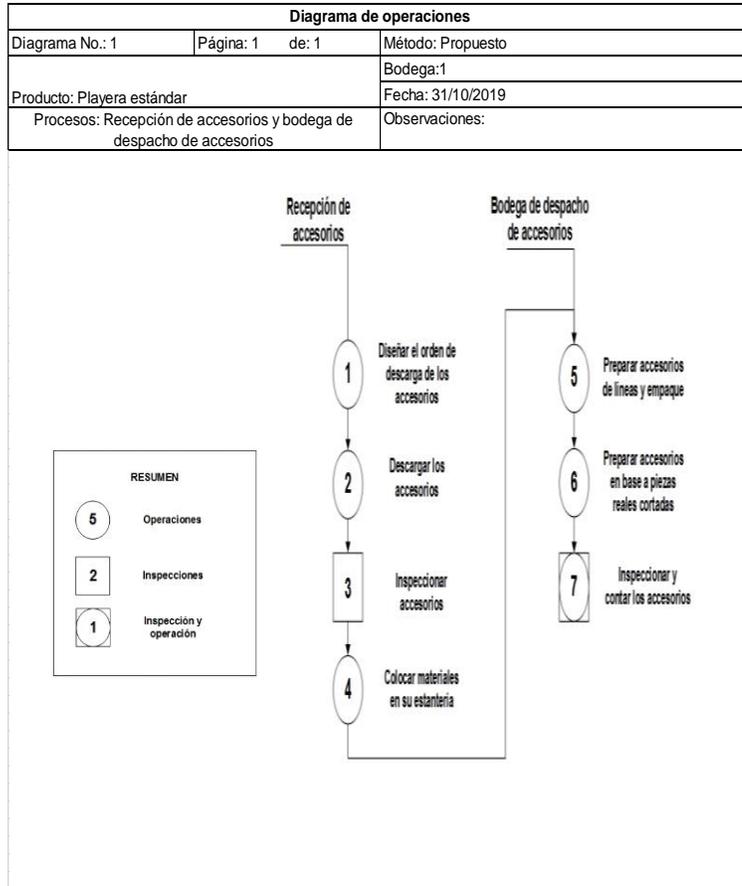
3.4. Planeación de procesos propuestos

En el estudio de métodos dentro de la empresa, es necesario documentar la forma en que se hace todo el trabajo. Los diagramas son herramientas de suma importancia para la fácil evaluación global de los procesos y sus variables. Así se puede atacar de mejor manera puntos importantes para mejorar cada proceso y por ende, reducir costos.

3.4.1. Diagrama de operaciones

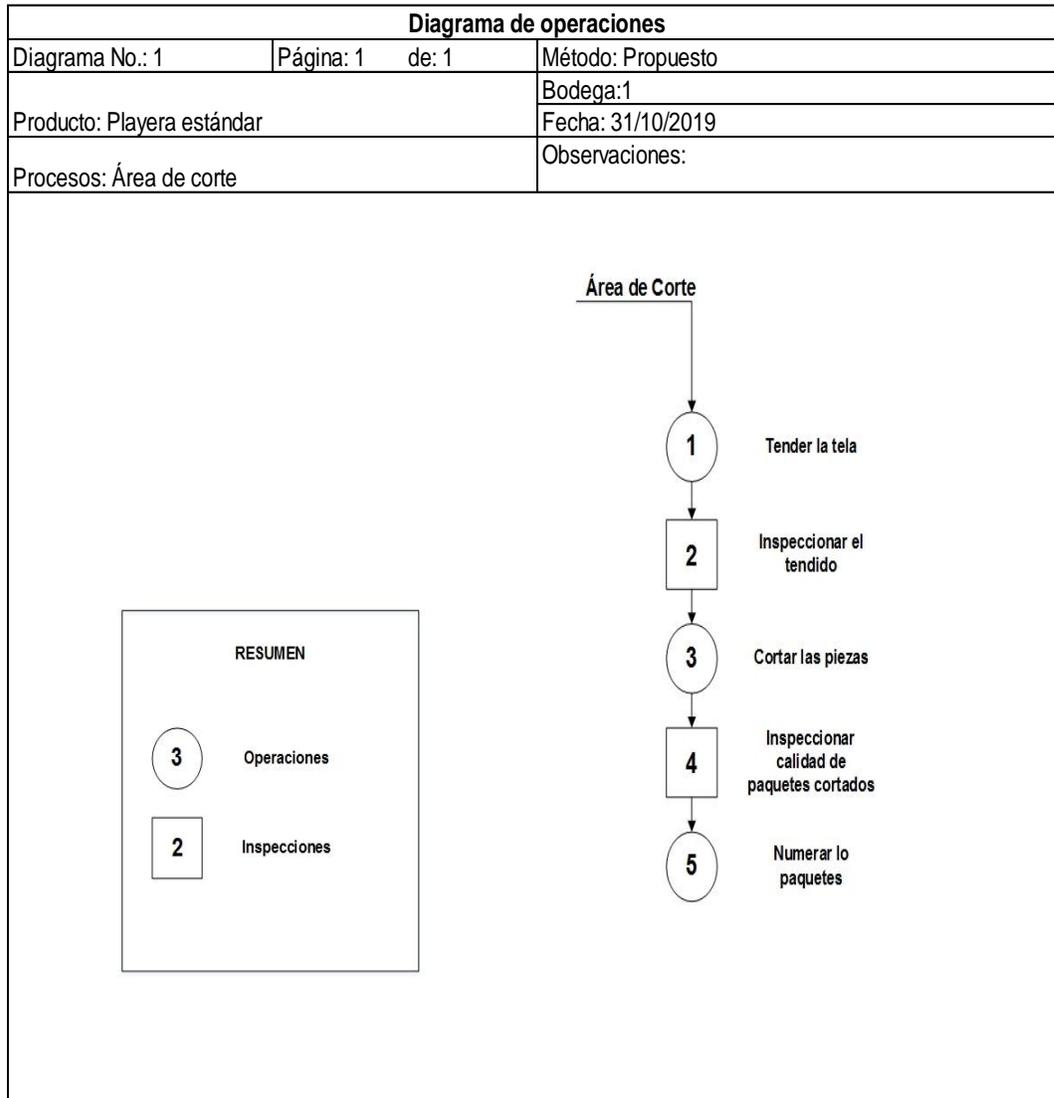
En la determinación de la problemática también se actualizó documentación relacionada directamente con el proceso. Se desarrollaron los diagramas de operaciones desde el área de recepción de accesorios hasta el área de empaque con el fin de determinar adecuadamente las tareas necesarias para cada proceso.

Figura 54. Diagrama de recepción y despacho de accesorios



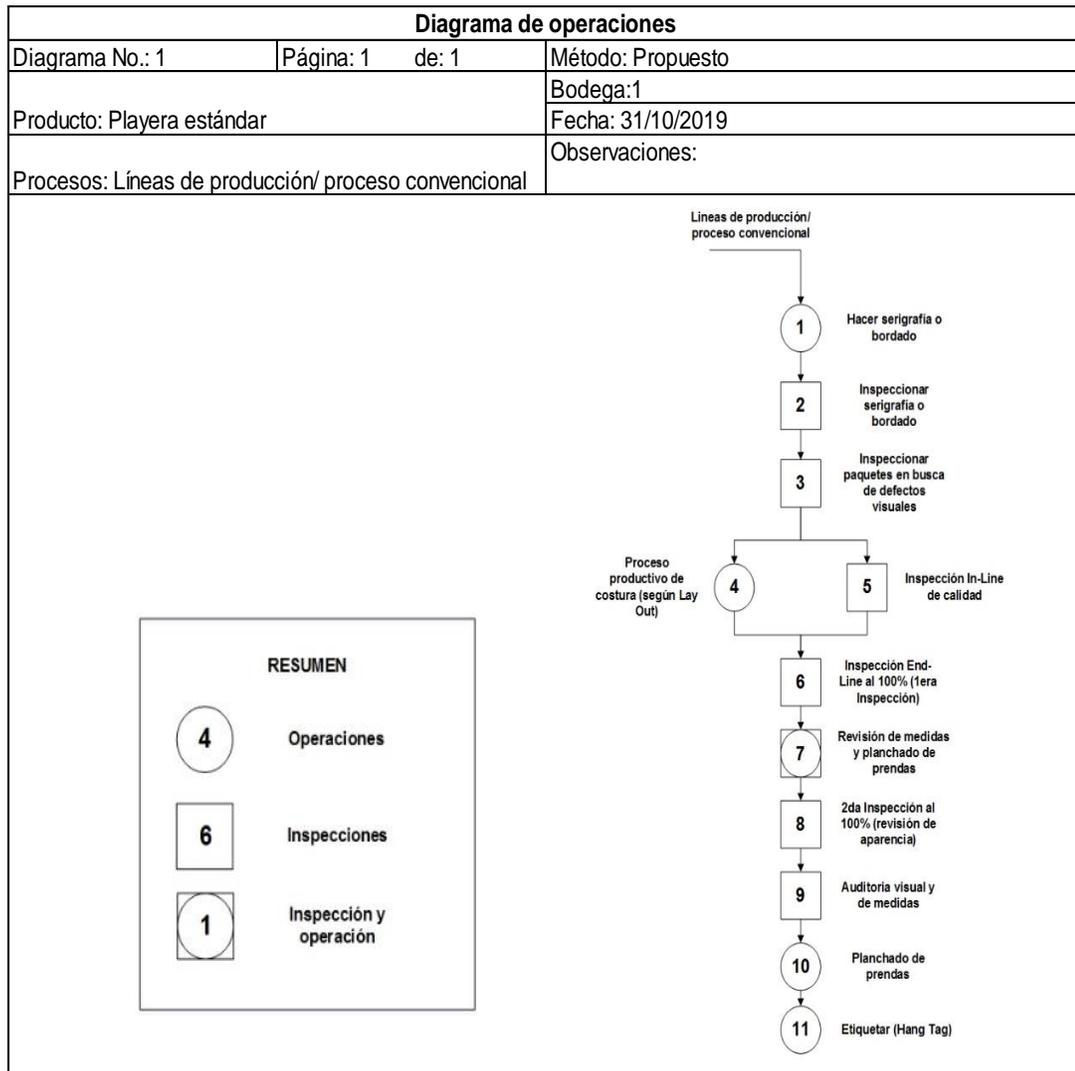
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 55. Diagrama de operaciones del área de corte



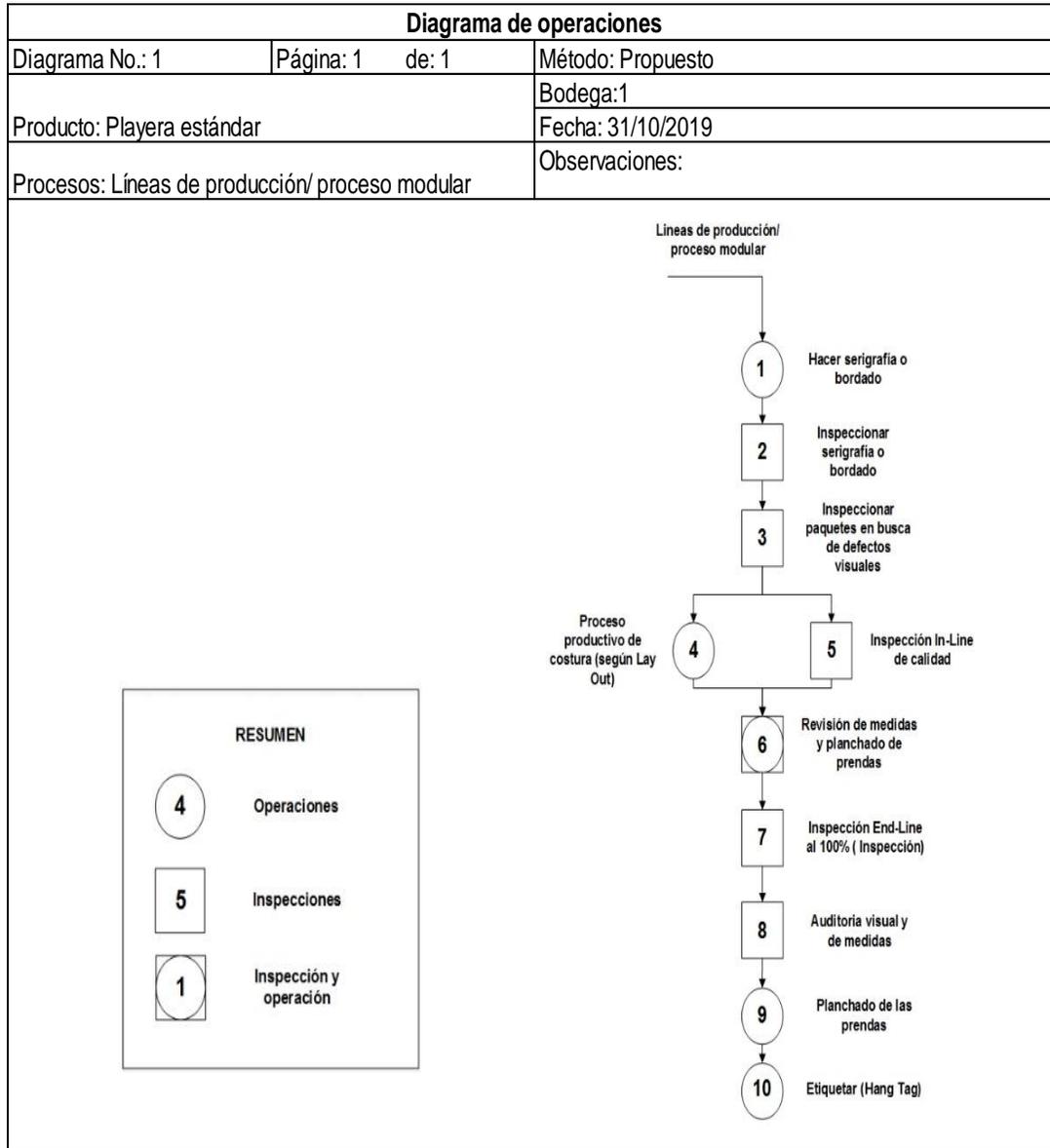
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 56. **Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso convencional**



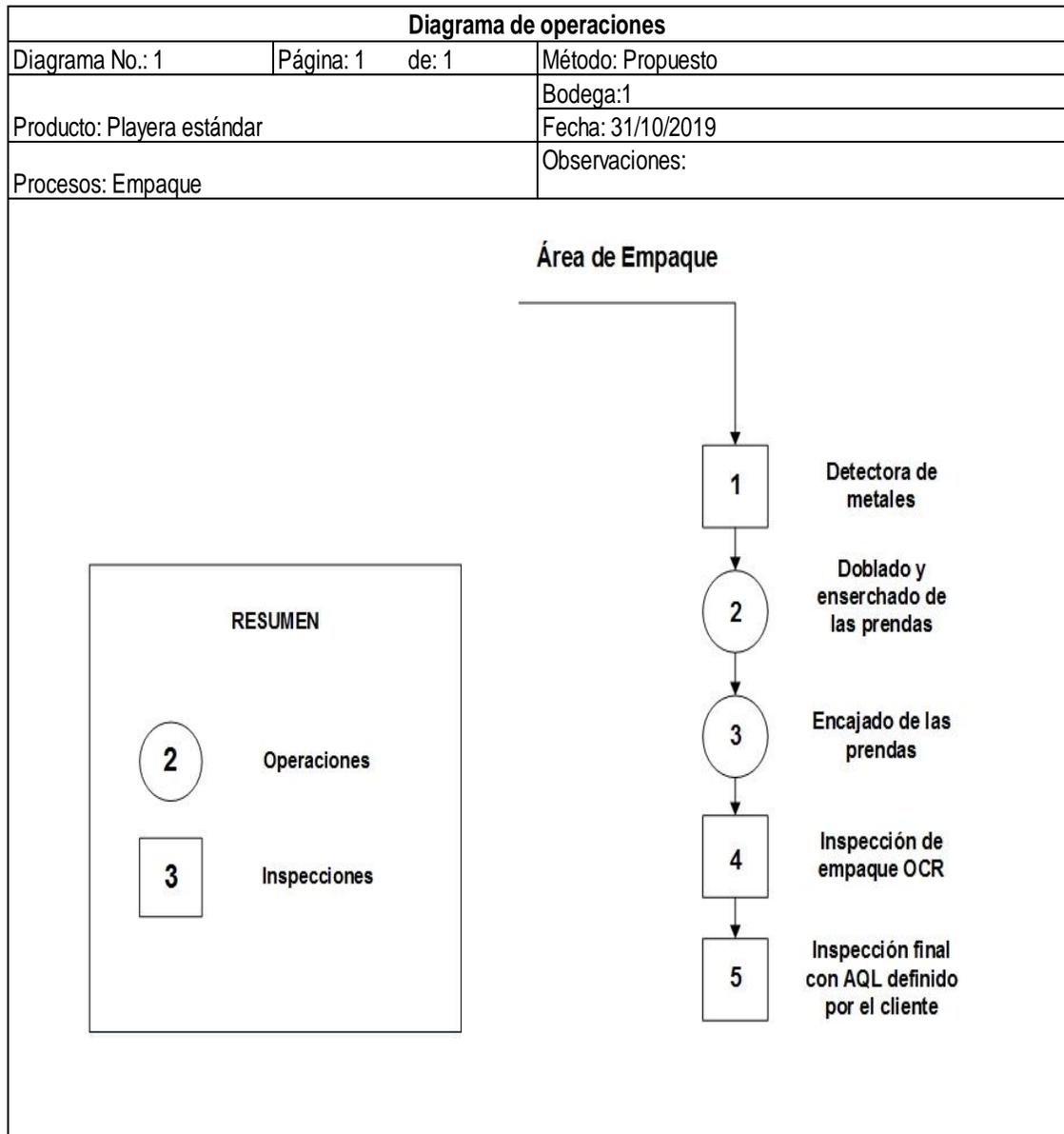
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 57. **Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso modular**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 58. Diagrama de proceso del área de empaque

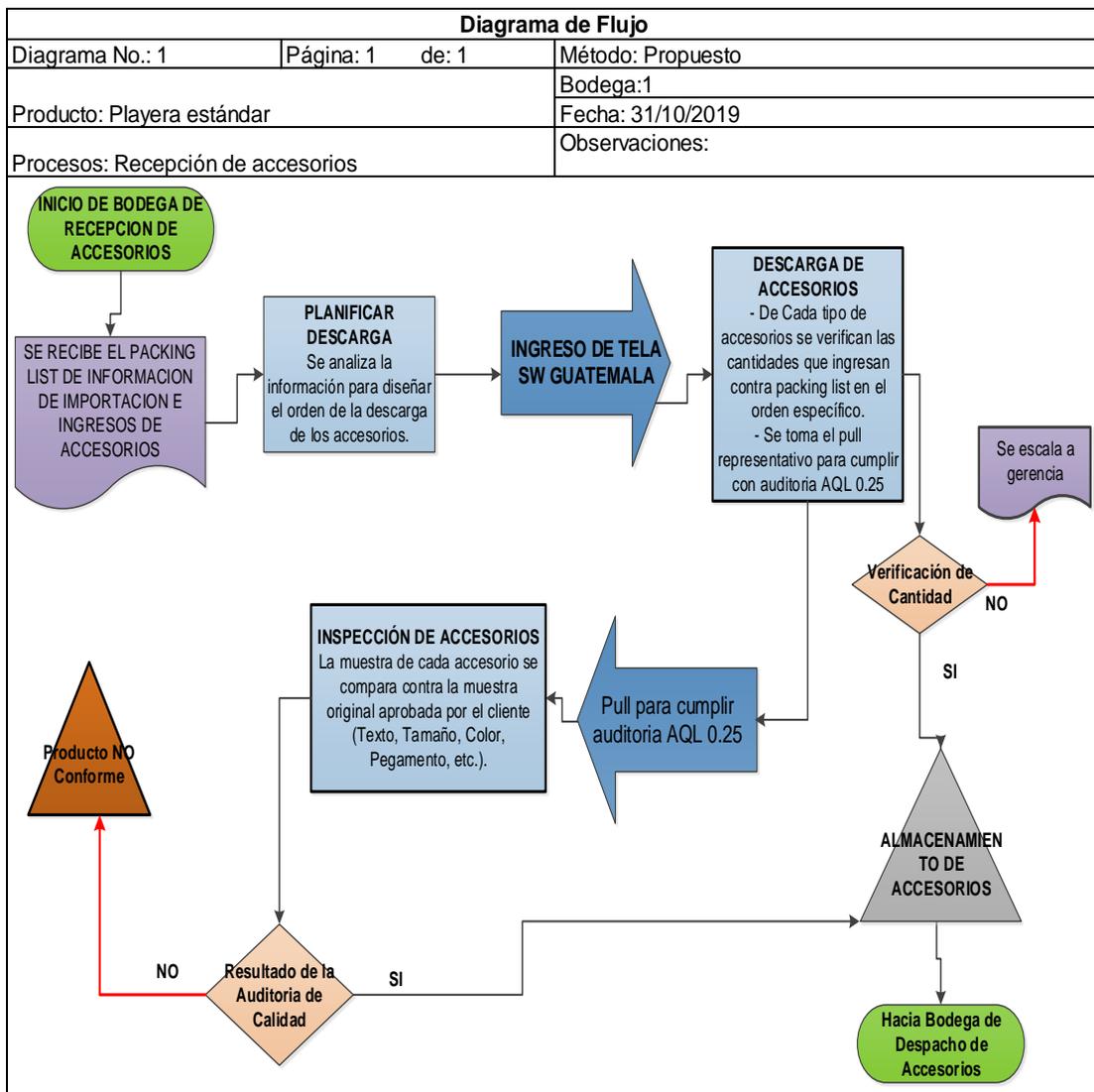


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

3.4.2. Diagrama de flujo

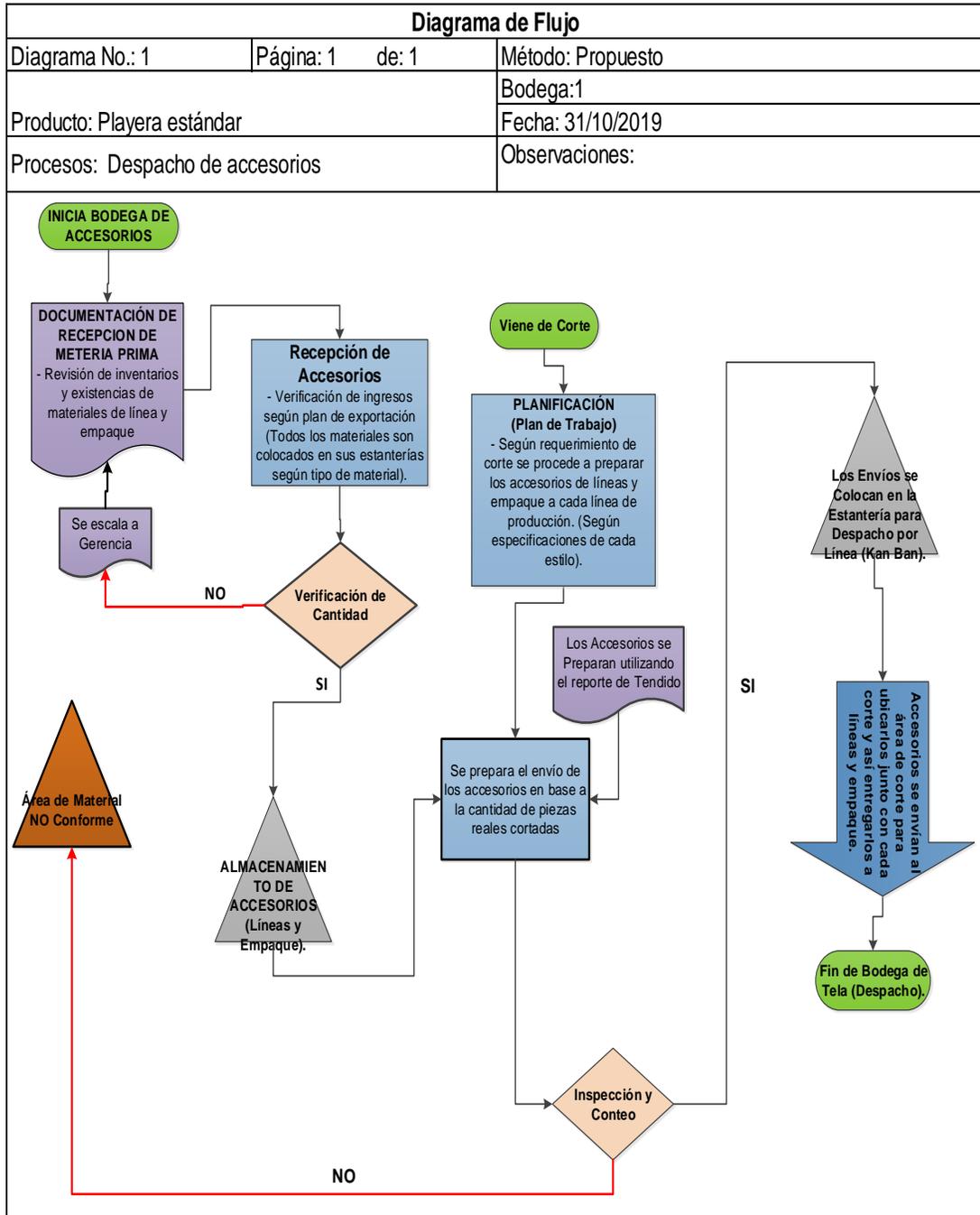
El diagrama de flujo representa gráficamente un proceso descrito de manera más detallada los procesos y subprocesos que un diagrama de operaciones.

Figura 59. Diagrama de flujo para la recepción de accesorios



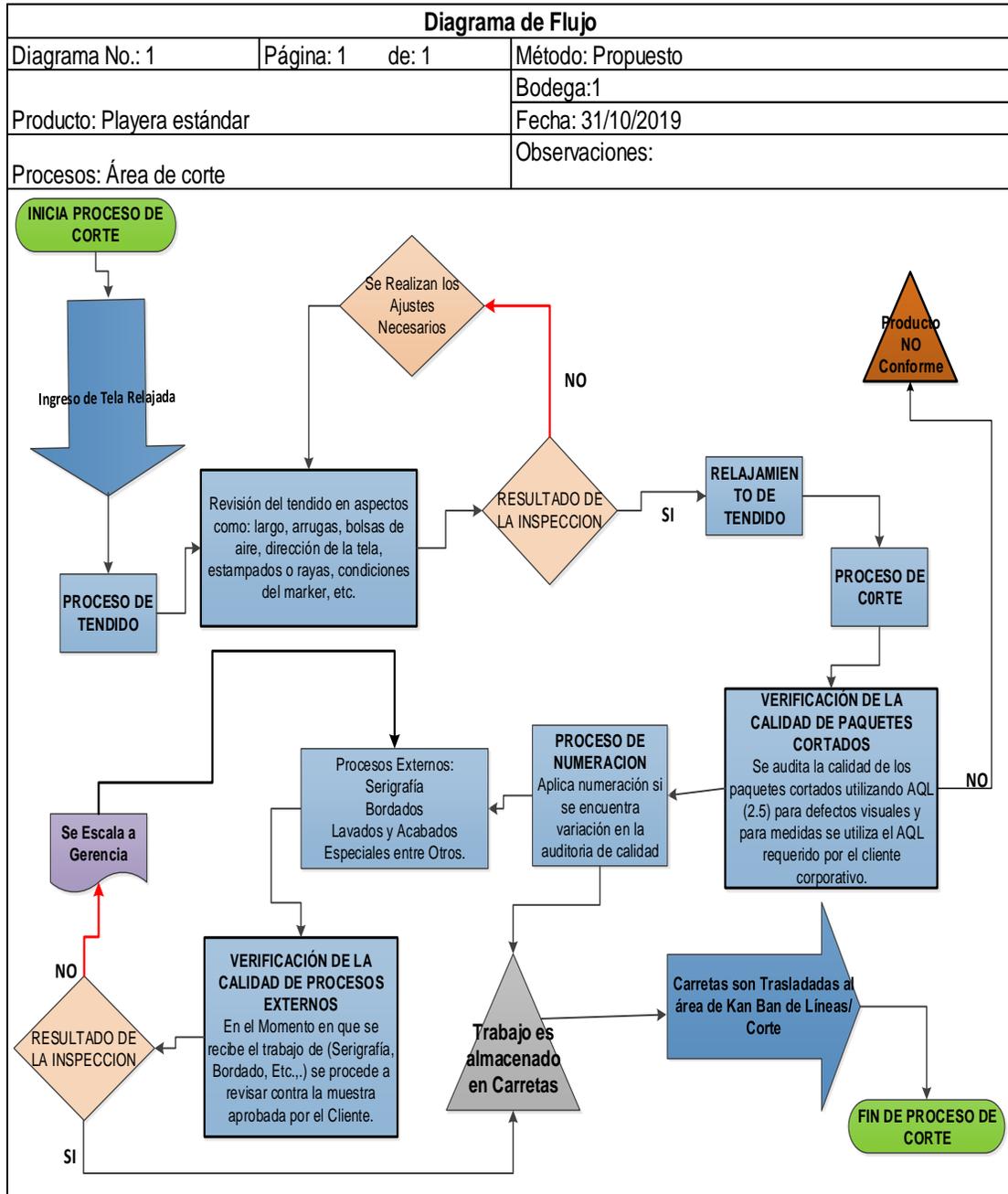
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 60. Diagrama de flujo para el despacho de accesorios



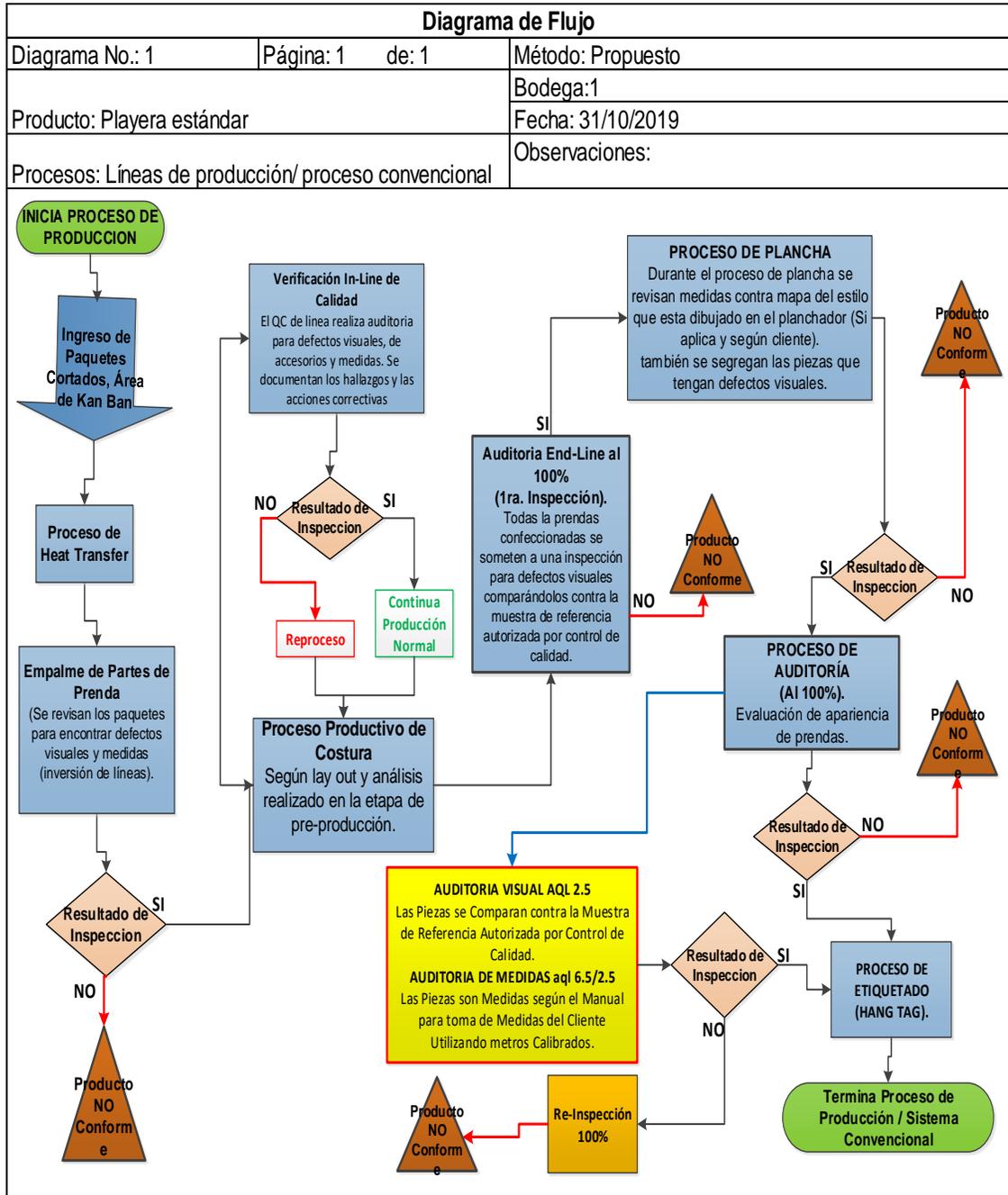
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 61. Diagrama de flujo para el área de corte



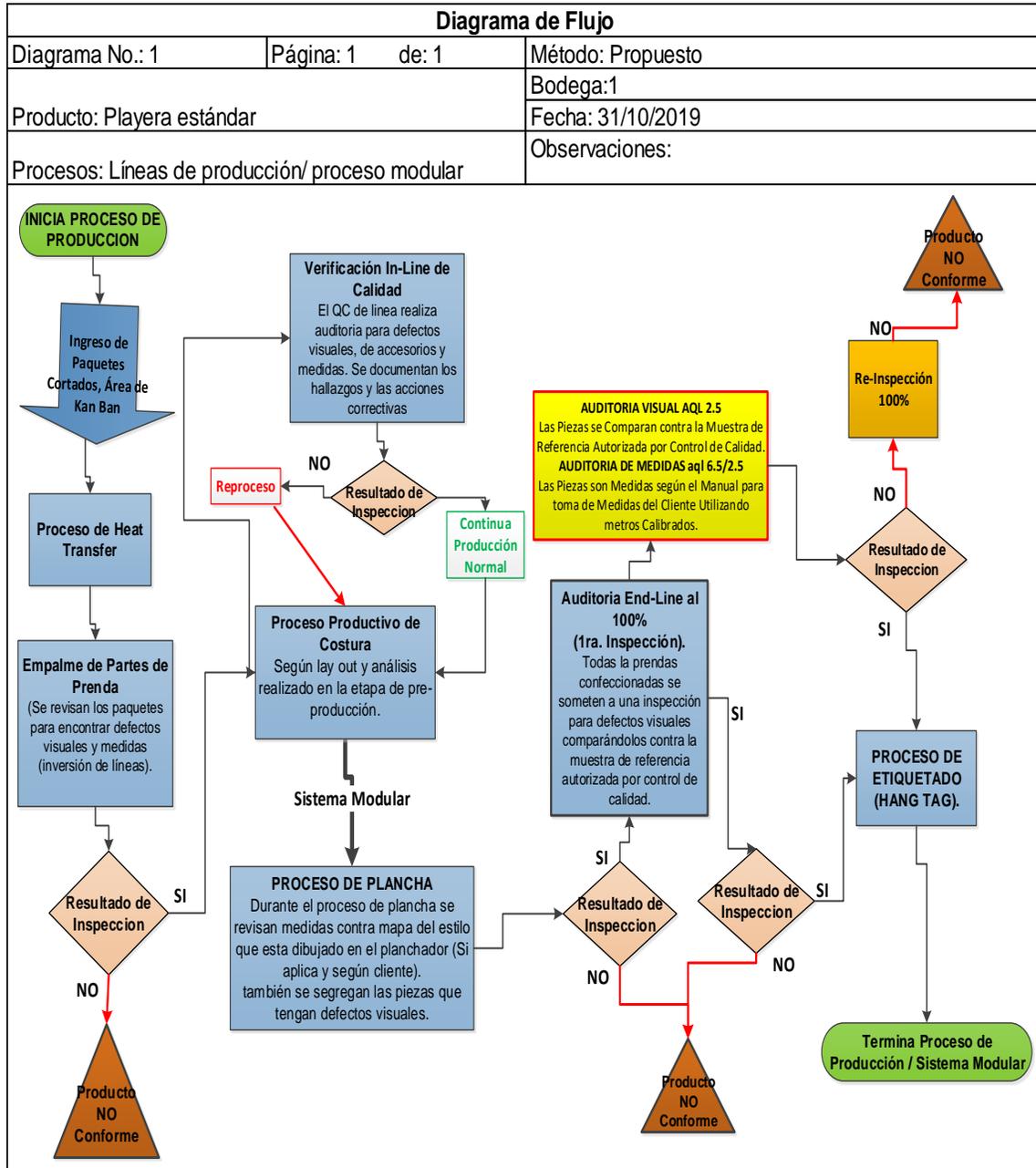
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 62. Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso convencional



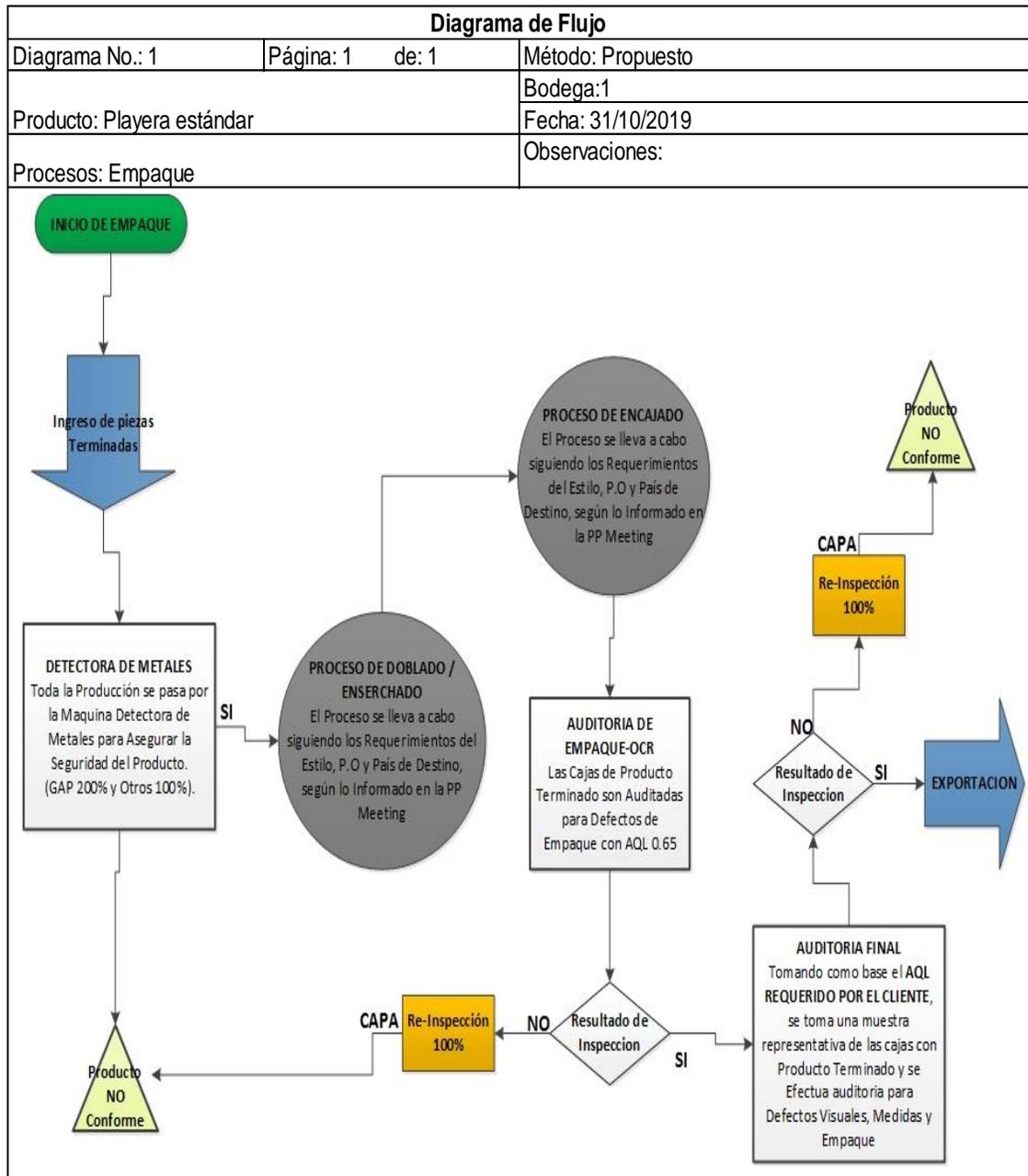
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 63. Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso modular



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 64. Diagrama de flujo para área de empaque

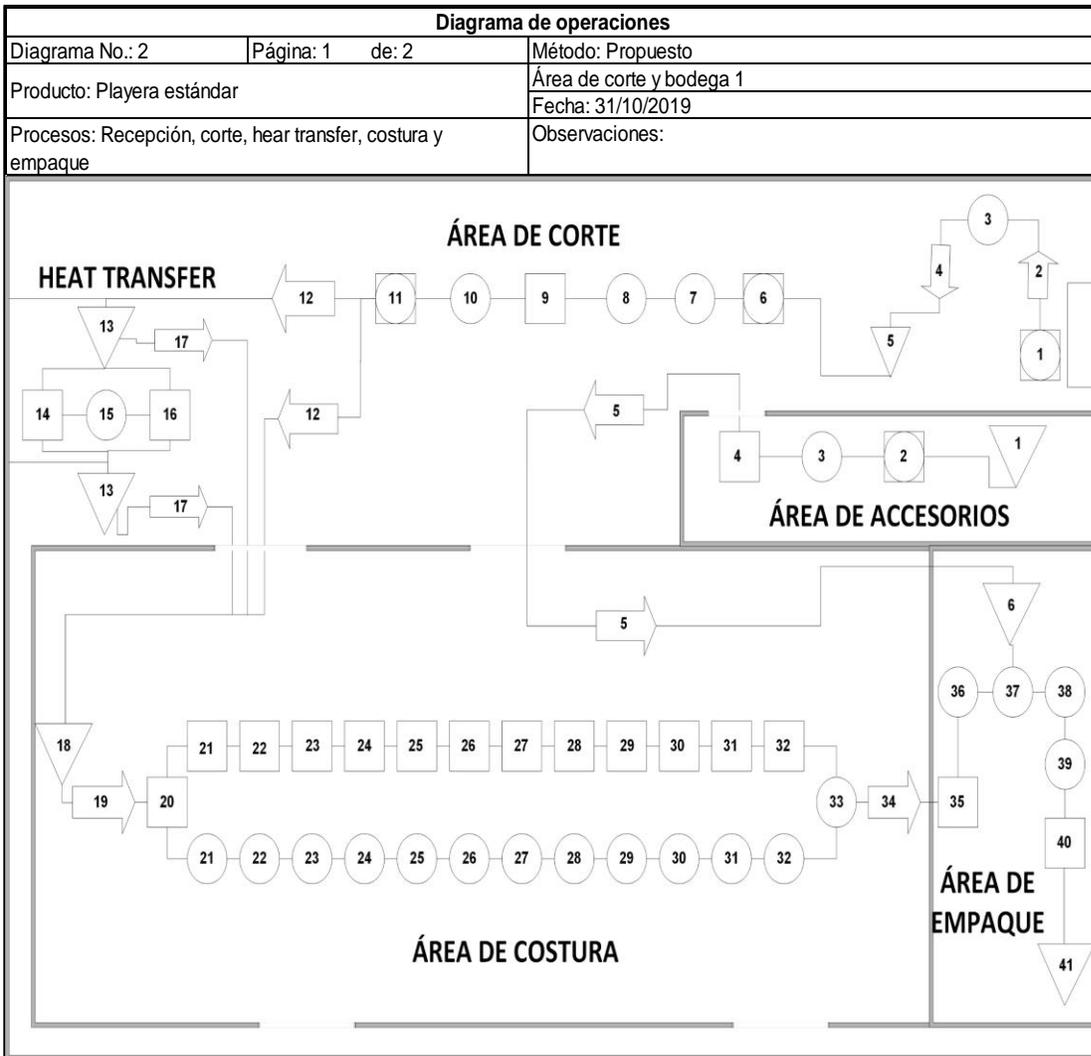


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

3.4.3. Diagrama de recorrido

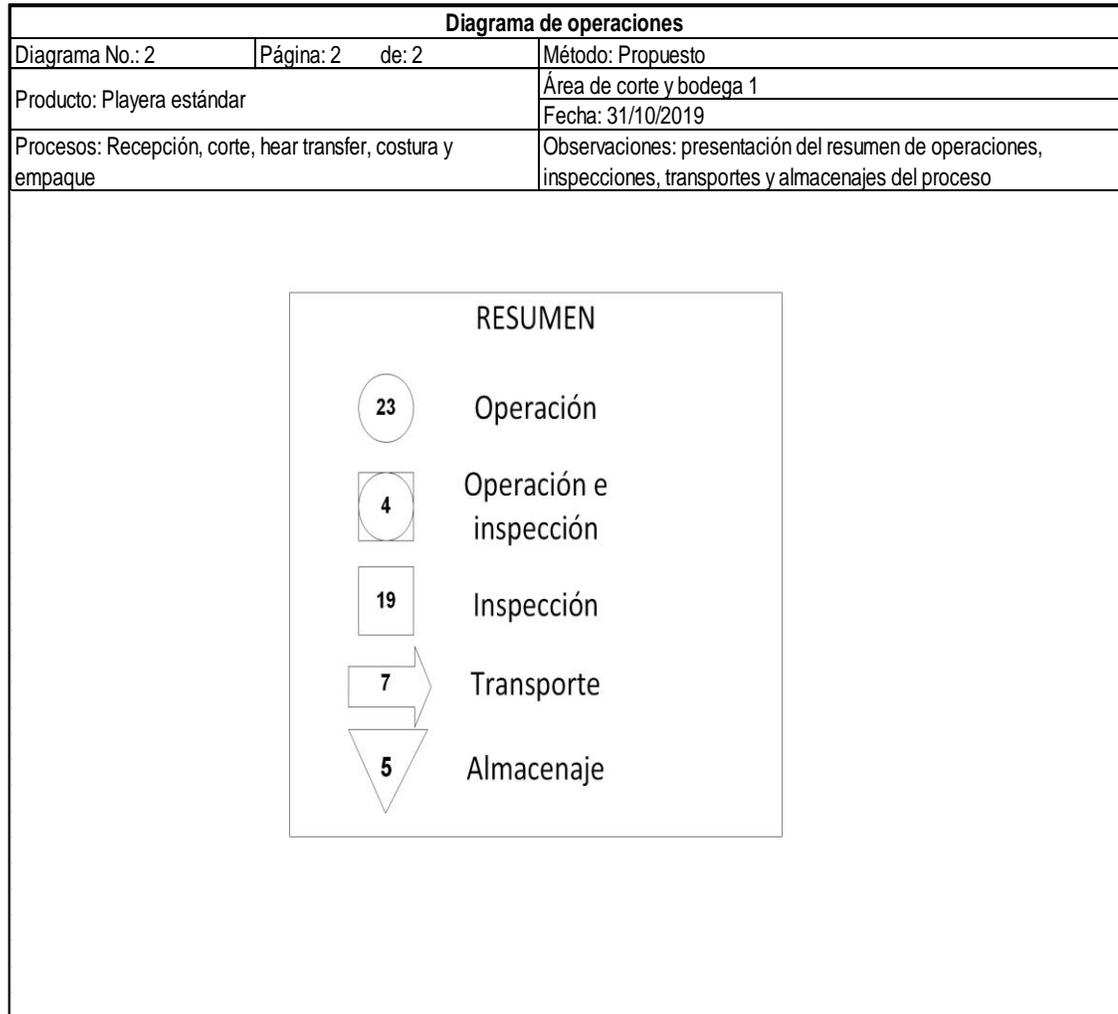
La documentación actualizada también abarca el diagrama de recorrido, el cual nos muestra el lugar donde se ejecutan las tareas de producción y el recorrido de los materiales durante el proceso.

Figura 65. Diagrama de recorrido del proceso de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 66. **Continuación diagrama de recorrido del proceso de producción**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

3.5. Planificación de la producción en la línea de ensamble

La adecuada planificación de la producción en la línea de ensamble es importante si se quiere alcanzar un buen desempeño de todo el sistema productivo de la empresa. En efecto, al planificar adecuadamente la producción, se pueden cubrir todos los requerimientos de cantidad de unidades que se van a producir y utilizar la cantidad justa de capacidad productiva instalada y el tiempo de entrega de producción que el cliente corporativo exige a la empresa.

3.5.1. Programación de necesidades de materiales

La programación de necesidades de materiales se llevará a cabo a través de un desmenuzamiento de la prenda que será producida. De esta manera, se pueden desglosar todos los elementos que serán necesarios para la manufactura de una prenda de vestir y que, a partir de esto, todas las áreas de la empresa inicien la planificación de su respectiva área con tres puntos importantes: primero, la cantidad de unidades que se tendrán que producir; segundo, los requerimientos de medidas, diseño y calidad de las prendas que se producirán; tercero, cuándo se tendrá que cumplir con la entrega de las unidades según lo acordado con el cliente corporativo. Con todos estos temas claros, se pueden hacer los cálculos para estimar la cantidad de material que se requiere, con base en los inventarios, para cumplir con la producción.

3.5.2. Filosofía de producción «justo a tiempo»

La filosofía de producción «justo a tiempo» fue desarrollada por Kiichiro Toyoda, hijo del fundador de la compañía de automóviles Toyota. Esta surge como la solución al problema de la falta de espacio, que en Japón es muy común.

A través de la adecuada planificación de necesidades de materiales, se buscará reducir el desperdicio en actividades como las compras y producción. Esto se logra al reducir los niveles de inventarios de material en espera y al mejorar los índices de calidad al hacer al operario responsable de cumplir con los parámetros de los productos y de la eficiencia en la utilización de la materia prima.

3.6. Costos propuestos de la línea

Los costos propuestos para la línea de producción están estrechamente relacionados con los costos por defecto, ya que la correcta distribución del personal, las cargas de trabajo, la materia prima y el equipo incrementa las posibilidades de obtener mejores resultados en las inspecciones de calidad durante y después de la producción. Entre los elementos más importantes de una línea de producción es hacer que el producto final tenga un costo más bajo y que la población en general tenga las posibilidades de obtenerlo. Por lo tanto, planear los costos y cantidades de elementos para la producción también es de vital importancia para determinar el precio final de las unidades.

3.6.1. Recurso humano

La planta de la empresa en cuestión se divide en dos bodegas: la primera de ellas es la bodega No. 1 y la segunda es la bodega No. 4. La investigación se realizó específicamente en la línea 8 de la bodega No. 1. Es necesario destacar que el diseño y distribución de las todas las líneas de la fábrica son iguales.

Tabla XXIV. **Lay Out de la línea de producción**

Secuencia	ITEM
I.	Manga y costado
II.	Ruedo de manga
III.	Cerrar costados
IV.	Pegar manga
V.	Ruedo de manga
VI.	Cerrar costados
VII.	Pegar manga
VIII.	Ruedo de manga
IX.	Cerrar costados
X.	Pegar manga
XI.	Pegar cuello
XII.	Unir hombro
XIII.	Pegar cuello
XIV.	Pegar cuello
XV.	Unir hombro
XVI.	Limpieza de cuello
XVII.	Unir cuello
XVIII.	Pegar etiqueta
XIX.	Sobrecostura de cinta 0.5
XX.	Sobrecostura de cinta
XXI.	Ruedo de fondo
XXII.	Sobrecostura de cuello
XXIII.	Montar cinta
XXIV.	Montar cinta
XXV.	Montar cinta
XXVI.	Ruedo de manga
XXVII.	Cerrar costados
XXVIII.	Pegar manga

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Tabla XXV. **Distribución de maquinaria en la línea**

Descripción	Cantidad
Overlock	16
Collaretera	11
Plana	8
Total	35

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Tabla XXVI. **Distribución de mano de obra**

Descripción	Cantidad
Overlock	16
Collaretera	11
Plana	7
Total	34

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Se determinó que, a partir de los 34 operarios y 35 máquinas por línea, se tienen que determinar los costes relacionados con la mano de obra o recurso humano (salarios, bonificaciones, compra de herramientas, accesorios para la máquina, entre otros).

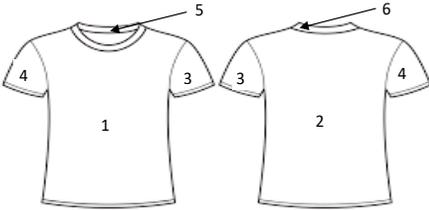
3.6.2. Materia prima

Para el cálculo de la materia prima necesaria para la manufactura de una prenda de vestir se procederá a desglosar los materiales necesarios para la creación de una unidad. Esto se hará a través de una explosión de materiales o BOM.

3.6.2.1. Tejidos Textiles

Los tejidos textiles, comúnmente llamados telas, son el material principal de toda la prenda de vestir. Se presenta el BOM de la tela y sus piezas necesarias para el ensamble de una playera básica.

Figura 67. **Bill of Materials de tela de una prenda básica**

Bill of Materials Tejidos textiles							
Nombre del producto		Camista cuello redondo		BOM aprobado por		Flor Peña	
Tipo de ensamble		Básico		Fecha de aprobación		01/10/2019	
Número del producto		PB-001001		Número de partes		6	
REF-cliente		TW-0001		Comentario BOM		BOM para una sola prenda	
							
No.	Cantidad	Parte	No. Parte	No. Rollo	Descripción	Proveedor	Consumo
1	1	Panel delantero	PDB-01023	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	0,4472 yardas/prenda
2	1	Panel trasero	PTB-01020	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
3	2	Mangas	MDIB-01026	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
4	1	Cuello	CRB-01021	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
5	2	Cinta de cuello	CCB-01006	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
No.		Parte					
1		Panel delantero					
2		Panel trasero					
3		Manga izquierda					
4		Manga derecha					
5		Cinta					
6		Cuello					
							

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Es necesario destacar que los lotes y rollos que se utilizan para la realización de una producción deben ser, obligatoriamente, los mismos, para que en el momento de la inspección, no haya una alteración de la tonalidad del color entre una parte y otra de la prenda. El valor del consumo de la tela es extraído del área de corte, donde se obtienen 30 paquetes de tela y cada uno es capaz de producir 120 prendas; por lo tanto, en los treinta paquetes que se cortan se producen 3 600 prendas, utilizando 1 610 yardas de tejido textil. Entonces:

$$120 \text{ prendas} * 30 \text{ paquetes} = 3\,600 \text{ prendas}$$

Si el proceso de corte de 30 paquetes representa 1 610 yardas de tela o tejido textil, entonces:

$$\frac{1\,610 \text{ yardas}}{3\,600 \text{ prendas}} = 0,4472 \frac{\text{yardas}}{\text{prenda}}$$

Por lo tanto, el consumo promedio de tejido textil de cada unidad producida es de 0,4472 yardas.

3.6.2.2. Fibras textiles para costura

Las fibras textiles, comúnmente llamadas hilos, son las que ensamblan cada una de las piezas expuestas en la figura 49. Estas fibras se caracterizan por su material y resistencia. Los calibres de hilo que se manejan en la prenda cambian según la costura y la exigencia de esa parte de la prenda.

Figura 68. **Bill of Materials para hilo de una prenda básica**

Bill of Materials Hilos								
Nombre del producto		Camista cuello redondo		BOM aprobado por		Carmen Dávila		
Tipo de ensamble		Básico		Fecha de aprobación		01/10/2019		
Número del producto		PB-001001		Número de partes		N/A		
REF-cliente		TW-0001		Comentario BOM		BOM para una sola prenda		
No.	Consumo de hilo (mts)		Parte	Puntada por pulgada	Calibre	Descripción	Proveedor	Comentario
	Poliéster	Texturizado						
1	44	77	Ruedo de fondo	12-13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145	
2			Costados	12-13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145	
3			Ruedo de manga	12-13	40/2	costura de cadena	PLH-02145	
4			Union de hombros	12-13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145	
5	Total	121 mts	Cinta de cuello	12-13	40/2	Costura de plana	PTH-03455	
6			Cuello	12-13	40/2	Costura de cadena	PLH-02145	

No.	Parte
1	Ruedo de fondo
2	Costados
3	Ruedo de mangas
4	Hombros
5	Cinta de cuello
6	Cuello

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Las prendas se fabrican con dos tipos de hilo, que en la máquina se entrelazan para formar las costuras. Estos son hilos de poliéster y texturizados que, combinados, proveen flexibilidad y resistencia a las costuras de la prenda.

Estos hilos son de calibre 40 con dos hebras, los cuales comúnmente se denominan 40/2. Para calcular el consumo, se cosen pulgadas de todas las costuras que lleva la prenda en cada una de sus partes; se descosen estas costuras y se miden. La medida total de estos hilos por cada prenda es de 121 metros, de los cuales, 44 son hilos de poliéster, y los 77 restantes son de hilo texturizado.

3.6.3. Accesorios para prendas

Dentro los componentes importantes de la prenda, es necesario incluir los accesorios. Estos ayudan a realzar los detalles de la prenda pero, sobre todo, a identificar cada una de las unidades que se producen y que se enviarán hacia Estados Unidos. Los accesorios de identificación de las prendas son enviados directamente al área de empaque para su uso posterior.

3.6.3.1. Etiqueta principal

La etiqueta principal es una de las más importantes de la prenda, ya que es la única que no puede ser removida de la prenda y que contiene información como la talla, el estilo y el lugar de fabricación, así como información del cliente. Esta etiqueta es colocada en la prenda como serigrafía a través del proceso denominado *heat transfer*.

3.6.3.2. Etiqueta colgante

La etiqueta colgante, comúnmente denominada *hang tag* en la industria textil, es la que se coloca a través de una pistola para ropa y queda colgando a la vista del cliente (por lo regular en la parte frontal de la prenda).

Este tipo de etiqueta es la que el cliente final ve primero en la prenda y que contiene información de fácil acceso, como la talla, el estilo y la marca del cliente corporativo. Esta etiqueta debe ser diseñada de manera tal que capture la atención del cliente final, por lo que su correcta colocación es indispensable en el proceso de empaque.

3.6.3.3. Botones textiles

Los botones son recibidos, almacenados y despachados en el área de accesorios. Luego, son colocados en el área de costura de una manera muy precisa y correcta para cumplir con los requerimientos de diseño del cliente corporativo, pero sobre todo, los de seguridad, ya que si por algún motivo estos botones se desprenden de manera involuntaria en la presencia de un niño o bebé, puede traer consecuencias negativas a las dos partes.

Figura 69. **Bill of Materials para accesorios de una prenda**

Bill of Materials Accesorios				
Nombre del producto	Camista cuello redondo	BOM aprobado por	Carmen Dávila	
Tipo de ensamble	Básico	Fecha de aprobación	01/10/2019	
Número del producto	PB-001001	Número de partes	15	
REF-cliente	TW-0001	Comentario BOM	BOM para una sola prenda	
Item	Accesorio	Código de accesorio	Cantidad (pcs)	Descripción
1	Etiqueta principal (heat transfer)	HTLC-10121	1	Se envía a corte
2	Etiqueta colgante (hang tag)	HTLC-10145	1	Se envía a empaque
3	Botones	BTHL-10589	3	Se envía a costura
4	Cinta de cuello trasero	CTLH-10478	1	Se envía a costura
5	Mobilon tape	CTLH-18973	2	Se envía a costura
6	Entretela	CLTH-98754	1	Se envía a costura
7	Zipper	CLTH-78965	1	Se envía a costura
8	Price ticket	ELHT-100158	1	Se envía a empaque
9	Bala	ELHT-11569	1	Se envía a empaque
10	Cercha	ELHT-10265	1	Se envía a empaque
11	Size stripp	ELHT-45897	1	Se envía a empaque
12	Poly bag	ELHT-78021	1	Se envía a empaque
13	Caja	ELHT-45456	1	Se envía a empaque
14	Sticker para caja	ELHT-45457	1	Se envía a empaque
15	Tape para caja	ELHT-45458	1	Se envía a empaque

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

3.6.4. Costo de producción

La estimación de los costos de producción se llevará a cabo con el plan de requerimiento de materiales, MRP, ya que este engloba información como el BOM o explosión de materiales, el IRF o registro de inventarios y el plan de producción. Con toda esta información disponible se podrán extraer datos suficientes para evaluar y considerar los costos de la producción y, con esto, mantener los tiempos de entrega y la calidad del producto.

Figura 70. **Bill of Materials para una prenda**

Bill of Materials PB-001001							
Nombre del producto	Camista cuello redondo		BOM aprobado por	Mauricio Estrada			
Tipo de ensamble	Básico		Fecha de aprobación	10/11/2019			
Número del producto	PB-001001		Número de partes	19			
REF-cliente	TW-0001		Comentario BOM	BOM para una sola prenda			
TEJIDOS TEXTILES							
No.	Cantidad	Parte	No. Parte	No. Rollo	Descripción	Proveedor	Consumo
1	1	Panel delantero	PDB-01023	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	0,4472 yardas/prenda
2	1	Panel trasero	PTB-01020	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
3	2	Mangas	MDIB-01026	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
4	1	Cuello	CRB-01021	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
5	2	Cinta de cuello	CCB-01006	TR-10125	Tela de punto	PRI-010123	
FIBRAS TEXTILES							
No.	Consumo de hilo (mts)		Parte	Puntada por pulgada	Calibre	Descripción	Proveedor
	Poliester	Texturizado					
6	44	77	Ruedo de fondo	12/13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145
7			Costados	12/13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145
8			Ruedo de manga	12/13	40/2	costura de cadena	PLH-02145
9			Union de hombros	12/13	40/2	Costura de 4 hilos over	PLH-03145
10	Total	121 mts	Cinta de cuello	12/13	40/2	Costura de plana	PTH-03455
11			Cuello	12/13	40/2	Costura de cadena	PLH-02145
ACCESORIOS							
No.	Accesorio		Código de accesorio	Cantidad (pcs)	Descripción		
12	Etiqueta principar (heat transfer)		HTLC-10121	1	Se envía a corte		
13	Etiqueta colgante (hang tag)		HTLC-10145	1	Se envía a empaque		
14	Botones		BTHL-10589	N/A	Se envía a costura		
15	Cinta de cuello trasero		CTLH-10478	N/A	Se envía a costura		
16	Mobilon tape		CTLH-18973	2	Se envía a costura		
17	Entretela		CLTH-98754	N/A	Se envía a costura		
18	Zipper		CLTH-78965	N/A	Se envía a costura		
19	Price ticket		ELHT-100158	1	Se envía a empaque		
20	Bala		ELHT-11569	1	Se envía a empaque		
21	Cercha		ELHT-10265	1	Se envía a empaque		
22	Size stripp		ELHT-45897	1	Se envía a empaque		
23	Poly bag		ELHT-78021	1	Se envía a empaque		
24	Caja		ELHT-45456	1	Se envía a empaque		
25	Sticker para caja		ELHT-45457	1	Se envía a empaque		
26	Tape para caja		ELHT-45458	1	Se envía a empaque		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Tabla XXVII. **Datos del inventario**

Descripción	Cantidad
Inventario inicial	12 200 pcs
<i>Stock</i> de seguridad	1 000 pcs
Capacidad de producción	6 300 pcs/ semana
<i>Lead Time</i>	1 semana

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Tabla XXVIII. **Plan maestro de producción**

Plan maestro de producción				
Descipción	Semana			
	1	2	3	4
Inventario inicial	12200	11000	9800	5900
Pedidos	7500	7500	10200	8900
Plan de producción	6300	6300	6300	6300
Inventario final	11000	9800	5900	3300

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Por último, la figura 52 muestra la disponibilidad de prendas y sus necesidades brutas y netas según la demanda y acuerdos entre las partes. Con esto se pueden planificar el manejo de los inventarios para la compra, la recepción y el envío del producto y, así, reducir los costos de manejo y mantenimiento del inventario.

Tabla XXIX. **Matriz MRP para la planificación de la producción de una prenda PB-001001**

Planificación de materiales para estilo PB-001001									
No. Producto	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Semana			
						1	2	3	4
PB-001001	0	1	12200	1000	Necesidades brutas	7500	11000	9800	5900
					Recepciones programadas	0	0	0	0
					Disponibles	4700	12200	2400	12200
					Necesidades netas	0	7300	0	4500
					Recepción de orden		7300	9800	5900
					Lanzamiento de orden	7300	9800	5900	

Fuente: elaboración propia.

Es necesario que el sistema de planificación de materiales esté a cargo de una persona con conocimientos sobre manejo de hojas de cálculo y bases de datos. Por lo anterior, se propone abrir una vacante para administrador de inventarios dentro de la empresa y así llevar un control total sobre los inventarios dentro de la empresa y reducir los costos de manejo de inventarios.

3.7. Capacitaciones del personal

El desarrollo personal y grupal de una persona está íntimamente relacionado con la educación que este individuo recibe. Dicha educación está medida con base en la calidad con la que se imparte y es un detonante para que un individuo llegue percibirse como una persona valiosa para sí misma y para la sociedad.

Uno de los problemas más recurrentes en la industria textil es el ausentismo. Esto provoca un desbalance del personal productivo para ciertas operaciones; este es un problema de todos los días en estas empresas.

Cuando una persona que es capaz de desarrollar trabajos manuales complejos se ausenta, se debe buscar al sustituto temporal. Esto es un problema debido a la seriedad con que se atienden los procedimientos de evaluación y capacitación. En este punto, entra el supervisor de la línea a sustituir al ausente y a pesar de hacerlo de manera correcta, no es su obligación principal ya que descuida otros puntos que le exige su puesto.

Este descontrol que produce el ausentismo se puede corregir o disminuir al capacitar al personal, ya que si se crea una cultura organizacional de que cada persona puede realizar cualquier tarea, sustituir a los ausentes no sería un problema, pues todos pueden ayudar a cumplir con la producción.

Por último, uno de los efectos más importantes de la capacitación adecuada es el mejoramiento de la persona como tal, pues se logra que esta se vuelva más competitiva dentro y fuera de la empresa lo que haría más fácil la tarea de reclutarla en un futuro en otra empresa.

3.7.1. Evaluación del recurso humano

El primer paso para poner en marcha los procedimientos para mejorar la calidad, evitar problemas de ausentismo y crear valor para la empresa y el personal, es la evaluación de las capacidades técnicas y actitudinales del recurso humano. Con esto poder saber dónde empezar a actuar para capacitar.

Los supervisores de área, igualmente, serán evaluados con el fin de tener un historial de evaluación y poder determinar las capacitaciones que los ellos necesitan para mejorar su desempeño dentro de la empresa. Las evaluaciones que se diseñaron para los supervisores son tanto actitudinales como de

desempeño técnico, pero están más enfocadas al desarrollo de la capacidad para administrar recurso humano.

Las evaluaciones se harán con base en el método de *Harvey Balls*, donde la persona evaluadora tendrá cinco posibles respuestas a los enunciados que se presentan sobre el supervisor y se utilizarán gráficas de medida para hacer la evaluación más fácil y objetiva. Asimismo, los supervisores serán evaluados por los jefes de planta, el jefe de producción y el gerente de calidad, los cuales son las personas que mantienen una estrecha comunicación con los supervisores durante el proceso de producción.

Ahora bien, las capacidades técnicas de los operarios fueron medidas con base en cuatro parámetros: Complejidad de la operación que realizan, número de máquinas que manejan, capacidad de producción por hora y criticidad de los defectos que provocan.

Estos parámetros se englobaron y ponderaron según el conocimiento de profesionales de la industria, los parámetros de medición apegados a la estadística para la elección de la muestra y los requerimientos de seguridad y calidad de los clientes corporativos.

Figura 71. Matriz de evaluación de carácter y personalidad de los supervisores

Evaluación Conductual						
Nombre del colaborador:			Jefe inmediato:			
Código:	Puesto: Supervisor		Operaciones que desarrolla:			
Línea:			Máquinas que puede utilizar:			
Fecha de ingreso:			Fecha de evaluación:			
Escala de evaluación						Punteo total:
	Mala (1 pts)	Regular (2pt)	Buena (3pts)	Muy buena (4pts)	Excelente (5pts)	
CARÁCTER Y PERSONALIDAD						
PARÁMETRO	ESCALA					CALIFICACIÓN
En general cómo calificaría la amabilidad con que el trabajador trata a sus compañeros de trabajo.						
Cómo calificaría la actitud del trabajador para aprender nuevas cosas.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para participar en reuniones de todo tipo dentro de la empresa.						
Cómo calificaría la capacidad y predisposición del trabajador para realizar trabajos en equipo.						
Cómo calificaría la disposición de resolver o la buena actitud ante los problemas relacionados al trabajo						
Cómo calificaría la capacidad de realizar tareas con el cuidado necesario (metódico).						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para realizar cualquier tarea que se le sea designada (versatilidad).						
En general cómo calificaría el empeño que el trabajador pone a las tareas que desarrolla.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para adaptarse a los cambios que se le presentan en pro de su trabajo.						
Cómo calificaría la actitud de compromiso del trabajador con los objetivos de la empresa.						
Observaciones:						

Continuación de la figura 39.

Evaluación Conductual						
Nombre del colaborador:			Jefe inmediato:			
Código:	Puesto: Supervisor		Operaciones que desarrolla:			
Línea:			Máquinas que puede utilizar:			
Fecha de ingreso:			Fecha de evaluación:			
Escala de evaluación						Punteo total:
	Mala (1 pts)	Regular (2pt)	Buena (3pts)	Muy buena (4pts)	Excelente (5pts)	
CARÁCTER Y PERSONALIDAD						
PARÁMETRO	ESCALA					CALIFICACIÓN
Cómo calificaría la integridad del trabajador para desarrollar su trabajo.						
Cómo calificaría el ingenio de la persona para resolver los problemas relacionados a sus obligaciones.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para trabajar bajo presión.						
Cómo calificaría la paciencia que el trabajador tiene con sus compañeros de trabajo.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para realizar varias tareas a la vez (multitareas).						
Cómo calificaría la capacidad del empleado para hacer una evaluación de todas sus tareas y actitudes (autocrítico).						
En general cómo calificaría la responsabilidad del trabajador para realizar las tareas que se le fueron asignadas.						
Cómo calificaría la seriedad y profesionalismo con que el trabajador maneja las relaciones con sus compañeros de trabajo.						
Cómo calificaría la disciplina del trabajador para desarrollar las tareas que le fueron designadas.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para comunicarse con sus compañeros de trabajo.						
Observaciones:						

Fuente elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 72. **Matriz de evaluación de las habilidades organizativas de los supervisores**

Evaluación Conductual							
Nombre del colaborador:			Jefe inmediato:				
Código:	Puesto: Supervisor		Operaciones que desarrolla:				
Línea:			Máquinas que puede utilizar:				
Fecha de ingreso:			Fecha de evaluación:				
Escala de evaluación						Punteo total:	
	Malo (1 pts)	Regular (2pt)	Buena (3pts)	Muy buena (4pts)	Excelente (5pts)		
ORGANIZATIVA							
PARÁMETRO		ESCALA				CALIFICACIÓN	
En general cómo calificaría la puntualidad del trabajador.							
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para organizar la línea de producción.							
Cómo calificaría el orden que el trabajador mantiene en la línea de producción							
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para utilizar los recursos materiales que se le proveen de forma eficiente							
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para utilizar los recursos humanos que se le proveen de forma eficiente							
Cómo calificaría la capacidad del empleado para concretar las tareas que se le designaron (eficacia).							
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para organizar el tiempo que emplea para desarrollar sus tareas.							
Cómo calificaría la iniciativa del trabajador para realizar tareas relacionadas al trabajo en su tiempo de ocio (iniciativa).							
Observaciones:							

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 73. Matriz de habilidades de liderazgo de los supervisores

Evaluación Conductual						
Nombre del colaborador:		Jefe inmediato:				
Código:	Puesto: Supervisor	Operaciones que desarrolla:				
Línea:		Máquinas que puede utilizar:				
Fecha de ingreso:		Fecha de evaluación:				
Escala de evaluación						Punteo total:
	Malo (1 pts)	Regular (2pt)	Bueno (3pts)	Muy buena (4pts)	Excelente (5pts)	
LIDERAZGO						
PARÁMETRO	ESCALA					CALIFICACIÓN
Cómo calificaría la actitud del trabajador para enseñar y capacitar a sus subordinados						
Cómo calificaría la capacidad de ponerse en el lugar de sus subordinados (empatía).						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para hablar en público.						
Cómo calificaría la capacidad para moderar las discusiones de sus subordinados.						
Cómo calificaría la capacidad de tomar escucha sugerencias de sus subordinados (flexible).						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para delegar responsabilidades.						
Cómo calificaría la capacidad de convencer a sus subordinados sobre algunas ideas (persuasivo).						
Cómo calificaría la postura con que hace cumplir las ordenes (don de mando).						
Cómo calificaría la capacidad de motivar a sus subordinados.						
Cómo calificaría el compromiso y sacrificio del trabajador para sus subordinados (cuida de los suyos).						
Observaciones:						

Fuente elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 74. Matriz de capacidades técnicas de los supervisores

Evaluación Técnica Supervisores de Línea						
Nombre del colaborador:		Jefe inmediato:				
Código:	Puesto: Supervisor	Operaciones que desarrolla:				
Línea:		Máquinas que puede utilizar:				
Fecha de ingreso:		Fecha de evaluación:				
Escala de evaluación						Punteo total:
	Malo (1 pts)	Regular (2pt)	Bueno (3pts)	Muy bueno (4pts)	Excelente (5pts)	
CAPACIDADES TÉCNICAS						
PARÁMETRO	ESCALA					CALIFICACIÓN
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para manejar las máquinas de coser.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para preparar las máquinas de coser.						
Cómo calificaría la capacidad del trabajador para utilizar el metro y sus sus escalas de medida.						
Cómo calificaría el conocimiento del trabajador sobre defectos en las prendas.						
Cómo calificaría el conocimiento del trabajador sobre construcción y requerimientos del cliente.						
Cómo calificaría el conocimiento del trabajador sobre la papelería en la línea.						
Cómo calificaría el conocimiento sobre procesos de calidad.						
Conocimientos de la terminología utilizada en el proceso.						
Cómo calificaría los conocimientos del trabajador sobre ingeniería de métodos (balance de líneas).						
Cómo calificaría el conocimiento del trabajador sobre seguridad y equipo de las areas.						
Observaciones:						

Fuente elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Tabla XXX. **Matriz de calificación de los operarios por la dificultad de la operación que ejecutan**

CLASIFICACIÓN DE LOS OPERARIOS POR LA DIFICULTAD DE LA OPERACIÓN QUE EJECUTAN							
	No.	OPERACIÓN	CLASIFICACIÓN			TOTAL DEL 20%	TOTAL DE LOS 100pts
			A (100%)	B (75%)	C (61%)		
LINEAS DE PRODUCCIÓN	1	EMPALMAR			C	61 pts	12,2 pts
	2	PEGAR ETIQUETA			C	61 pts	12,2 pts
	3	UNIR CUELLO			C	61 pts	12,2 pts
	4	LIMPIEZA DE CUELLO			C	61 pts	12,2 pts
	5	UNIR HOMBRO		B		75 pts	15 pts
	6	PEGAR CUELLO		B		75 pts	15 pts
	7	PEGAR MANGA	A			100 pts	20 pts
	8	CERRAR COSTADOS		B		75 pts	15 pts
	9	RUEDO DE MANGA	A			100 pts	20 pts
	10	PEGAR CINTA		B		75 pts	15 pts
	11	SOBRE COSTURA DE CUELLO		B		75 pts	15 pts
	12	SOBRE COSTURA DE CINTA		B		75 pts	15 pts
	13	RUEDO DE FONDO		B		75 pts	15 pts
	14	ASPIRADORA / SEPARAR POR TALLA			C	75 pts	15 pts
EMPAQUE	15	PLANCHADO		B		75 pts	15 pts
<p>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN: *El desempeño de los operarios será medido bajo CUATRO PUNTOS DE VISTA, el primero de ellos es la CLASIFICACIÓN POR LA DIFICULTAD DE LA OPERACIÓN. *La clasificación por la dificultad de la operación se dividirá en OPERACIONES TIPO A, B Y C según la dificultad de cada una de las operaciones.</p>							
<p>PONDERACIÓN:</p> <p>*La ponderación del desempeño del operario será de 100 pts.</p> <p>*Cada uno de los CUATRO PUNTOS DE VISTA, bajo los cuales serán evaluados los operarios aportarán un porcentaje a los 100pts de la ponderación del desempeño del operario.</p> <p>*EL NÚMERO DE MÁQUINAS QUE MANEJA EL OPERARIO APORTARÁ UN TOTAL DE PONDERADO DE 15pts (15%) PARA LOS 100pts DEL DESEMPEÑO; LA CLASIFICACIÓN POR DIFICULTAD DE LA OPERACIÓN APORTARÁ UN TOTAL DE 20pts (20%) PONDERADOS PARA LA NOTA DEL DESEMPEÑO; LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN APORTARÁ UN TOTAL DE 25pts (25%) PONDERADOS PARA LA NOTA DEL DESEMPEÑO Y POR ÚLTIMO LA CALIDAD APORTARÁ UN TOTAL DE 40pts (40%) PONDERADOS PARA LA NOTA DEL DESEMPEÑO DEL PERSONAL.</p> <p>*La tabla actual (LA CLASIFICACIÓN POR DIFICULTAD DE LA OPERACIÓN) aportará un 20% de la nota final del desempeño de los operarios pero este criterio se divide en operarios TIPO A, B Y C.</p> <p>*Estos criterios de operario tipo A, B Y C se obtuvieron en base a la experiencia y conocimiento de personas sobre los procesos en las líneas.</p> <p>*Los operarios TIPO A aportan un 100% de los 20% globales; los operarios TIPO B aportan un total de 75% de los 20% globales; los operarios TIPO C aportan un 61% de los 20% globales.</p>							

Fuente elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

3.7.2. Capacitaciones técnicas de los operarios

Aunque todas las personas dentro de una empresa cumplen un papel de suma importancia, la fuerza de trabajo u operarios son el centro de atención de todo, ya que se encargan de transformar la materia prima en el producto final. Los operarios son los encargados de resaltar el esfuerzo de todos los demás colaboradores a través del ensamble de las unidades con la calidad que se requiere. Por lo tanto, es necesario enfocar los esfuerzos de mejoramiento de la calidad en este grupo de empleados.

Luego de realizar las mediciones del desempeño de los operarios dentro de la media de toda la planta, se observó que la mayoría de estos tiene capacidades técnicas que los catalogan como operarios tipo B. Sin embargo, también existe una cantidad considerable de operarios tipo C, los cuales deben ser capacitados para convertirlos, como primer paso, en operarios tipo B e idealmente en operarios tipo A para elevar sus capacidades y hacerlos más competitivos dentro y fuera de la empresa. Las capacitaciones de los operarios, en principio, atacarán el parámetro que más calificación aporta; este es el de la Criticidad de los defectos. Posteriormente, y paso a paso, se extenderá a los demás parámetros. Estos pasos se presentan a continuación:

- Enseñar el trabajo: como primer paso, será necesario dar una inducción a los operarios de nuevo ingreso y una capacitación a los que actualmente trabajan en la planta, según el proceso productivo. Primero, esto es con el fin de que conozcan el proceso por el que pasa la prenda para ser elaborada y enviada al cliente final. Segundo, se busca que aprendan todo lo relacionado con la papelería, los requerimientos del cliente para la construcción de la prenda y el aseguramiento de la calidad esta; es decir, todo lo relacionado con cómo ensamblar la prenda

correctamente. Finalmente, es necesario que conozcan sobre los procesos de seguridad dentro de la planta.

- Proveer instrucciones escritas durante las capacitaciones, inducciones y trabajo: para que los operarios, en general, puedan comprender de mejor manera el recorrido e información que se les está brindando, es necesario que puedan consumir información escrita de fácil comprensión, previo a la capacitación o inducción. Esta información escrita al momento de la capacitación o inducción debe contener la reglamentación dentro de la empresa, los protocolos de aseguramiento del producto y los de seguridad para el personal cuando se adhieran al proceso productivo como tal.
- Proveer de instrucciones gráficas: si bien, las instrucciones escritas son útiles en el proceso de capacitación e inducción de la fuerza de trabajo, las instrucciones gráficas tienen un mayor impacto. Estas son fáciles de ver, leer y comprender, si están bien diseñadas.

Es necesario hacer énfasis en este punto, ya que una de las propuestas para la reducción de los defectos está ligada con la presentación de información gráfica. Dado que los defectos son el problema central de este trabajo de investigación, se determinó que uno de los mayores que se presentaron fue el de los hilos sueltos en algunas operaciones. Este defecto es remarcado por el cliente, lo que lo hace de importancia.

Por lo tanto, se determinó que la solución más viable es colocar mantas vinílicas con las advertencias de los defectos de hilos sueltos y la instrucción de quitarlos. Estas grandes mantas se colocaron en lugares estratégicos dentro de las instalaciones de la empresa para ser vistas por todos los operarios. De igual

manera, se dieron instrucciones a los supervisores de área y al personal de aseguramiento de la calidad para recordarles a los operarios sobre estos defectos y su obligatoria eliminación.

Figura 75. Información gráfica sobre la advertencia de corregir los defectos de hilo suelto en algunas operaciones



Fuente: departamento de Ingeniería, Shin Won GT.

Con esta medida, se redujeron considerablemente los defectos relacionados con los hilos sueltos en algunas partes de las prendas.

- Videocintas: si la información gráfica es fácil de entender, la información presentada en videocintas es aún mejor. Es parte de esta propuesta capacitar a los operarios a través de las videocintas utilizadas para elaborar los diagramas bimanuales presentados en el inciso 3.3. El objetivo de estos recursos es mostrarles a los operarios el método, la técnica, o como se conoce en la industria, la manualidad correcta para hacer una buena operación y terminación donde sea necesario.

El equipo para mostrar estas videocintas es el mismo que se encuentra a disposición del departamento de Ingeniería.

- Capacitación física: esta propuesta se da a través de la implementación de un taller de capacitación física, donde se enseña la manualidad en tiempo y condiciones reales a los operarios con capacidades técnicas limitadas y, con esto, incluirlos posteriormente al proceso productivo.

3.7.3. Capacitaciones para el personal administrativo

En estas capacitaciones los supervisores serán los elegidos para ser evaluados y con esto encontrar fortalezas y debilidades en general, y con esto desarrollar programas de capacitación para aumentar las capacidades de los supervisores en la administración y manejo de los operarios.

Para determinar sobre qué aspectos se deben capacitar a los supervisores de línea, estos serán evaluados desde cuatro puntos de vista mostrados en las figuras presentadas anteriormente; el primero, son sus capacidades de carácter y personalidad; segundo, las capacidades organizativas del supervisor con el trabajo que se le designa; tercero las capacidades de liderazgo que la persona tiene con sus subordinados; y, por último, sus capacidades técnicas. Esto es debido a que para ser supervisor es necesario tener capacidades técnicas más desarrolladas que las personas a su cargo.

Los supervisores se evalúan a través de enunciados cuya calificación se hace a través de las medidas gráficas propuestas por el método de *Harvey Balls*. Así, se puede determinar qué puntaje obtuvo cada supervisor en los parámetros de medición.

3.8. Controles del producto

La calidad tiene que ser un tema de la cultura organizacional. Esto involucra el compromiso de cada uno de los integrantes de la empresa por cumplir con las expectativas que el cliente conoce y desconoce. En este sentido, la calidad no es solo ser coherente entre lo que se le solicitó a la empresa y lo que esta entrega; también se trata de crear valor sobre el producto y sorprender al cliente con características en las prendas, que este no esperaba.

Aunque una forma de medir la calidad sea a través del muestreo por aceptación, esta no la asegura. Por lo tanto, la calidad va más allá de las inspecciones y del uso de la ciencia para medirla.

Ya que la empresa en cuestión trabaja para clientes corporativos, los estudios sobre lo que espera y no espera el cliente final (o consumidor) son responsabilidad total de los clientes corporativos. No obstante, la entrega de los niveles de calidad del producto, para que cumpla con estos estudios y expectativas, es responsabilidad de la empresa en cuestión. Por ello, la forma en que se lleva a cabo el control interno e inspección del producto es de vital importancia para para satisfacer a ambos clientes.

El control sobre el producto que esperan, tanto el cliente corporativo como el cliente final o consumidor, se analizará desde tres puntos de vista. Primero, se debe tener en cuenta la verificación de la construcción para determinar los mejores métodos y cuidados que mantengan los diseños impuestos por el cliente corporativo; es decir, no alterar de ningún modo el diseño del producto. Segundo, se debe considerar la identificación de los defectos; es necesario llevar un control detallado de los defectos que aparecen en el proceso para

poder anticiparse y mitigar la reincidencia de estos en las prendas. Tercero, es crucial verificar la buena calidad de los productos a través de las auditorías de medidas que aseguran el cumplimiento de la construcción y la ausencia de defectos en el producto.

En las inspecciones necesarias para el control del producto será necesario el uso de las tablas de muestreo AQL, las cuales permiten determinar la calidad de una producción con base en la cantidad de las unidades producidas y del nivel de aceptación determinado por el cliente.

Figura 76. **Código de letras de la tabla AQL**

Sampling Size Code Letters							
Lot size	General Inspection Levels			Special Inspection Levels			
	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2 to 8	A	A	B	A	A	A	A
9 to 15	A	B	C	A	A	A	A
16 to 25	B	C	D	A	A	B	B
25 to 50	C	D	E	A	B	B	C
51 to 90	C	E	F	B	B	C	C
91 to 150	D	F	G	B	B	C	D
151 to 280	E	G	H	B	C	D	E
281 to 500	F	H	J	B	C	D	E
501 to 1200	G	J	K	C	C	E	F
1201 to 3200	H	K	L	C	D	E	G
3201 to 10000	J	L	M	C	D	F	G
10 001 to 35000	K	M	N	C	D	F	H
35001 to 150000	L	N	P	D	E	G	J
150001 to 500000	M	P	Q	D	E	G	J
500001+	N	Q	R	D	E	H	K

Fuente: .Qcintegra. *Tabla AQL*. <http://www.qcintegra.com>. Consulta 22 de noviembre de 2019.

Los parámetros para el uso de las tablas AQL en las inspecciones de la línea de producción serán: el número de inspecciones diarias, la cantidad de producción por línea diaria dividida por el número de inspecciones diarias, el nivel especial de inspección que solicita el cliente corporativo y, por último, el límite de aceptación de la calidad (también determinado por el cliente).

En el caso de esta empresa: se harán dos rondas diarias de inspección, se tiene una cantidad de producción diaria de alrededor de 7 000 unidades por línea, el cliente especificó un nivel de inspección especial S3 y, por último, se tiene un límite de aceptación de 2,5.

Figura 77. Niveles límites de aceptación de la calidad

Single Sampling Plans for Normal Inspection																								
Sample Size code Letter	Sample Size	Acceptable Quality Limits for normal Inspection																						
		0		0.1		0.15		0.25		0.4		0.65		1		1.5		2.5		4		6.5		
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2																							
B	3																				0	1		
C	5																	0	1					
D	8															0	1							
E	13													0	1						1	2		
F	20												0	1							1	2		
G	32								0	1						1	2	2	3	3	4	5	6	
H	50							0	1						1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
J	80				0	1						1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	
K	125		0	1						1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	
L	200	0	1					1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	
M	315					1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22			
N	500			1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22					
P	800	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22							
Q	1250	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22									
R	2000	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22											

Fuente: Qcintegra. *Niveles límites de aceptación*. <http://www.qcintegra.com>. Consulta 22 de noviembre de 2019.

Después de verificar el número de inspecciones diarias, la producción diaria dividida por el número de rondas y el nivel de inspección especial S3, se definió que se debe de elegir un lote de 3 201 a 10 000 unidades, debido a que, al día se fabrican las 7 000 unidades divididas en las dos rondas de inspección.

Luego, se determinó que para 3 500 unidades y un nivel S3 (definido por el cliente), se tiene un código de letra F, que será utilizado en la figura 65 para encontrar el tamaño del lote que se va a inspeccionar. Este determina un lote de 20 unidades por operación, de las 3 500 que se producen en la línea durante la primera ronda de inspección.

Por último, al constatar que es un código F de 20 unidades por operación, se verifica el nivel de aceptación de 2,5 que el cliente solicita y se llega a la conclusión que, de las 20 unidades inspeccionadas, 1 defecto es aceptado y 2 defectos rechazan la inspección. En este punto, se procede a hacer una reinspección con más unidades y a un nivel aún más alto definido en el inciso de identificación de defectos.

3.8.1. Verificación de construcción

La calidad de un producto, en gran medida, se origina en el diseño y desarrollo este. La verificación será necesaria para comparar el diseño o construcción enviado por el cliente corporativo con la documentación de fabricación de las prendas utilizada dentro de la empresa ver figura 66. Así se podrá cotejar y asegurar que el producto se está fabricando según los requerimientos del cliente corporativo.

Durante la producción de la línea, se debe extraer una pieza por cada una de las operaciones para hacer una verificación de la construcción con las

medidas que el cliente solicitó, a través del formato presentado en la tabla XXXI.

Así mismo, se debe de verificar que cada una de las máquinas tenga instaladas las guías (herramientas) respectivas para asegurar que se cumpla con las medidas de construcción.

Si en una o varias de las operaciones las medidas salen de las tolerancias dadas por el cliente corporativo, se debe parar el flujo de producción, llamar al supervisor y realizar una reinspección de un lote superior para asegurar que la pieza con defecto que se encontró al inicio sólo era una variación de la producción.

3.8.2. Identificación de defecto

Como se definió en el inciso de controles del producto, en todas las inspecciones de calidad relacionadas con el proceso de producción se utilizan tablas de muestreo AQL con los mismos parámetros de número de rondas de inspección por día, producción de la línea por ronda y los niveles de calidad definidos por los clientes corporativos y especificados con anterioridad.

Ahora bien, un parámetro de medición de la calidad del producto es su construcción, es decir, las medidas de las costuras que el cliente define, tanto por estética como por seguridad del producto. Sin embargo, otro parámetro (el más importante) es la identificación de los defectos en una prenda de vestir.

Durante la producción de las prendas de vestir se encuentran defectos en cada una de las operaciones. Estos se enumeraron y categorizaron para tener un control más estricto al respecto.

La tabla XXXIV presenta el listado de defectos que se encuentran en las operaciones concernientes a la producción de prendas de vestir y que fueron categorizados a través de la documentación de defectos y su criticidad según el cliente corporativo.

Los tipos A son los defectos más críticos, seguidos de los defectos mayores denominados como tipo B. Los que tienen menos criticidad son los defectos menores, que corresponden a la categoría tipo C.

Tabla XXXII. **Categorización de los defectos recurrentes en la línea de ensamble de prendas de vestir**

LISTADO DE DEFECTOS Y SU CLASIFICACIÓN			
Parte de la Prenda	Cod.	Descripcion de Defectos	Clasificación
H-TRANSFER	HT-1	HEAT TRANSFER INCOMPLETO/SIN HEAT TRANSFER	A
H-TRANSFER	HT-2	HEAT TRANSFER /FUERA DE CENTRO /TORCIDO	B
H-TRANSFER	HT-2	TALLA EQUIVOCADA	A
HOMBRO	H-1	HOMBRO DISPAREJO/FRUNCIDO	B
HOMBRO	H-2	ORILLA CRUDA/PUNTADA CAIDA	B
HOMBRO		MOBILON VOLTEADO	C
CUELLO / V DE CUELLO	C-2	TORCIDO/ANCHO ANGOSTO/FRUNCIDO	B
CUELLO / V DE CUELLO	C-3	EXCESO DE CUELLO	B
CUELLO / V DE CUELLO	C-4	V- DE CUELLO FUERA DE CENTRO	B
CUELLO / V DE CUELLO	C-5	TENCION FLOJA/APRETADA	A o B
BOLSA	B-1	BOLSA TORCIDA/ANCHA ANGOSTA	B
BOLSA	B-2	ORILLA CRUDA	B
BOLSA	B-3	SIN REMATE EN BOLSA	B
PLACKET	PK-1	HOJAL /BOTON CICLO INCOMPLETO	A o B
PLACKET	PK-2	BOTON QUEBRADO/SIN BOTON	A o B
S/COSTURA DE CUELLO DELANTERO	PK-3	BOTON DESALINEADO	B
S/COSTURA DE CUELLO DELANTERO		PUNTAS DESALINEADAS	B
S/COSTURA DE CUELLO DELANTERO	SC-1	SOBRE COSTURA ANCHA Y ANGOSTA/ V- DE CUELLO FUERA DE CENTRO	B
S/COSTURA DE CUELLO DELANTERO	SC-2	SIN SOBRE COSTURA	B
MANGA / BOCAMANGA	PM-1	DESFACE DE MANGA/COPA ESTIRADA/(MANGA CHUPADA)	B
MANGA / BOCAMANGA	PM-2	ORILLA CRUDA	B
MANGA / BOCAMANGA	PM-3	TENCION FLOJA/APRETADA	A o B
COSTADO	CO-1	COSTURA TORCIDA/DPC DOBLADO/ETIQUETA TORCIDA	B
COSTADO	CO-2	UNION DE BOCAMANGA DESALINEADA	B
COSTADO	CO-3	TENCION APRETADA(COSTURA FRUNCIDA)/TENCION FLOJA	B
COSTADO	CO-4	SIN ETIQUETA/T-CODE/LADO CONTRARIO	A
RUEDO DE MANGA/PUÑO	RM-1	PESTAÑA	B
RUEDO DE MANGA/PUÑO	RM-2	SIN RUEDO/SIN PUÑO	B
RUEDO DE MANGA/PUÑO	RM-3	TRASLAPE DEL EMPALME DESALINEADO	C
RUEDO DE MANGA/PUÑO	RM-4	RUEDO ESTIRADO/TORCIDO/VENA	B
RUEDO DE MANGA/PUÑO	RM-5	RUEDO ZAFADO	B

Continuación de la tabla XXXII.

PEGAR - S/COSTURAR DE CINTA DE CUELLO-TRASERO	PC-2	BOLSA EN CINTA DE CUELLO	B
PEGAR - S/COSTURAR DE CINTA DE CUELLO-TRASERO	PC-3	EXCESO DE CINTA	B
PEGAR - S/COSTURAR DE CINTA DE CUELLO-TRASERO	PC-4	CINTA MAL TERMINADA/ORILLA CRUDA	B
PEGAR - S/COSTURAR DE CINTA DE CUELLO-TRASERO	PC-5	S/COSTURA DE CINTA ANCHA ANGOSTA/PUNTADA CAIDA	B
PEGAR - S/COSTURAR DE CINTA DE CUELLO-TRASERO	PC-6	TENCION APRETADA(COSTURA FRUNCIDA)/TENCION FLOJA	B
RUEDO DE FONDO	RF-1	CUERPO DISPAREJO	B
RUEDO DE FONDO	RF-2	PESTAÑA	B
RUEDO DE FONDO	RF-3	RUEDO ESTIRADO/TORCIDO/VENA	B
RUEDO DE FONDO	RF-4	SIN RUEDO/TELA ZAFADA	B
RUEDO DE FONDO	RF-5	TRASLAPE DEL EMPALME DESALINEADO	B
SIDE VENT	V-1	SIN REMATE	B
Generales	HB-201	HILO SIN DESPITAR/MOVILON VISIBLE/NUDO	B
Generales	C-1	COSTURA ABIERTA	A
Generales	PS-1	PUNTADA SALTADA	B
Generales	PC-1	PUNTADA CORTADA	B
Generales	P-1	PALETON	B
MANCHA	MA-01	MANCHA DE ACEITE	B
MANCHA	MA-02	MANCHA DE SUCIEDAD	B
PRODUCTO NO CONFORME	PNC-1	PRODUCTO NO CONFORME DEFECTO DE TELA(CONTAMINACION Y HOYO)/ HOYO POR DESPITADOR	B
PRODUCTO NO CONFORME	PNC-2	HOYO POR AGUJA	B
PRODUCTO NO CONFORME	PNC-3	TONALIDAD	B
PRODUCTO NO CONFORME	PNC-4	MAL PLANCHADO	B
<p>**La clasificación de los defectos será de mayor a menor según la criticidad de los mismos.</p> <p>**Los defectos más críticos serán los tipo A, los defectos mayores se clasificarán como tipo B y por último los defectos menores se clasificarán como tipo C.</p> <p>**Los defectos definidos como A o B dependen del estilo que se maneja en la línea; A para estilos para niños y B para estilos para adultos.</p>			

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Posterior a la categorización, es necesario que los encargados de calidad sigan ciertos procedimientos y consideraciones cuando realizan la inspección. Para ello, fue necesaria la creación de un manual de buenas prácticas para las inspecciones en línea, en donde se detallan los procedimientos, los supuestos y las consideraciones que se deben tomar en el momento de realizar cada inspección.

3.8.3. Auditoría de medidas

Al finalizar cada día de producción, es necesario verificar la calidad de las prendas de vestir, y esta no sólo involucra a la verificación de la construcción, sino también la de las medidas de la prenda cuando está ya se encuentra terminada.

El cliente corporativo se encarga de enviar los requerimientos de medidas finales de las prendas de cada talla y estas se deben cumplir por parte de la empresa. Por lo tanto, se hace una auditoría de medidas para comparar y verificar que las prendas se están fabricando según los patrones y medidas del cliente. Esta comparativa de medidas se hace a través del requerimiento original del cliente, que, al mismo tiempo, contiene una muestra de prenda aprobada.

Por otro lado, el cliente corporativo dicta bajo qué parámetros de muestreo se realizará la auditoría de medidas. En este caso, se realizan a través de la tabla AQL de las figuras 64 y 65, con una producción diaria de 6 000 unidades, un nivel S3, una muestra de 32 unidades y un AQL de 1,5, el cual permite un defecto de las 32 unidades auditadas.

3.9. Mantenimiento de máquinas industriales

El cumplimiento de la calidad del producto y los tiempos de entrega están estrechamente relacionados con el preciso funcionamiento de toda la maquinaria dentro de la planta. Es decir, si una de las máquinas sufre desperfectos mecánicos, alterará el flujo de la producción, en especial, si la máquina que presenta el desperfecto mecánico es una de las que realiza operaciones clave (como en el caso de la cortadora automática de tela).

Un plan de mantenimiento asegura la disminución de tiempo perdido por falla de las máquinas, la reducción de defectos en las prendas por la mala calibración de la maquinaria, el aumento de la vida útil y la disminución en costos de mantenimiento correctivo, como los que se generan al adquirir repuestos.

A través del análisis del plan de mantenimiento actual de la empresa, se determinó que las máquinas con mayores reincidencias en desperfectos mecánicos (y que alteran la calidad de las prendas por el tipo de defectos que presentan) son la máquina plana y la *Overlock*, las cuales son las más utilizadas en el proceso de ensamble de las prendas de vestir.

3.9.1. Mantenimiento de máquina plana

La máquina plana, utilizada en el ensamble de prendas de vestir, es de última generación, por lo que sus mantenimientos no tienen que ser tan exhaustivos y regulares como en otras más antiguas. Sin embargo, es necesario que la intervención que se haga en estas máquinas sea detallada para no dejar pasar por alto detalles como los que se presentan a continuación.

3.9.1.1. Preventivo

La realización del mantenimiento preventivo para estas máquinas es relevante para el adecuado funcionamiento de la máquina plana, ya que la mantiene funcionando en excelentes condiciones y reduce el tiempo perdido por defectos mecánicos. En efecto, es preferible hacer una pausa programada para evaluar y calibrar la máquina que hacer una parada de emergencia que afecte el flujo de producción, ya que cuando es un mantenimiento correctivo, el proceso para llevarlo a cabo es más tardado porque no está considerado en el itinerario del área de mantenimiento.

Controlar los tiempos en que se tienen que hacer estos mantenimientos es responsabilidad del coordinador de mantenimiento, ya que este tiene que organizar el tiempo necesario para intervenir en las máquinas sin interrumpir el flujo de producción. Si es necesario, debe agendar un día no laboral para realizar este tipo de mantenimiento.

Diariamente se tienen que realizar rondas de mantenimiento para las máquinas. Este mantenimiento tiene que ser una tarea conjunta entre el operador y los mecánicos, ya que el operador debe ser el encargado de revisar diariamente los niveles de aceite y las tensiones de hilo de la máquina, antes de iniciar a hacer uso de estas. Por su parte, el mecánico debe estar siempre pendiente de las máquinas en las líneas y de los llamados que operarios o supervisores le hagan.

Cuando el operador verifique que los niveles de aceite o las tensiones no son los adecuados, debe avisar al supervisor de línea, el cual debe avisar vía radio a un mecánico para que llegue a hacer los ajustes de la máquina y llenar la hoja de control de mantenimiento figura 38, en el momento en que realizó el trabajo.

3.9.1.1.1. 4 000 horas

Además de la realización de rondas diarias de mantenimiento para las máquinas en las líneas, también es necesario que periódicamente se realicen mantenimientos un poco más exhaustivos. Lo anterior, para prevenir otro tipo de desperfectos mecánicos como averías eléctricas, electrónicas y mecánicas percibidas en esta revisión.

Para apoyar en la revisión exhaustiva de las 4 000 horas de la máquina plana, los mecánicos se deben apoyar en la tabla de errores comunes proporcionada por la empresa.

Asimismo, ya que las máquinas utilizadas son de última generación, estas tienen tableros electrónicos que indican tanto el modo en que se está utilizando esta, como los códigos de error que la computadora de la máquina detecta. De esta manera se puede identificar y atacar la avería lo más pronto posible. Los códigos de error que muestra la máquina se detallan en las figuras siguientes.

3.9.1.2. Correctivo

Este mantenimiento es el menos deseado, ya que se realiza cuando una de las máquinas sufre una avería y es necesario el corte del flujo de producción y la intervención de un mecánico para verificar el problema en la máquina plana.

Para mitigar este tipo de mantenimientos no deseados se debe asignar a un mecánico tipo A o B según su experiencia y habilidades técnicas. Esta asignación se lleva a cabo según la tabla XXXIII dependiendo del tiempo necesario para intervenir y poner de nuevo en marcha la máquina..

Tabla XXXIII. **Asignación de mecánicos para eventualidades de mantenimiento correctivo**

Tiempo de reparación (horas)	Mecánico responsable
0-2	Mecánico B
2 o más	Mecánico tipo A o técnico

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Para la adecuada implementación del plan de mantenimiento y de las propuestas, es necesaria la constante comunicación de todas las personas del área de mantenimiento y de su buena disposición para apoyar a sus compañeros en la solución de problemas; deben trabajar como equipo.

3.9.2. Mantenimiento máquina *Overlock*

La máquina *Overlock* es utilizada para unir dos piezas por sus orillas y tiene la capacidad de coser y limpiar los bordes de las prendas para que no se deshilen con el uso diario. Por lo tanto, es una máquina compleja, ya que requiere de más hilos (entre tres y cinco) para funcionar adecuadamente.

La máquina *Overlock* es la más utilizada en las líneas de ensamble, ya que las operaciones de ruedo de manga, ruedo de fondo, costados y cuello necesitan de las características de costura que esta proporciona, por lo que seguir y ejecutar el plan para su mantenimiento, es fundamental en el proceso de producción.

Para ejecutar los programas de mantenimiento, como en el caso anterior, el área encargada debe evaluar y coordinar las jornadas de revisión y con esto tratar de interferir en la menor cantidad en el flujo de la producción.

3.9.2.1. Preventivo

El desajuste en las máquinas puede afectar directamente la calidad de las prendas, lo que deriva en una variación negativa de la eficiencia y productividad de la empresa. Por esto, es necesario llevar un control estricto de las máquinas y sus calibraciones para mantenerlas a bajo las especificaciones del fabricante. En este sentido, es necesario mantener el control y ejecución de los mantenimientos correspondientes.

El mantenimiento preventivo de las máquinas *Overlock* es más importante que el de las máquinas planas, ya que por la complejidad de la maquina en sí, es necesario mantenerla en condiciones adecuadas para la reducción de costos por repuestos o la reducción de tiempo perdido por la interrupción de la producción.

3.9.2.1.1. 2 500 horas

2 500 horas después de ser instalada y puesta a funcionar, según especificaciones del fabricante, es necesario realizar un mantenimiento correctivo en la máquina, el cual incluye una revisión general y la coordinación de las rondas periódicas de revisión de aceite y tensiones para esta. Además, se considera el recambio de partes gastadas que afecten a otras, como las fajas o partes móviles.

El mantenimiento preventivo y correctivo se llevará a cabo a través del enfoque del mantenimiento productivo total que dicta que el funcionamiento adecuado de todas las máquinas. En este sentido, el equipo dentro de la empresa es responsabilidad de todos.

3.9.2.2. Correctivo

Cuando una máquina se avería repentinamente, es necesaria la intervención de un mantenimiento correctivo. Para empezar, es necesario designar a los mecánicos responsables de atender las eventualidades de una máquina *Overlock*. Estos mecánicos deben ser los más especializados, por la complejidad de la tarea.

La comunicación es importante en la solución de averías de las máquinas, ya que cada minuto cuenta cuando se interrumpe la producción. Por lo tanto, cuando surge el problema, es necesario que los operarios lo comuniquen de forma inmediata al supervisor para que este llame al mecánico designado. Así mismo, es necesaria la disposición de los mecánicos para atender los problemas de forma inmediata.

Tabla XXXIV. **Designación de mecánicos**

Tiempo de reparación (horas)	Mecánico responsable
0-2	Mecánico A
2 o más	Técnico especializado

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Después de hacer del conocimiento del equipo de mantenimiento que mecánico o técnico atenderá cada percance, es necesario documentar todas las reparaciones que se le hicieron a la máquina.

3.10. Análisis financiero

Como parte de la propuesta para la reducción de costos por defecto, es necesaria la realización de un análisis financiero que englobe todas las propuestas planteadas, directas e indirectas, relacionadas con la reducción de costos. Se iniciará con el desglose de toda la maquinaria, el equipo y las inversiones preoperacionales que se proponen en este capítulo.

Tabla XXXV. **Desglose de los costos de la propuesta**

Elemento de inversión	Descripción	Unidades necesarias	Costo unitario	Total
*Luminarias	Equipo de iluminación	88 luminarias	Q. 38,47	Q. 3 385,36
*Extractores de aire	Equipo de ventilación	2 extractores	Q.17 400,00	Q.34 800,00
*Piso anti-impacto	Equipo para la seguridad e higiene del personal	125 metros cuadrados de piso	Q 42,50	Q.5 312,50
*Capacitación de operarios	Capacitación técnica a través de diagramas bimanuales	1 capacitación	Q.6 000,00	Q.6 000,00
*Vacante para administrador de inventarios	Apertura de una vacante para la administración de las necesidades de materiales	1 vacante	Q.7 500,00	Q.7 500,00
*Medición del desempeño del personal	Determinación de capacitaciones a través de la evaluación del personal	1 evaluación de una línea	Q.160,02	Q160,02
*Implementación de instrucciones escritas	Dar instrucciones escritas a los operarios para su capacitación	Entrega de instrucciones escritas en 1 línea	Q.187,50	Q.187,50

Continuación de la tabla XXXV.

*Instrucciones gráficas	Presentación de instrucciones gráficas para los operarios	8 mantas vinílicas	Q.123,00	Q.984,00
*Capacitación física de los operarios	Implementación de un taller para evaluar y capacitar operarios	9 máquinas y 1 plancha	Q.3 745,00 (promedio)	Q.37 450,00
*Evaluación del personal administrativo	Evaluaciones para los supervisores por parte de los jefes de área	1 capacitación para un supervisor	Q.13,60	Q.13,60
*Papelería para controles del producto y mantenimiento	Entrega y uso de papelería diaria para personal de control de la calidad y mantenimiento	1 paquete de papelería para una línea de producción	Q.142,00	Q.142,00
TOTAL				Q.95 934,98

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Las propuestas que se relacionan con equipo y maquinaria fueron estimadas para la planta completa ya que sería excluyente pensar que solamente se puede beneficiar la iluminación y ventilación de una sola línea.

La capacitación técnica, tanto de operarios de nuevo ingreso como de operarios antiguos, según los diagramas bimanuales propuestos, se medirá con base en la capacidad de producción media de un operario (600 unidades/hora), el tiempo que tomará enseñar al operario a través de los diagramas (30 minutos) y el precio unitario de una prenda terminada. Esto dará el estimado en unidades monetarias acerca de cuánto cuesta tener a un operario en capacitación, en lugar de tenerlo en operación.

La vacante para administrador de inventarios es una plaza cuya designación de atribuciones adicionales es de administración para los inventarios y tendrá un costo de mano de obra indirecta de Q. 7 500,00. Esta

persona ya se encuentra laborando activamente para la empresa; únicamente se le asigna un presupuesto emergente.

La medición del desempeño ayudará a determinar las falencias del recurso humano dentro de la empresa, tanto para la mano de obra directa como la indirecta, y, a partir de esas evaluaciones, determinar qué capacitaciones serán las necesarias. El costo de la evaluación se obtendrá al determinar el costo de ocupar a los supervisores de línea para evaluar a sus operarios. Se estima que la evaluación de una línea puede durar aproximadamente 6 horas, ya que son un total de 34 operarios por línea. Por otro lado, el sueldo de un supervisor ronda los Q. 4 000,00 y en papelería se gasta un estimado de Q 60,00 por línea, por lo que se parte de estos datos para determinar el costo. Es necesario resaltar que los operarios no generan costo cuando son evaluados ya que las evaluaciones se hacen mientras estos trabajan.

Se propuso un taller dentro de la empresa para evaluar y capacitar al personal. Este taller cuenta con dos máquinas planas (Q. 2 500,00 c/u), tres máquinas *Overlock* (Q. 4 300,00 c/u), tres máquinas collareteras (Q. 4 500,00 c/u), una máquina para *heat transfer* (Q. 5 500,00 c/u) y una plancha (Q. 550,00).

La capacitación para el personal administrativo (supervisores) se evaluará a través del desglose de la papelería para las evaluaciones (Q. 525,00 por supervisor) y del costo del tiempo que pasa en la evaluación (Q. 8,35 por media hora de evaluación).

El desglose de la papelería para el control del producto será: un manual de buenas prácticas de inspección, la categorización de defectos por criticidad,

un formato para auditoria de medidas estimado en Q 10,75 y la papelería (3 formatos) para el control de cada máquina (35 máquinas por línea).

Por último, al ser una inversión aparentemente baja para los flujos de caja que maneja la empresa, se calcula en cuánto tiempo retornará la inversión a través del *payback* de esta.

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

Donde:

I_0 es la inversión inicial.

F es el valor de los flujos de caja.

Entonces,

$$Payback = \frac{I_0}{F} = \frac{95\,934,98}{Q\,400\,000,00} = 0,23984 \text{ años} = \mathbf{2,87808 \text{ meses}}$$

Por lo tanto, con el valor de inversión de la propuesta y el flujo de caja de la empresa, se estima que la inversión en la propuesta para la disminución de costos por defecto basada en las capacitaciones técnicas y conductuales del personal operativo y administrativo se recuperará en aproximadamente 3 meses.

4. IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de acción en la línea de ensamble

Se plantea el modelo eficiente que permite incrementar los ritmos de producción, además de reducir las mermas, los costos por reprocesos y los desperdicios, y de hacer eficiente la línea de ensamble en estudio.

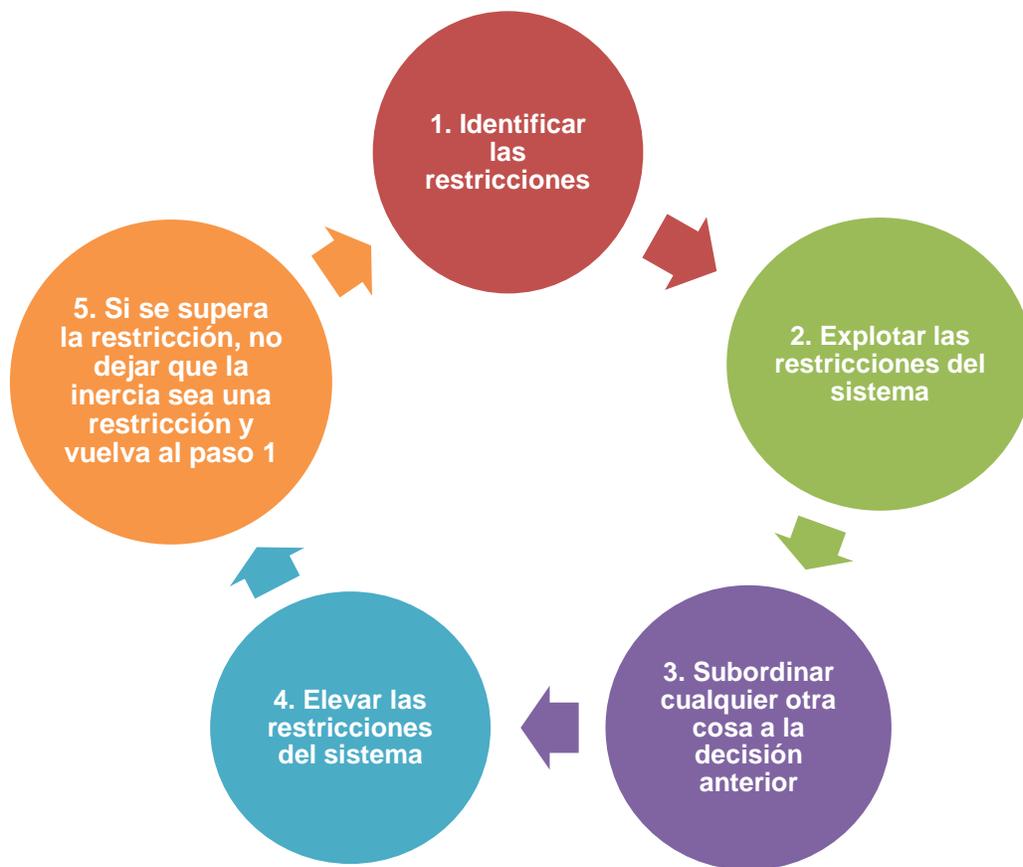
4.1.1. Implementación del plan para la identificación de restricciones en la línea de ensamble

En la implementación del plan para la reducción de defectos, es importante la identificación de la restricción que provoca que la calidad de las prendas se vea afectada por la cantidad de defectos que se presentan en las inspecciones durante y después del ensamble de las prendas. Para ello, será necesaria la aplicación de la teoría basada en la filosofía de gestión de la teoría de las restricciones (TOC). Esta se basa en el hecho de que una organización o empresa se tiene que analizar como un todo, donde cada una de sus áreas (compras, recursos humanos, producción, entre otros, está relacionada más de lo que parece y que la organización en sí será tan fuerte como su eslabón más débil.

Una restricción es todo aquello que provoca que los objetivos de la empresa corran el riesgo de que no se lleguen a cumplir; en otras palabras, se puede decir que una restricción es aquello que no permite que un recurso desarrolle la capacidad que se le demanda. Las restricciones pueden ser físicas

(como maquinaria ineficiente o inexistente) y no físicas (como desinformación o falta de comunicación dentro del área).

Figura 78. **Focalización de la restricción en cinco pasos**



Fuente: elaboración propia.

Para la identificación de las restricciones dentro de la línea de ensamble de prendas de vestir es necesario recordar que los defectos que aparecen en las inspecciones están categorizados por criticidad del defecto y que se englobarán como una restricción los tres defectos más críticos que aparecen dentro de la línea de ensamble; esto, a través de los datos de defectos.

Posterior al análisis de los datos sobre el conteo de defectos dentro de las líneas de la bodega 1, donde se realiza la investigación, se determinó que los tres defectos más recurrentes y críticos son los siguientes:

Tabla XXXVI. **Top 3 de defectos más recurrentes y críticos en las líneas**

Defecto	Número de defectos
Mancha de suciedad	2 013
Desfase de manga	904
Hilos sin despitar	806
TOTAL	3 723

Fuente: elaboración propia.

Luego de haber identificado los defectos más recurrentes y críticos, se procede a determinar la restricción como tal y trabajarla en cada uno de los pasos de la focalización.

- Identificar las restricciones

La restricción más grande por la que el sistema (línea de producción) entrega prendas con calidad deficiente es la generación de defectos a lo largo de las operaciones de ensamble. Si estos defectos son encontrados durante las inspecciones a las que se somete el producto durante todo el proceso, este será rechazado y enviado a bodega de producto no conforme, lo cual provoca costos de manejo de inventarios, desperdicio de materia prima, de mano de obra y de insumos. Como resultado final, se tiene una disminución en el *throughput* o ganancia al final de periodo, ya que hay menos producto para vender.

Por lo tanto, para la reducción de los costos generados por defectos, como lo son los costos por manejo de inventario, reproceso y operativos relacionados con la transformación de la materia prima, se deberá aplicar la focalización de la restricción (generación de defectos) a través de la teoría de restricciones.

Para definir por completo la restricción, es necesario determinar cuáles son los «defectos» que más generan las líneas de producción y que, estadísticamente, incrementan el riesgo de ser detectados en el muestreo por aceptación que realiza el personal de control de la calidad. Estos defectos son la generación de mancha en las prendas, el desfase de manga y los hilos sin despitar.

Figura 79. Muestras de los hilos sin despitar



Fuente: Departamento de Ingeniería, ShinWon GT.

Figura 80. **Muestras de desfase de manga**



Fuente: Departamento de Ingeniería, ShinWon GT.

Los cuellos de botella, específicamente, se encontrarán en las operaciones de unir cuello, limpieza de cuello, unir hombro, pegar cuello, pegar manga y cerrar costados, ya que en estas operaciones se utiliza máquina *Overlock*, la cual es una de las generadoras demanchas en las prendas, los desfases de manga en la operación de pegar manga y en las operaciones del pegado de cuello y unir hombros se generan los hilos sueltos en las prendas.

- Explotar las restricciones del sistema

Una vez identificada cuál es y dónde se ubica esta restricción dentro de la línea, lo cual evita el cumplimiento de la meta u objetivo de la empresa que es entregar al cliente prendas de vestir de calidad, es necesario tomarse una

pausa y explotar estas restricciones antes de tomar decisiones apresuradas y buscar otro tipo de solución al problema.

- Implementación de la propuesta para las prendas manchadas

Para la explosión de la restricción relacionada con las manchas en las prendas, es necesaria la utilización de los formatos diseñados por Shin Won y la aplicación de los procesos del apartado de mantenimiento de máquinas industriales del capítulo anterior. Esto, con el objetivo de llevar un control exhaustivo de los mantenimientos relacionados con la fuga de aceite de las máquinas y su control de la limpieza para disminuir la cantidad de defectos por manchas encontrados en las inspecciones durante el proceso.

- Implementación de la propuesta para el desfase de manga en la operación de pegado de manga.

En este punto se implementará la propuesta para la solución del desfase de manga a través de la utilización de la herramienta de los diagramas bimanuales. Estos serán utilizados dentro la propuesta de capacitación del personal nuevo y antiguo, detallada en el inciso 3.7.

- Implementación de la propuesta para la reducción de defectos relacionados con hilos sin despitar

En la búsqueda de la reducción de costos por defectos relacionados con los hilos sin despitar, será necesario el uso, nuevamente, de las capacitaciones al personal. Es necesario también mencionar que el trabajo en cuestión tiene como fin la reducción de los costos por defecto a través de la potenciación de las capacidades técnicas y conductuales de los operarios. Ahora bien, para la

reducción de este tipo de defectos, se utilizarán las capacitaciones a través de información gráfica especificada en el inciso 3.7.2.

- Subordinar cualquier otra cosa a la decisión anterior

Después de haber explotado las restricciones y haber sido llevadas a su máxima capacidad a través de métodos y herramientas desarrolladas en el capítulo tres, será necesario subordinar todas las operaciones de la línea que no generan las restricciones o que no son restrictivas en el sistema. Esta subordinación se hará con las máquinas y operaciones que no inciden en la aparición de defectos relacionados con manchas, desfase de manga e hilos sin despitar.

- Subordinación de las operaciones que no son restrictivas con la aparición de manchas en las prendas.

Esta subordinación se hará a través del cambio de ritmo (al de la restricción) de las máquinas planas y collareteras en el proceso de mantenimientos preventivos y limpieza. Por el diseño y desempeño de estas máquinas, no será necesaria una limpieza y un mantenimiento tan preciso y exhaustivo como en las máquinas *Overlock*; es decir, la limpieza y mantenimiento de estas máquinas irá al ritmo de las *Overlock* para optimizar el uso del personal de mantenimiento en máquinas que sí requieren de un cuidado especial y evitar un mantenimiento preventivo a máquinas que, en su momento, no lo necesiten.

- Subordinación de las operaciones no restrictivas con el desfase de manga en las prendas de vestir.

Será necesario el balance de las líneas y el control de trabajo en proceso, al ritmo de la operación de pegado de manga para poder controlar el flujo de producción que es ingresado a esta operación. Es decir, controlar el flujo productivo en las operaciones anteriores a la manga para no crear inventarios de material en espera dentro de la línea de producción, ya que la técnica de esta operación es la más difícil del sistema y esto debe considerarse en el momento de pasar trabajo a través de esta.

- Subordinación de operaciones no restrictivas respecto a las operaciones que requieren de eliminación de hilos

Al igual que en las operaciones de desfase de manga, las operaciones que producen defectos de hilos son las de unión de hombro y las relacionadas al pegado del cuello. Por lo tanto, también será necesario que dicha operación dicte el ritmo del flujo productivo antes y después de esta, ya que aquí se incluye el despite de los hilos (el cual es un tiempo que se debe considerar en el proceso de ensamble de prendas de vestir).

4.1.2. Entidades responsables

Para la trabajar en la eliminación de la restricción de «generación de defectos» en la línea de ensamble de las prendas de vestir, es necesario el compromiso absoluto para realizar trabajos en equipo por parte de las áreas mencionadas a continuación. Esto debe hacerse para conseguir la eliminación de los defectos en las prendas ya que, si una de estas no adquiere el

compromiso necesario, las propuestas e implementaciones en contra de esta restricción no tendrán la influencia esperada.

4.1.2.1. Gerencia general

La gerencia debe ser la primera en evaluar y autorizar las propuestas y cambios necesarios que se van a implementar. Sobre todo, es necesario que la gerencia tome una postura de interés y dé el seguimiento necesario al proceso de reducción de los costos por defectos. La gerencia es que la que debe hacer hincapié en las propuestas y, con esto, empezar a gestar una cultura organizacional basada en la mejora continua de los procesos y sistemas. Dicha cultura debe estar encaminada al objetivo central de la organización y contagiar a los demás colaboradores.

4.1.2.2. Gerentes de producción

Los gerentes de producción deben comprometerse con el objetivo específico de la reducción de costos relacionados con los defectos generados en la línea de ensamble. Los gerentes deben sentirse contagiados y motivados por el cumplimiento de la meta que al mismo tiempo refleja la gerencia general; es decir, todos se deben mover hacia un mismo objetivo y con la actitud y ambición del caso.

Los gerentes de producción son los que están más relacionados con las propuestas y restricciones. Estas propuestas fueron gestadas en ésta área, en específico en el área de ingeniería, por lo que el hincapié y presión para el cumplimiento de las propuestas por parte de los demás colaboradores involucrados en el proceso de mejora, es esencial si se desea reducir los

índices de costos relacionados con los defectos; por ejemplo, tiempo perdido por defectos, *lead time*, manejo de inventarios, entre otros.

4.1.2.3. Supervisores de área

Los supervisores de área serán los encargados de estar en el campo de juego junto con los operarios, en contra de los defectos en las prendas de vestir y los costos relacionados con estos. La función de los supervisores en la implementación de las propuestas es esencial ya que serán los encargados de comunicar y motivar a los operarios con relación a las indicaciones aprobadas por la gerencia y gestadas en producción.

Los supervisores de las líneas de ensamble serán los encargados de realizar el puente de comunicación entre los operarios y los gerentes de producción en pro de la implementación de las propuestas de mejora de los índices de costos por defectos.

4.1.2.4. Operarios

Este grupo representa la fuerza de trabajo encargada del ensamble de las prendas de vestir. Ellos son los que acatarán las indicaciones propuestas en ingeniería, aprobadas por la gerencia y comunicadas por los supervisores.

Los operarios, al igual que los supervisores, serán los mayores responsables de la mejora de los costos por defectos, ya que ellos deberán ejecutar los procesos según la planeación y tendrán que identificar y proponer las posibles mejoras. Los operarios tendrán que adquirir el compromiso por el cumplimiento de los objetivos específicos y generales de la organización a través de la cultura organizacional de mejora continua, implantada por la gerencia.

Es necesario destacar que, en los efectos de la implementación de estas propuestas, los operarios serán los más beneficiados, ya que cumplirán con la meta y con la calidad necesaria. Por lo tanto, serán mejor remunerados por la organización, sus tareas se harán más simples y, sobre todo, serán más capaces y competitivos en el mercado laboral guatemalteco.

4.2. Áreas involucradas

La mejora de la calidad del producto es un objetivo central tanto de esta empresa como de cualquier otra. Al ser un objetivo tan importante, es necesario el involucramiento de todas las áreas para que apoyen indirectamente en el proceso de implementación de las propuestas para la reducción de costos por defecto, y, al igual que los involucrados directamente en la eliminación de la restricción, estas áreas deben adquirir el compromiso por el cumplimiento de los objetivos empresariales fijados por la gerencia.

4.2.1. Área de patronaje de plantillas

Acá se inicia la adecuada implementación de las propuestas ya que las personas responsables del área se deben comprometer a entregar patrones apegados a los requerimientos del cliente corporativo en el tiempo especificado por el área de planeación y, con esto, no interferir en procesos próximos.

Cuando el área de patronaje entrega los patrones adecuados al área de corte, se asegura que el producto tiene la calidad requerida hasta ese momento y, al mismo tiempo, es más simple identificar qué área falló en el desarrollo de sus tareas.

4.2.2. Área de corte textil

Posterior al involucramiento del área de patronaje, es necesario que el área de corte textil adquiera un compromiso en el adecuado desarrollo de sus obligaciones. Esta área necesita un seguimiento especial ya que al asegurar que el producto está diseñado e impreso correctamente por patronaje, en el área de corte se deben dar a la tarea de cortar adecuadamente las prendas. Es acá donde específicamente se infiere en el área de producción al ser un paso anterior al proceso de ensamble.

Al asegurar el corte correcto de los patrones también se asegura que las propuestas para la mejora de los costos por defecto funcionarán con total normalidad y sin restricción alguna. Es decir, que no se puede esperar que operarios bien capacitados desarrollen prendas de calidad, si las piezas que se les entregan para ensamblar están desajustadas al diseño requerido por el cliente corporativo.

4.2.2.1. Área de lavado textil

Es necesario que esta área se apegue a los procedimientos de lavado estipulados por el laboratorio para que durante este proceso no se alteren las características físicas de la prenda y, por ende, se catalogue como «producto no conforme» en las inspecciones.

Al igual que las demás áreas involucradas, es necesario que los lavadores desempeñen su trabajo correctamente para que las propuestas de mejora de los defectos dentro de la línea funcionen, trabajen en condiciones normales y den los resultados esperados.

4.2.3. Área de impresión sobre textil

Es importante que el área de impresión desarrolle los procesos según la documentación oficial del área para evitar que la prenda sufra cambios de algún tipo que provoque que los índices de defectos se incrementen. Por ejemplo, cuando un paquete de prendas es marcado o impreso con la talla equivocada, provoca que los operarios de las líneas ensamblen incorrectamente unas piezas con otras. Por lo tanto, la reducción de los costos por defectos es también responsabilidad del área de impresión textil.

4.2.4. Área de auditoría

Es importante contar con personal capacitado para realizar las inspecciones necesarias durante el proceso y que estén apegadas a la documentación propuesta con anterioridad para que puedan desarrollar sus tareas de la mejor manera posible. El área de auditoría también debe mantener una comunicación constante y práctica con el área de ingeniería, de manera que los datos que entreguen se usen posteriormente para la gestión de nuevas propuestas de mejora del proceso.

El personal del área de patronaje debe ser transparente e íntegro en las tareas que desempeña ya que las propuestas de mejora se apoyarán en los datos y fenómenos que identifiquen durante sus labores.

4.3. Reubicación de áreas

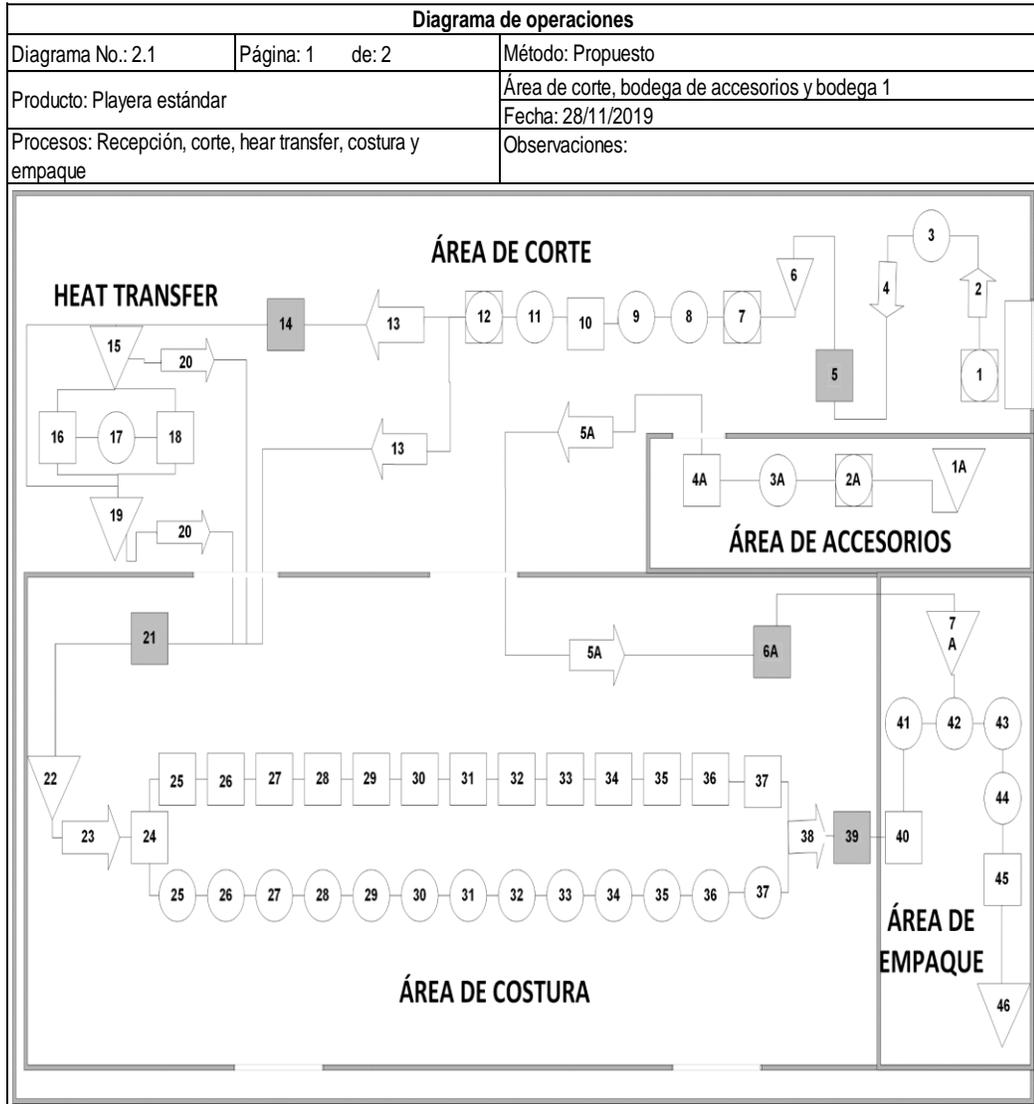
A través del análisis y propuestas del capítulo anterior, se determinó que la mejor herramienta de ayuda para disminuir los defectos en las prendas y los costos relacionados con los defectos iba más allá de una reubicación física de las áreas. Entonces, se llegó a la propuesta de una reubicación de los procesos donde se sugiere la implementación de un sistema de atención al cliente dentro de la empresa; así, las áreas podían ser calificadas o reclamadas sobre su desempeño una con la otra. Por ejemplo, se propuso la implementación del proceso de verificación de material entre áreas, donde se verifica y asegura que el material que se entrega de un área a otra se encuentra en buenas condiciones.

4.3.1. Diagrama de recorrido

Se implementará un nuevo diagrama de recorrido, el cual será repartido y colocado en áreas visibles donde se tienen que realizar los cinco nuevos procesos de inspección. Esto, para recordar a las personas responsables de las inspecciones que su realización es importante para el proceso de mejoramiento de la calidad del producto y, por supuesto, la disminución de los costos relacionados con la aparición de defectos en las prendas.

Dentro del diagrama de recorrido se agregaron los procesos de inspección del material entregado entre áreas. El nuevo diagrama de recorrido quedó de la siguiente manera:

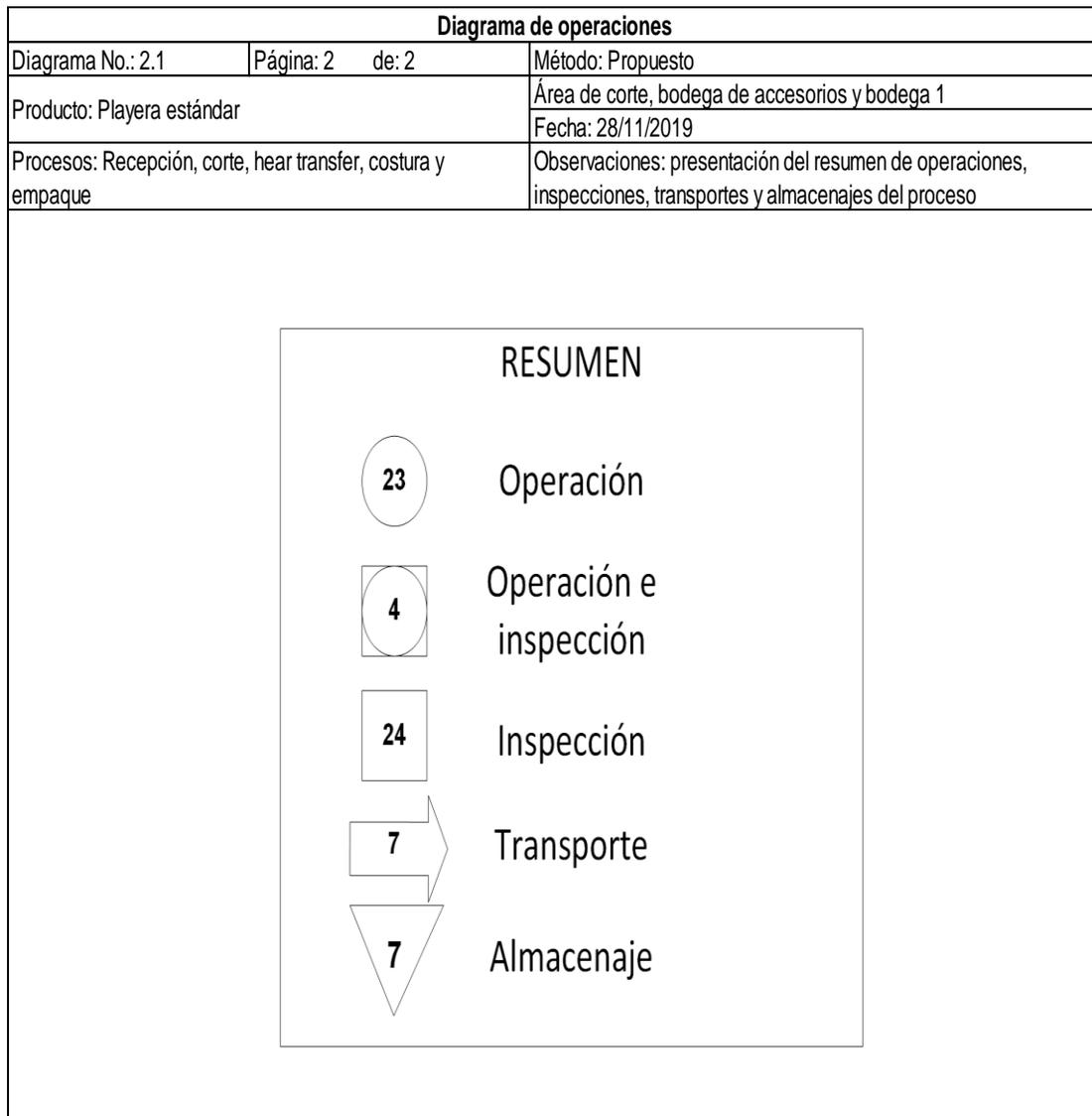
Figura 81. **Diagrama de recorrido con los procesos de inspección de material entregado entre áreas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Los cuadros marcados en gris son los nuevos procesos de inspección de material entregado entre áreas, agregados al proceso global del ensamble de las prendas de vestir. A continuación, se presenta un resumen del diagrama:

Figura 82. **Resumen del diagrama de recorrido con los procesos de inspección de material entregado entre áreas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

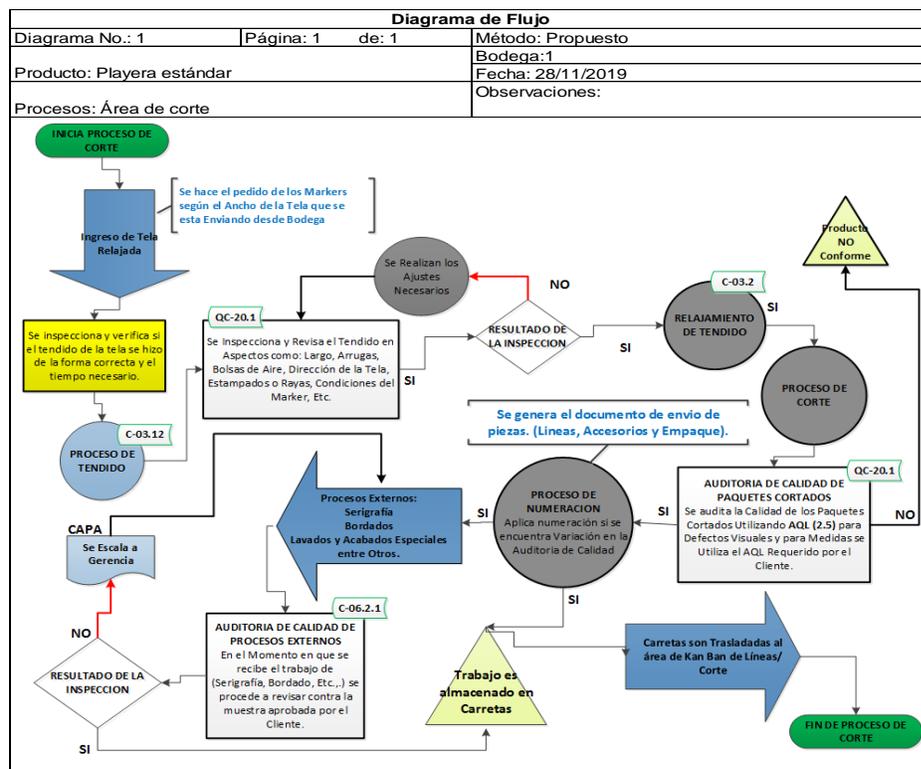
En el resumen se puede observar que el cambio sustancial es agregar cinco procesos de inspección que no alteran en nada al proceso anterior de

manufactura de las prendas de vestir. Estas inspecciones se realizarán para controlar la calidad entre áreas dentro de la empresa.

4.3.2. Diagrama de flujo

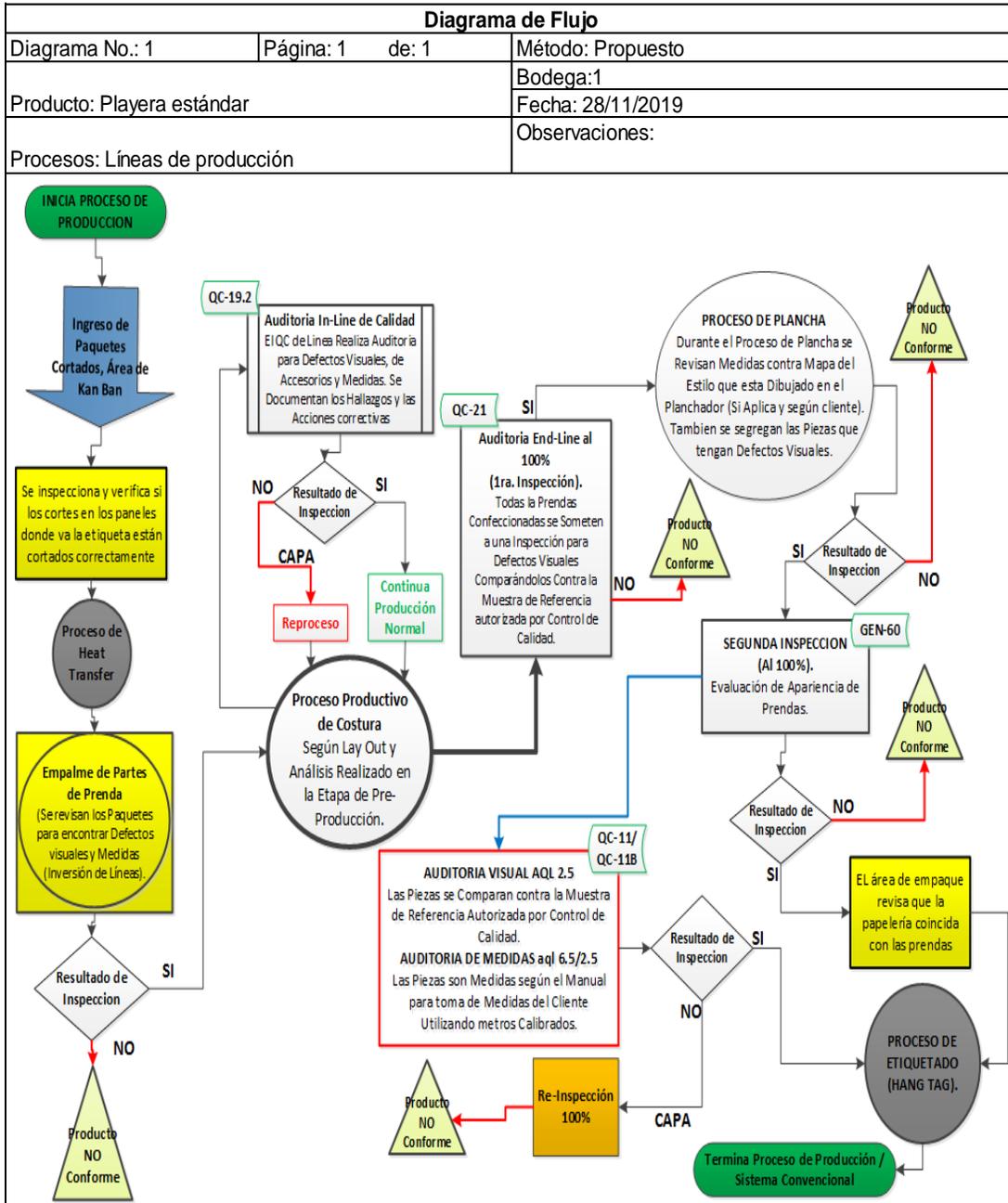
Al igual que el diagrama de recorrido, algunos diagramas de flujo requieren modificaciones para evidenciar en qué puntos se requiere que se realicen las inspecciones para evaluar la calidad de los productos que se entregan entre áreas. Por lo tanto, al incluir las inspecciones a los diagramas de flujo, estos quedarían de la siguiente manera:

Figura 83. Nuevo diagrama de flujo del área de corte



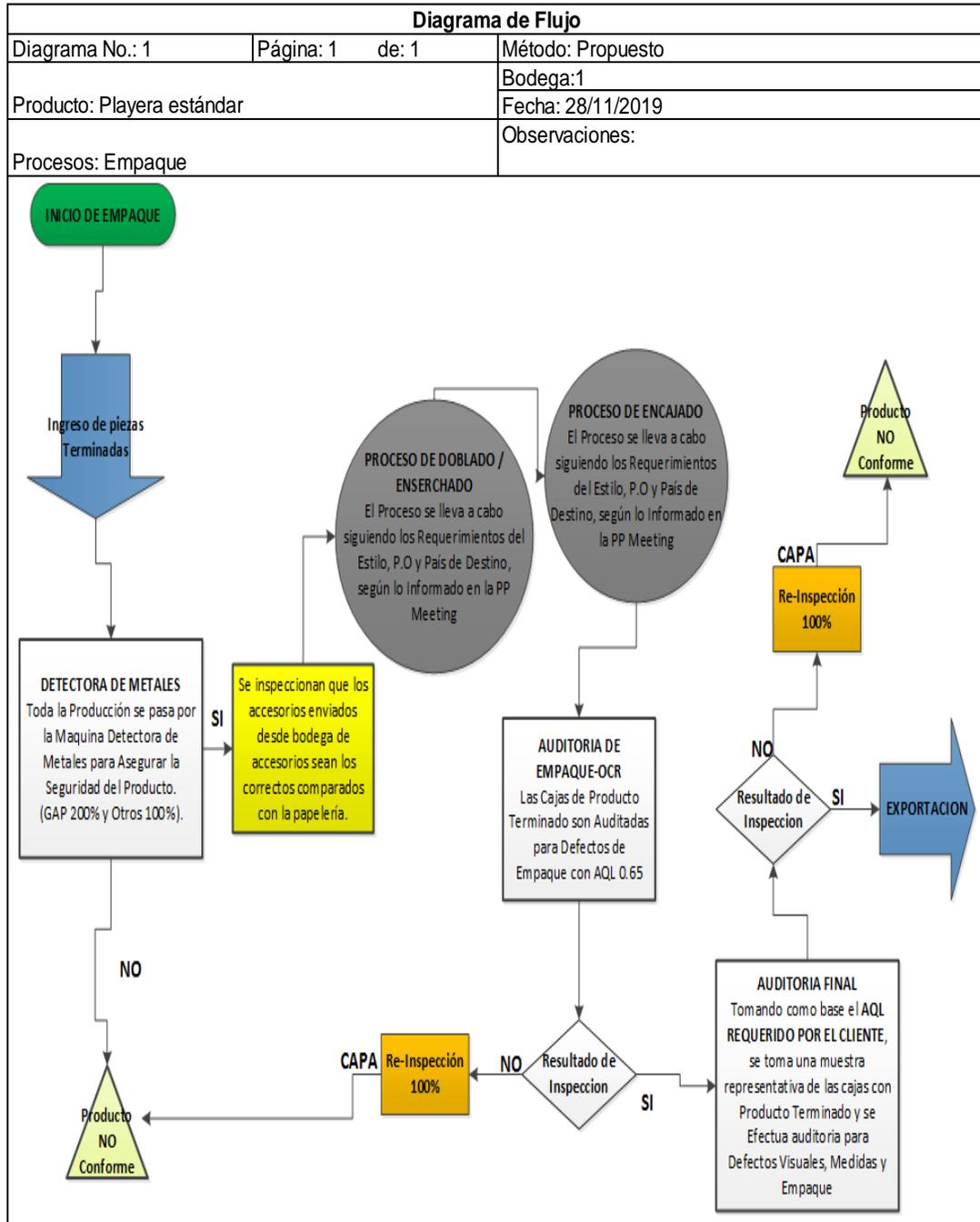
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 84. Nuevo diagrama de flujo de líneas de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

Figura 85. Nuevo diagrama de flujo de área de empaque



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

En los nuevos diagramas de flujo por implementar en las áreas de corte, líneas de producción y empaque, se puede observar que los cuadros amarillos representan a los puntos donde se llevarán a cabo los nuevos procesos de inspección, donde se asegurará que los productos que se estén entregando entre áreas tengan la calidad requerida.

4.4. Recurso Humano

Las personas a menudo se sienten cómodas con lo que hacen en la actualidad, por lo que es importante considerar la resistencia al cambio y evaluar estrategias que disminuyan esa actitud por parte de los operarios.

Es importante estar atento a la implementación de las propuestas ya que, si esta no se controla, los operarios y supervisores pueden realizar cambios en los métodos al no saber cómo ejecutarlos. Esto provocaría que el alcance para los que fueron diseñadas las propuestas no sea el adecuado. Por lo tanto, es responsabilidad de las entidades relacionadas con las propuestas (gerencia, producción, supervisores y operarios) estar atentos a la implementación para verificar que se siga al pie de la letra.

Se analizarán los puestos de la línea de producción y se describirá lo que debe tener una persona capaz de desarrollar las actividades, deberes y responsabilidades de la operación. De esta forma se le podrá vincular a la documentación de evaluación del desempeño del personal y tener una visión más amplia sobre las actitudes y aptitudes del personal de la línea de ensamble.

4.4.1. Análisis de puestos

El análisis de puestos se enlazará con los diagramas bimanuales, según la operación. También se enlazará con la matriz de evaluación del personal y con esto, generar un perfil de cada uno de los operarios, según el conocimiento que ya poseen y el que es necesario que desarrollen, según su evaluación de desempeño. El análisis de puestos busca definir las funciones principales, responsabilidades y aptitudes necesarias para cada puesto en la línea de producción. Para lograrlo se utilizarán los formatos siguientes, que servirán como la portada de la evaluación del desempeño del personal y, al mismo tiempo, identificarán las capacitaciones más necesarias para mejorar las aptitudes y actitudes del recurso humano.

Tabla XXXVII. **Análisis del puesto de la persona que pegará cinta**

ANÁLISIS DEL PUESTO			
Puesto: Pegar cinta		Departamento: Líneas de producción	
Personal a cargo: Ninguno		Supervisión del cargo: Supervisor de línea	
Relación con otras áreas: Área de corte, heat transfer, bodega de accesorios y empaque			
Tareas principales			
Revisar que las prendas que se trabajaran son las correctas y están ensambadas correctamente, pegar la cinta con la técnica adecuada, revisar que el trabajo que se está realizando cumple con los requerimientos de calidad y llenado personal del borial.			
Responsabilidades			
Cumplimiento de la meta diaria, orden y limpieza de la estación de trabajo (incluyendo maquinaria) conocimiento sobre la documentación del proceso, comunicación constante con supervisor de línea y personal de calidad, manejo de la maquinaria necesaria para la tarea y uso de equipo de protección.			
Funciones físicas			
Capacidad para permanecer sentado, capacidad para cargar bultos en distancias cortas y capacidad para manipular prendas y partes pequeñas (buenas habilidades motrices) y fuerza en las extremidades.			
Aptitudes necesarias			
	No necesaria	Deseable	Requerida
Agudeza visual		x	
Rápidez de decisión		x	
Coordinación tacto visual			x
Coordinación general			x
Atención			x
Trabajo en equipo			x
Toma de decisión		x	
Minuciosidad		x	
Orden y organización			x

Fuete: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

4.4.2. Jornadas de trabajo

La jornada de trabajo es el lapso durante el cual el trabajador está obligado, con base en su contrato laboral, a prestar sus servicios materiales o intelectuales al patrono.

Una jornada ordinaria es el tiempo que el trabajador está a las órdenes del patrono. Cada trabajador debe ser consciente de cuántas horas le corresponden trabajar de forma ordinaria y, cualquier modificación, se considera como jornada extraordinaria, la cual es remunerada, por hora, con un 50 % adicional.

Al ser la organización y planificación del trabajo la adecuada dentro de la empresa, es necesario destacar que los empleados están a disposición física e intelectual durante una jornada diurna de 44 horas a la semana como máximo. Esta inicia a las 7:30 y finaliza a las 16:30.

4.5. Manejo de materiales

El manejo de materiales asegura cinco cosas respecto a los materiales; primero, que todos los materiales y accesorios necesarios para elaborar la prenda se mantengan en movimiento; segundo, que siempre haya materiales y accesorios en el tiempo justo para iniciar con la producción; tercero, que los materiales y accesorios se entreguen en el lugar correcto; cuarto, que se entreguen en buen estado y en la cantidad adecuada; y quinto, que el manejo de materiales toma en cuenta el espacio de almacenaje temporal o permanente.

4.5.1. Materia prima

El manejo de la materia prima se trabajará según el tipo de distribución en la planta. Esta distribución es por proceso, por lo que cada tendrá un manejo de materiales propio de su actividad, pero con la comunicación apropiada para pasar todos los materiales al área que corresponda en el momento y cantidad necesarios.

4.5.1.1. Tejidos textiles

El manejo de materiales para los tejidos textiles que se utilizarán en la manufactura de prendas de vestir inicia con la recepción de la requisición en el área de planeación, donde se reciben todas las especificaciones del cliente acerca del producto que previamente se aprobó para producción. Posteriormente, el área de planeación enviará los requerimientos de materiales a dos áreas diferentes: la primera es el área de patronaje y la segunda es el área de bodega de accesorios.

Cuando la requisición de tejido textil llegue a patronaje, ellos se encargarán de establecer y verificar las medidas correctas para cada una de las piezas que componen la prenda, según las especificaciones del cliente corporativo. Ordenan cada una de las piezas a través de un software para maximizar el tejido textil que se usará. Luego de ordenar cada una de las piezas, enviarán el requerimiento de tejido textil al área de bodega, donde buscan, ubican, mueven y envían la cantidad de tejido textil necesaria para la producción. Todo este tejido textil es calculado anteriormente en patronaje para utilizar solo la cantidad necesaria.

Luego, se transportan los tejidos a las mesas de corte, donde son colocados en transportadores que se mueven en dos direcciones; esto, para realizar los tendidos de los tejidos sobre las mesas de corte. Sobre el tendido del tejido se colocan los pliegos de papel con las impresiones de los patrones de cada prenda de vestir y se procede a cortar los moldes.

Después de haber cortado los moldes, manual o automáticamente con la máquina de corte, un grupo de operarios se encargará de ordenar y etiquetar cada grupo de moldes después poder ser transportados en carretillas hacia las estanterías de producto, donde son distribuidos en cada línea para poder ser ensamblados. Es necesario aclarar que un grupo de moldes es transportado a través de carretillas hacia el área de *heat transfer*, donde los paneles traseros son serigrafeados con su respectiva talla y marca.

Finalmente, las piezas son transportadas por las líneas de producción a través de mesas corredizas donde los operarios se pasan unos a otros las piezas ensambladas.

4.5.1.2. Fibras textiles

Paralelamente al proceso de transporte del tejido textil, se lleva a cabo la preparación y transporte de los accesorios que complementan la prenda final; estos comúnmente son llamados hilos.

La preparación de las fibras textiles se lleva a cabo en la bodega de accesorios donde llegan las requisiciones de material desde el área de planeación. Estas requisiciones contienen el número de piezas que se manufacturarán y la especificación del color de fibra textil, tipo de costura en

cada una de las partes de la prenda y el calibre de la fibra textil que se necesita para cada parte de la prenda.

Después de verificar los requerimientos del estilo de prenda para los accesorios, se procederá a armar el *kit* de estos. Se inicia por el cálculo de la cantidad de fibra textil y sus calibres para cada parte de la prenda. Previamente, ya se han calculado los consumos de material de cada máquina y cada tipo de costura, es decir, que se saca un estimado del consumo de cada máquina por pulgada costurada. De esta manera se puede realizar el cálculo de material necesario para cumplir con la producción.

Después de haber armado los *kits* de fibras textiles para las prendas, estos serán transportados, por su peso y cantidad, en carretillas a las estanterías de productos en las líneas de producción y junto con los otros accesorios que demanda la prenda para ser completada. Los *kits* de fibras textiles se transportan en bolsas transparentes etiquetadas.

4.5.1.3. Accesorios de prendas de vestir

Junto con las fibras textiles, hay otros componentes que se califican como accesorios complementarios y que, sin ellos, la prenda sería irreconocible en sus características. Estos accesorios, al igual que las fibras textiles para costura, se solicitan, ordenan y envían desde el área de bodega de accesorios.

4.5.1.3.1. Botones textiles

Junto con la elaboración de los pedidos de tejidos textiles, se hacen los pedidos de botones, cuando la requisición lo solicita. Se hace la búsqueda del tipo de botón para el estilo correspondiente y se procede a hacer el conteo de

botones que serán transportados para toda la producción junto con los *kits* de fibras textiles. Así, se puede enviar la cantidad exacta de botones para la producción. El transporte se hace en las mismas carretillas de fibras textiles y se colocan en bolsas plásticas transparentes etiquetadas para su fácil identificación.

4.5.1.3.2. Etiqueta colgante

Las etiquetas colgantes, también llamadas *hang tags*, son las etiquetas más visibles cuando la prenda está terminada. Las especificaciones de tamaño, posición y diseño son enviadas por parte del cliente corporativo y, al igual que las fibras textiles y los botones, las requisiciones son recibidas, evaluadas y trabajadas en el área de bodega de accesorios. Desde aquí son transportadas en carretillas en la cantidad y *kit* correctos para la producción.

4.5.1.3.3. Etiqueta principal

La etiqueta principal o *main label*, como comúnmente se llama en la industria textil, generalmente va pegada a través de un proceso conocido como *heat transfer*. Sin embargo, al igual que los demás accesorios, estas etiquetas físicamente son buscadas, clasificadas y enviadas desde el área de bodega de accesorios hasta el área donde se pega la serigrafía. Es necesario destacar que el transporte de estas etiquetas se da por separado al de los demás accesorios y fibras para costura, ya que el proceso de pegado de serigrafía se realiza antes de que las unidades entren a las líneas de ensamble. Este transporte se da en bolsas transparentes y etiquetadas para su identificación.

4.5.2. Área de terminación

El manejo de los materiales dentro de un proceso productivo también hace referencia al manejo de la materia prima transformada en el producto final. En el área de terminación, el manejo tanto de la materia prima transformada como de sus materiales complementarios (como el empaque y embalaje), tienen un trato especial ya que es uno de los últimos filtros por los que pasan las prendas dentro de la empresa antes de ser auditadas externamente o exportadas al país que corresponda.

4.5.2.1. Eliminación de pliegues

En el proceso de eliminación de pliegues, las piezas se evalúan en busca de posibles defectos que las aparten del proceso productivo. Posteriormente, se planchan con equipo especial, el cual calienta las unidades con vapor de agua tratada para evitar la salpicadura de manchas sobre las prendas. Luego de esto, las unidades de buena calidad y debidamente planchadas son apiladas una sobre otra en las mesas contiguas a las de planchado, las cuales están libres de suciedad para evitar la contaminación y es allí donde se lleva a cabo un proceso de inspección de la calidad antes de entrar al área de empaque y embalaje.

En esta operación, las prendas son manejadas con mayor cuidado para no mancharlas o dañarlas ya que se encuentran en los procesos finales; por lo tanto, repararlas sería más costoso.

4.5.2.2. Verificación de la calidad

Una persona encargada de calidad recorre las líneas para escoger aleatoriamente unidades y hacer evaluaciones más exhaustivas. Aquí se analizan el aspecto de las prendas y las medidas requeridas por el cliente para luego validar que las unidades pasen al área de empaquetado y embalaje.

Las unidades se deben evaluar bajo un flujo de iluminación fuerte y constante pero que no altere la tonalidad de los colores a los ojos de los evaluadores. Además, las piezas son tratadas en áreas totalmente libres de suciedad para evitar la contaminación. Asimismo, las personas elegidas para las tareas de verificación de la calidad son mujeres ya que, por naturaleza y estudios realizados, son propensas a identificar mejor la gama de colores con los que se trabaja en la empresa.

4.5.2.3. Empaquetado y embalaje textil

Al momento de que las piezas entran al área de empaquetado y embalaje textil, se manejan como mucho más cuidado, ya que, por estatutos de los Estados Unidos de América, el proceso de empaquetado y embalaje antes de ser embarcado y exportado debe cumplir con normativas antiterroristas. Por lo tanto, está terminantemente prohibido que las prendas contengan piezas metálicas, sin importar su tamaño. Además, las prendas son pasadas a través de un detector de metales que evita que la más pequeña pieza metálica se cuele entre el producto terminado.

Posteriormente, las unidades son ordenadas por color y talla; se coloca su etiqueta colgante si lo requiere y se procede a empaquetar las unidades dentro de bolsas plásticas para evitar su daño dentro del contenedor. Entonces, se

introducen dentro de una caja de cartón que revela las características de las unidades que contiene.

4.6. Análisis de las operaciones

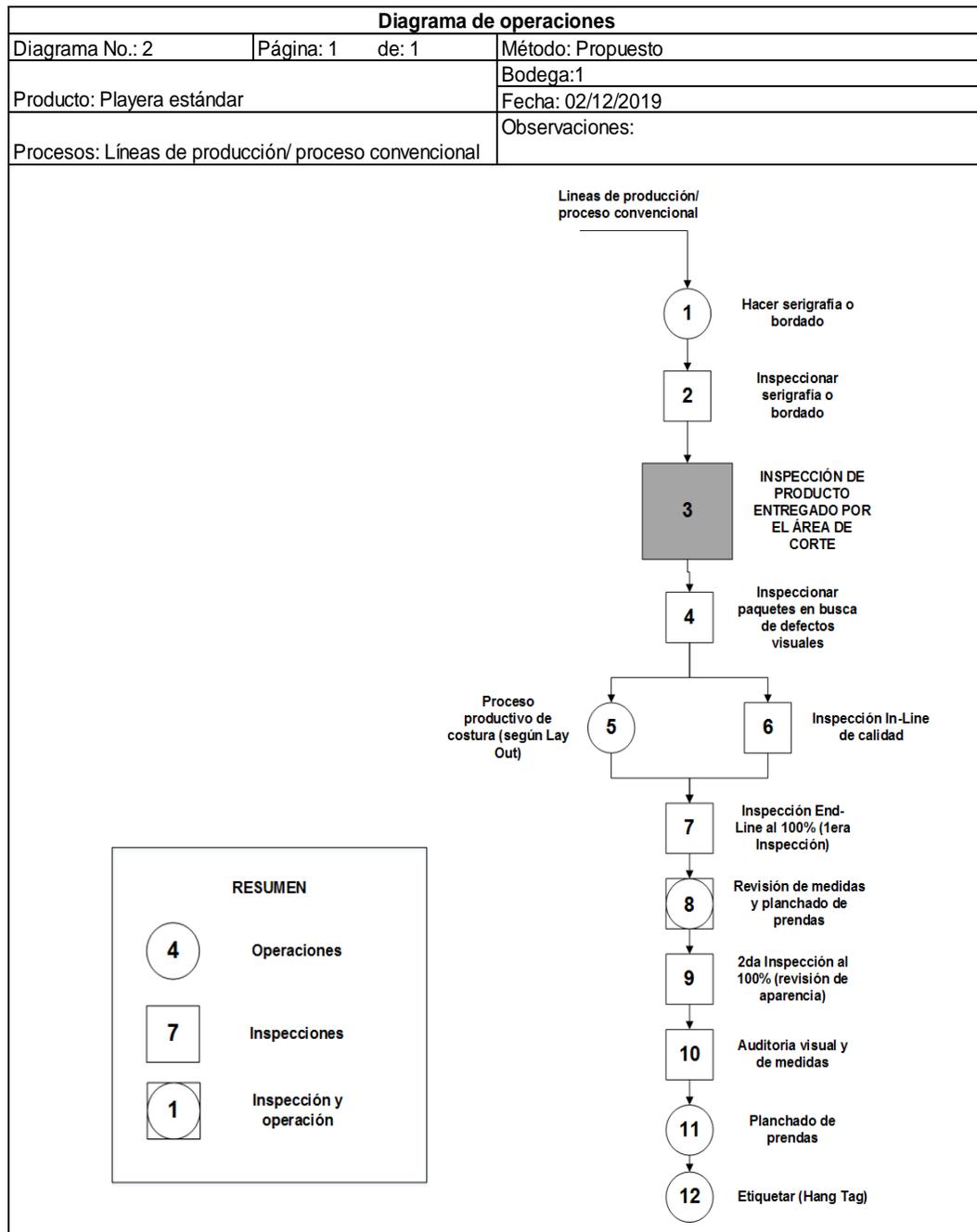
Los procesos dentro de una empresa, a grandes rasgos, son fáciles de explicar. En concreto en este caso, la materia prima entra al área de bodega de materia prima en espera; a continuación, es entregada a la bodega de corte donde es clasificada, relajada y cortada. Luego, las piezas cortadas son transportadas al área de líneas, donde son ensambladas según los requerimientos del cliente. Por último, son planchadas, empacadas y enviadas al cliente final.

Como se ve con anterioridad, a grandes rasgos, el proceso para ensamblar prendas de vestir es sencillo; no obstante, muy en el fondo, este es un proceso complejo que requiere de otros procedimientos. Por ello, fueron necesarios la realización de diagramas y el uso de símbolos para ejemplificar de una manera más sencilla todos los pasos para que una prenda de vestir se catalogue como terminada y, así, ver en qué puntos de los que se exponen a continuación es posible mejorar.

4.6.1. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra todas las operaciones e inspecciones realizadas y se realizó para estudiar qué falta o sobra en el proceso. En este caso, estaba ausente una inspección que demostraba y documentaba cuál es la calidad de trabajo que un área entrega a otra. Como lo muestran las figuras 84, 85 y 86, se agregó un proceso de inspección del producto entregado entre áreas.

Figura 86. **Nuevo diagrama de operaciones de proceso del área de líneas de producción**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

En la figura 57 se puede observar cómo la inspección número tres, rellena de un color gris, es agregada al proceso de ensamble de prendas de vestir. Esta inspección busca que haya un reconocimiento cliente-proveedor entre las áreas, permitiendo que cada una realice sus tareas según los requerimientos del cliente corporativo, ya que internamente se someterán a un proceso de inspección para determinar si se entrega o recibe producto de calidad entre las áreas.

4.6.2. Diagramas de flujo

En el caso de la empresa en cuestión y de la línea de ensamble de prendas de vestir de este estudio, es necesaria la implementación de una nueva inspección dentro antes del proceso de ensamble de las prendas, como se mostró en los nuevos diagramas de flujo presentados en este mismo capítulo.

Esta inspección serviría para hacer más sencilla la trazabilidad de las prendas dentro del proceso y para determinar cuál de las partes está fallando en el desempeño de sus tareas. Con esto, se pretenden implementar procedimientos correctivos para la disminución de trabajo no conforme entregado entre las áreas de corte y líneas de producción. Es necesario resaltar que este proceso de inspección no sólo es aplicable a las áreas de corte y líneas de producción, sino a todas las áreas de la empresa que intercambian productos (materia prima) o información.

4.7. Logística en el proceso

Para que el proceso de ensamble de prendas de vestir sea lo más fluido posible, es necesario que haya la menor cantidad de obstáculos. Es decir, es necesario que la materia prima y el personal se muevan de una manera fluida y

segura dentro de la planta, de manera que se pierda la menor cantidad de tiempo en desplazamientos innecesarios de producto y recurso humano. La información gráfica ayuda a que las personas puedan identificar fácilmente partes del proceso y la señalización de las áreas es importante si se quiere evitar que el personal pierda el tiempo en la realización de sus tareas, al no saber hacia dónde ir cuando se vean en la necesidad de moverse de su estación de trabajo.

4.7.1. Áreas señalizadas

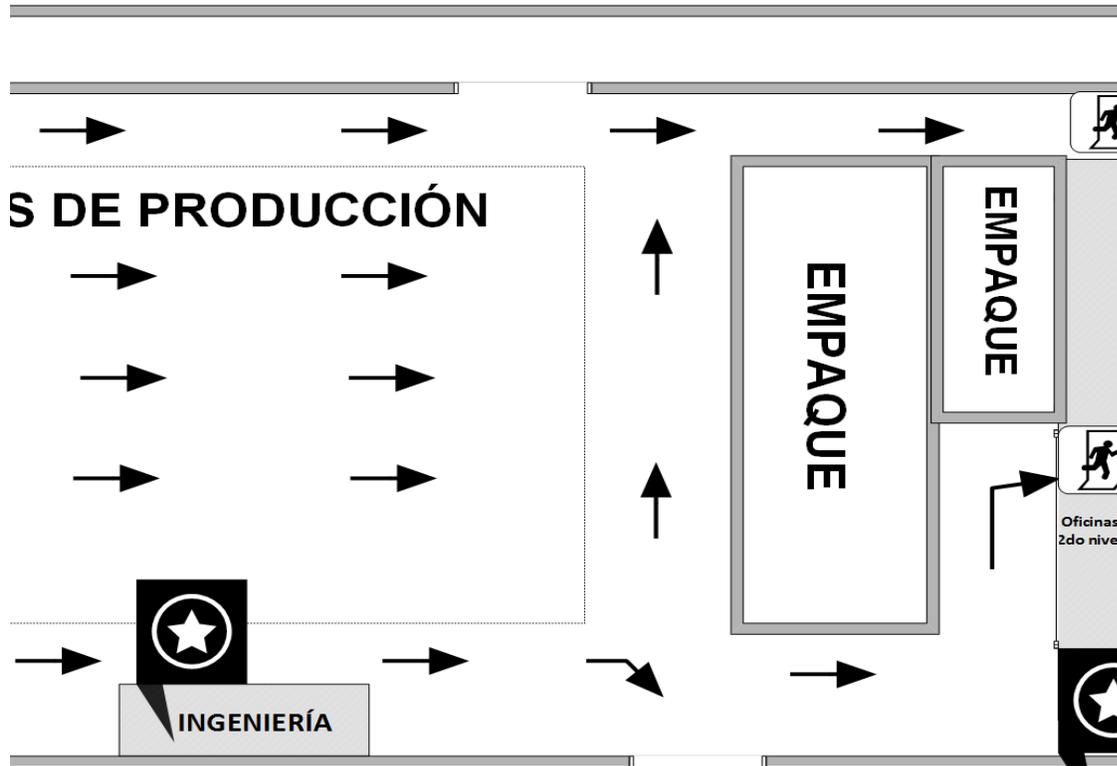
Como se ha explicado con anterioridad, la información gráfica es mucho más fácil de entender, por lo que las áreas señalizadas dentro de la empresa en cuestión son importantes para la dirigir físicamente al personal hacia donde es necesario y en el menor tiempo posible. Es importante destacar que la sobreinformación es desventaja a la hora de comunicar lo más importante al personal, por lo que será necesario solo señalar lo más relevante dentro del proceso.

4.7.1.1. Salidas de emergencia

Es necesaria la implementación de un plano de la planta que muestre las rutas de evacuación y salidas de emergencia. Es importante que estos materiales sean colocados en lugares altamente visibles para el personal.

Así mismo, para el personal de nuevo ingreso es necesario que se tenga un plano que identifique dónde está su puesto de trabajo y dónde están las rutas de salida de emergencia correspondientes.

Figura 87. Rutas de evacuación para la planta

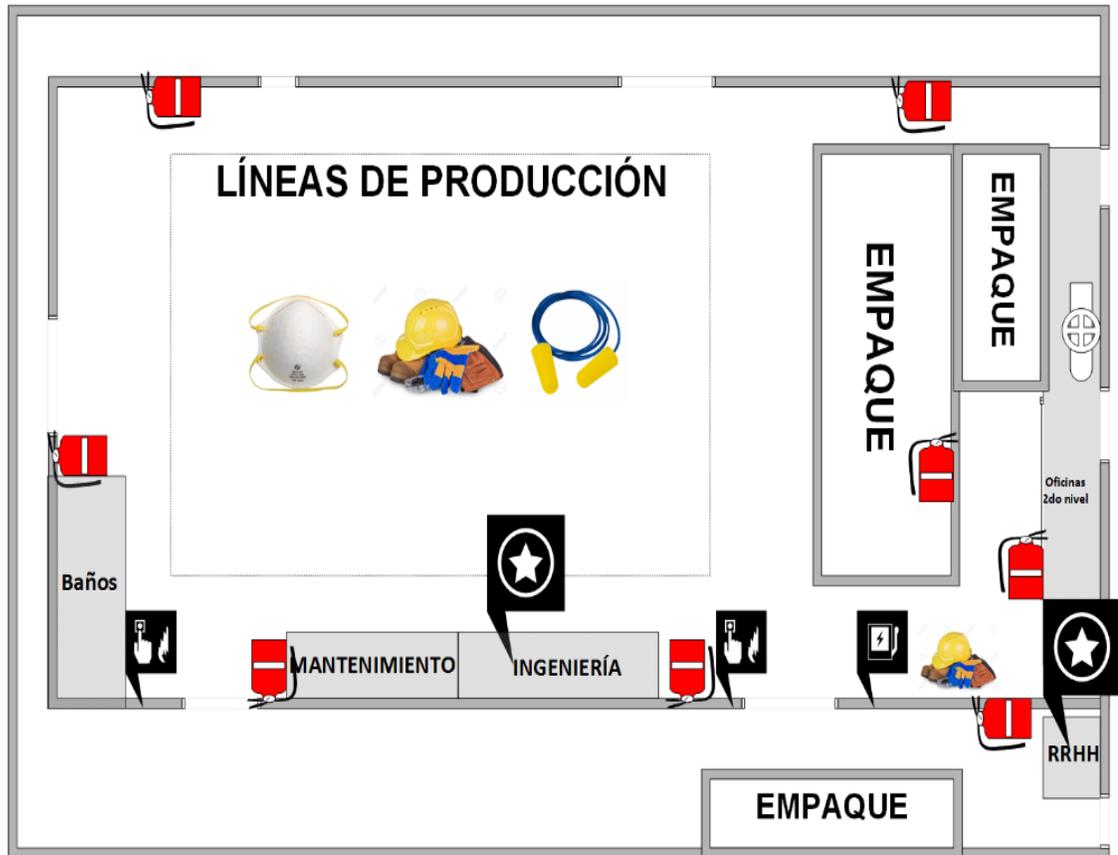


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

4.7.1.2. Áreas para equipo de seguridad

Las áreas para equipo de seguridad servirán para la señalización de equipo preventivo y correctivo de situaciones de emergencia. Con esto, se pretende identificar dónde es necesario el uso de equipo de seguridad para prevenir los accidentes y dónde se encuentran los equipos de seguridad para tratar con situaciones de emergencia; por ejemplo, los extintores de fuego y las luces de emergencia.

Figura 88. Áreas para equipo de seguridad en la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

En la figura anterior se pueden observar las ubicaciones de los extintores, las alarmas contra incendios, los paneles eléctricos, las mangueras para incendios y las áreas donde es necesario el uso de mascarillas, protectores de oídos, entre otros.

4.7.1.3. Identificación de módulos

Para la señalización de las áreas es necesario también identificar los módulos dentro de la planta. Esto es para ubicar al personal desde su estación de trabajo y mostrarles dónde pueden suplir sus necesidades para el proceso. Estas pueden ser: abastecimiento de equipo de seguridad como mascarillas y tapones de oídos, abastecimiento de insumos como lo son agujas y despitadores con protector y, también, procesos administrativos como la solicitud de permisos y visitas a la clínica, entre otros.

- Módulos relevantes en la empresa

En el módulo de mantenimiento, el personal se puede abocar para pedir cambio de agujas, despitadores con protección y equipo de seguridad industrial como protectores para oídos y mascarillas. Mientras tanto, en el área de ingeniería se pueden tramitar permisos y visitas a la clínica por parte de los trabajadores. Finalmente, en las oficinas de recursos humanos y empaque se hace un papeleo específico para dichas áreas, por lo que es importante destacarlas en el plano.

4.8. Maquinaria industrial nueva

Después de la implementación de las propuestas del capítulo tres, es decir, después de la explosión de las restricciones a su máxima capacidad, es necesario elevarlas y esto se hará a través de la implementación de una propuesta para nueva maquinaria industrial que permita producir más y mejores productos para el cliente corporativo.

4.8.1. Análisis costo beneficio

Al agotar las propuestas y sus mejoras, es momento de elevar las restricciones a través de la inversión en nueva tecnología que permita aumentar los límites de las propuestas y poder producir más y con la calidad requerida durante el proceso. Esto se evaluará a través de un análisis que permita observar cuán conveniente es la implementación de nueva tecnología dentro de la empresa.

4.8.2. Cotizaciones

Las cotizaciones de la nueva maquinaria se realizarán con el objetivo de mejorar distintos puntos que posteriormente se cuantifiquen monetariamente y, con esto, poder obtener el análisis costo beneficio más conveniente para la empresa.

4.8.2.1. Máquina *Overlock*

La cotización de la nueva máquina *Overlock* se hará con base en la productividad de esta. La maquinaria actual tiene una velocidad de aguja de 1 300 rpm y la máquina nueva tendrá una velocidad de aguja de 1 500 rpm, lo que la hace más rápida.

Tabla XXXVIII. **Costo de máquina Overlock**

Cantidad	Descripción	Velocidad de aguja	Precio
16	SINGER Professional 5	1 500 rpm	Q. 6 819,05
TOTAL			Q. 109 104,80

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

4.8.2.2. Trazador gráfico

El trazador gráfico, como se le llama en la industria textil, es en pocas palabras una cortadora de tela automatizada por una computadora integrada y que permite cortar una cantidad de piezas a un mayor ritmo. Esta máquina es tan versátil que, por sí sola, es capaz de moverse a través de toda la bodega de corte, de mesa en mesa y cortar la tela.

Tabla XXXIX. **Costo de máquina cortadora de tela**

Cantidad	Descripción	Aumento de productividad	Precio
1	Vector C1094	10 %	Q. 160 690,19
TOTAL			Q. 160 690,19

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

4.8.2.3. Lavadoras industriales

La elección de las lavadoras industriales se hará a través de la capacidad de lavado que estas poseen. Las lavadoras actuales tienen una capacidad de 70 kg. Las lavadoras que se pretenden implementar en la fábrica poseen una capacidad de lavado de hasta 91 kg.

Tabla XL. **Costo de lavadoras industriales**

Cantidad	Descripción	Capacidad de lavado	Precio
6	HLV250	91 kg	Q. 19 540,06
TOTAL			Q. 117 240,36

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019

Según los datos de la empresa, un aumento de 200 rpm en la velocidad de aguja permite aumentar la producción de prendas en 125 unidades diarias que, traducido a unidades monetarias, da una ganancia mensual de Q. 41 512,25 por línea de producción.

Así mismo, la implementación de una cortadora de tela automática da, según las especificaciones del fabricante, un 10 % de aumento en la productividad. Este porcentaje traducido a piezas cortadas en un mes da un total de 2 328 741 piezas cortadas que, traducidas a unidades monetarias, genera un beneficio mensual de Q. 93 480,23.

Por último, la implementación de las seis lavadoras da un aumento de la capacidad de lavado de 21 kg que, traducido a prendas terminadas y exportadas, genera un beneficio mensual de Q. 36 978,63.

Tabla XLI. **Análisis costo beneficio de las tres propuestas para elevar la restricción**

Propuesta	Beneficio	Costo de maquinaria	Costo de instalación	Costo beneficio
Máquinas <i>Overlock</i>	Q. 41 512,25	Q. 109 104,80	Q. 4 320,50	2,73233
Cortadora automática	Q. 129 637,89	Q. 160 690,19	Q. 12 340,60	1,33472
Lavadoras industriales	Q. 36 978,63	Q. 117 240,36	Q. 5 125,56	3,30910

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

El análisis de las lavadoras industriales, según las estimaciones, arrojó el mayor costo beneficio: 3,30910. El menor costo beneficio fue el de la cortadora automática, que dio 1,3472 y, según la teoría, la razón más pequeña será la mejor alternativa para elevar las restricciones relacionadas con la productividad de la empresa.

4.9. Capacitaciones

Desde el punto de vista del trabajo en cuestión, las capacitaciones servirán como herramienta para cualquier persona que labore dentro de la empresa y cualquier otra que se quiera integrar, ya que las propuestas

elaboradas pueden ser utilizadas por el departamento de Recursos Humanos e Ingeniería en dos direcciones.

La primera es la práctica de programas de capacitación, con base en las propuestas del capítulo tres, tanto para los empleados antiguos como para los que ya laboran dentro de la empresa. A través de la matriz de habilidades se puede medir el desempeño de los empleados y con esto identificar las necesidades técnicas y actitudinales de la mano de obra directa de la empresa. Como consecuencia, es posible proponer capacitaciones dirigidas a mejorar los puntos débiles del recurso humano actual.

Además, el departamento de Recursos Humanos, directamente, puede utilizar estas evaluaciones y propuestas para integrar nuevos empleados u operarios a la empresa ya que, a través de la documentación generada, se puede dar una buena inducción sobre el proceso, sus operaciones y la correcta técnica para el ensamble de las prendas de vestir.

4.9.1. Capacitados

La elección de los capacitados radica en qué tipo de personal será sometido primero a las evaluaciones de la matriz de habilidades. En este caso, los capacitados serán la fuerza de trabajo que está involucrada directamente en la elaboración y ensamble de las prendas de vestir, ya que estos son los que tienen un claro impacto en el aumento de los costos por defectos dentro de la empresa. Es decir, los operarios son los principales generadores de restricciones relacionadas con el desfase de manga, los hilos sueltos y las manchas en las prendas de vestir.

A partir de la implementación de las propuestas del capítulo tres, se puede experimentar con la expansión hacia otras áreas de la empresa; por ejemplo, las capacitaciones para el personal administrativo de la empresa. Estas capacitaciones, en lugar de ser dirigidas a desarrollar habilidades técnicas de este personal, serán focalizadas en la parte actitudinal.

4.9.1.1. Supervisores de área

Los supervisores de área se someterán a una evaluación técnica y actitudinal, donde, para ser elegibles para el cargo de supervisores, deben cumplir ciertos requerimientos técnicos. Por ejemplo, deben tener la capacidad para manejar la maquinaria relacionada con el proceso, saber medir prendas, poseer conocimientos técnicos de construcción de una prenda y contar con conocimientos de calidad y básicos de ingeniería. Asimismo, estos deben cumplir con algunos requerimientos actitudinales que les permitan tener la capacidad de mostrar carácter y personalidad en el desarrollo de sus tareas y liderazgo con sus subordinados.

Posterior a la realización de las evaluaciones hacia los supervisores por parte de sus jefes inmediatos, se procederá a la evaluación de los resultados. A partir de esta evaluación, se determinarán las falencias de los supervisores de área y con esto, implementar las capacitaciones necesarias, ya sean técnicas o actitudinales, que incrementen el valor del recurso humano para la empresa.

4.9.1.2. Operarios técnicos

Las capacitaciones para los operarios técnicos de la línea de ensamble de prendas de vestir es el punto central de este trabajo de investigación, ya que, al aumentar las capacidades técnicas y conductuales de la mano de obra directa,

se logrará la reducción de los costos por defectos en la línea de ensamble. De esta manera se mitigarán los defectos de desfase de manga, hilos sueltos y manchas en las prendas de vestir, los cuales son los más recurrentes en el proceso de producción.

Estas capacitaciones, al igual que las de los supervisores, serán seleccionadas según las falencias de los operarios, las cuales serán observadas por medio de las evaluaciones de la matriz de habilidades generada y propuesta en el capítulo tres. Esta matriz busca evaluar a los operarios desde cuatro puntos de vista: el primero es el tipo de operación que realizan; el segundo, la cantidad de maquinaria que pueden manipular; el tercero, la capacidad de producción de cada operario regida por sus capacidades técnicas; y cuarto, la calidad de las prendas que producen, también regida por su capacidad técnica.

La forma de elegir los medios para impartir las capacitaciones se basará en la falencia o necesidad del operario. Por ejemplo, si la falencia es principalmente técnica, se impartirán capacitaciones físicas que expongan al operario a situaciones reales de producción; y, si el defecto tiene que ver con hilos sueltos, la forma de manejar esto sería a través de información gráfica y oral que recuerde a los operarios que eliminen los hilos excedentes de las prendas.

4.9.1.3. Diseñadores de patrones de plantillas

Los diseñadores de patrones de plantillas son los encargados de diseñar las prendas y de ajustar las medidas a los requerimientos del cliente corporativo. Si estos diseñadores fallan en el desempeño de sus tareas, seguramente fallarán los demás sistemas ya que, si un patrón trae desajustes

de medidas o construcción, los cortadores procesarán prendas defectuosas y posteriormente los operarios en las líneas de producción las ensamblarán así. Esto generará defectos y, por ende, costos adicionales.

Es necesario considerar que por el rol y las tareas que desempeñan estos diseñadores de patrones de plantillas, es necesaria la aplicación de capacitaciones actitudinales o psicológicas que los apoyen en la capacidad de concentrarse en la tarea que realizan. Sin embargo, en su mayor parte, es necesaria la aplicación de capacitaciones técnicas que los apoyen directamente con la parte del diseño de la construcción y medidas.

4.9.2. Metodología

La metodología para alcanzar los resultados con respecto a la reducción de costos por defectos se da, a grandes rasgos, en dos pasos: la capacitación técnica y la capacitación conductual. La capacitación técnica será el primer recurso para la reducción de estos costos para que, después de enseñar el método o técnica para realizar la tarea, instruir al trabajador sobre la actitud correcta para llevar a cabo esta tarea dentro de la empresa. Es decir, primero se enseña lo que se tiene que hacer y luego se incentiva una buena actitud por parte del empleado hacia estos cambios.

4.9.2.1. Capacitación técnica

La capacitación técnica, tanto para supervisores como para operarios, se puede dividir en dos tipos. La primera es la capacitación inductiva, que busca facilitar el acoplamiento de nuevos supervisores y operarios al proceso productivo; esto, a través del uso de la documentación generada, como los planos de la empresa donde se ubican las salidas de emergencia, los módulos,

el equipo de seguridad. También la documentación relacionada con la medición del desempeño como la matriz de habilidades y la que tiene que ver con la descripción de los puestos.

El segundo tipo de capacitación técnica que se puede impartir a partir de las propuestas generadas con anterioridad es la correctiva. Como su nombre lo indica, busca corregir las falencias de desempeño de los operarios a través de las evaluaciones del desempeño que permiten diagnosticar los problemas más importantes en el aspecto técnico de los operarios. A partir de estos datos, se procede a identificar las capacitaciones más factibles para el caso y así elevar el valor de los operarios como personas y como fuerza de trabajo.

4.9.2.2. Capacitación conductual

La capacitación conductual es tan importante como la técnica ya que esta ayuda a generar actitudes y posturas en los empleados que facilitan la implementación, no solo de más capacitaciones, sino de nuevos procesos o ideas en pro de la consecución de las metas globales de la empresa.

La ventaja de estas capacitaciones es que son adaptables a cualquier persona dentro de la organización ya que, en esencia, alimentan la cultura organizacional de la empresa. Por lo tanto, primero deben ser impartidas en los altos cargos o gerencias para que estos generen valores y formas de pensar apegadas a la misión de producir prendas de vestir de calidad por parte de la empresa. Luego de crear esos valores en los altos cargos es mucho más sencillo transmitir esas ideas hacia cargos inferiores y, con esto, todos trabajarán en un mismo sentido y bajo un mismo pensamiento; todo en pro de la empresa.

4.9.3. Tiempo para la capacitación

El tiempo para la capacitación se refiere al momento oportuno para impartirlas y la regularidad de estas. Dichas condicionantes se van a regir por una serie de parámetros que definirán cuándo es propicio realizar las capacitaciones.

El primer parámetro es la necesidad de la capacitación; esto se refiere a cuán necesario es capacitar al personal con relación a la necesidad de la empresa por corregir algún problema. En este caso, las capacitaciones son de carácter urgente, ya que los defectos en las prendas son un peligro no sólo por los costos que estos generan, sino por la seguridad de los consumidores finales de las prendas de vestir.

El segundo parámetro es el nivel de alfabetización de los empleados a los que se les impartirá la capacitación, ya que a partir de esto se debe modelar el contenido de las capacitaciones y la regularidad con que se tienen que impartir, de manera que se pueda crear una recurrencia en el aprendizaje. Empleados con menores niveles de alfabetización necesitan de más capacitaciones y más fáciles de digerir.

Por último: cuántos empleados se capacitarán; esto se estimará con la criticidad del problema, pero siempre se relaciona con las necesidades de cumplimiento de las entregas del producto, ya que se tienen que priorizar los tiempos de entrega. Es decir, las capacitaciones y el proceso productivo deben ir en paralelo; no descuidar una ni la otra.

4.9.4. Capacitadores

Los capacitadores son los que brindan nueva información a los empleados u operarios que se integraran a la empresa por primera vez y apoyan en el desarrollo de sus capacidades a los ya laboran dentro de esta. Los capacitadores lideran e instruyen, además de que son empáticos con las personas, lo que los hace merecedores de desempeñar este rol.

Los capacitadores también deben ser sometidos a una evaluación, ya que es necesario que estas personas transmitan información veraz. Dichas evaluaciones se pueden llevar a cabo mientras el capacitador imparte un taller, de manera que se determine su capacidad a partir de su comportamiento, personalidad y conocimiento sobre el tema.

Los capacitadores más idóneos para los operarios deben ser los supervisores de área, jefes de área y gerentes de producción, ya que por el puesto que desempeñan dentro de la empresa, es necesario que compartan su conocimiento sobre técnicas de costura, construcción, calidad de las prendas de vestir y otros conocimientos que sean necesarios implantar en la fuerza de trabajo de la empresa. Cuando sea requerido un capacitador externo, es necesario que se lleve una cuidadosa supervisión durante la capacitación; esto, para evitar desinformación hacia los empleados de la empresa.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

Posterior al análisis de la línea de ensamble y a la creación de las propuestas para la mitigación de las restricciones, es necesario el seguimiento o mejora de las propuestas planteadas con anterioridad. Esto, con el objetivo de hacer que las propuestas relacionadas con la reducción de costos por defectos tengan el mayor impacto posible en la consecución de las metas de la organización.

5.1. Revisión de la implementación de la programación de cadena de restricción

Luego de la implementación del plan para la identificación de restricciones que no permiten que los recursos de la línea de ensamble desarrollen sus actividades a la capacidad natural o requerida para el cumplimiento de las metas dentro de la organización, es necesario evaluar el impacto de la evaluación a través de la teoría de las restricciones sobre los costos relacionados con los defectos en las prendas de vestir. El impacto de la implementación de las propuestas es medible y más drástico sobre los siguientes índices dentro de la organización.

5.1.1. Eficiencia

La identificación de las restricciones, su explosión, la subordinación de todos los demás recursos relacionados y su elevación a través de las propuestas de los capítulos anteriores, es un proceso que tendrá un impacto

significativo en uno de los indicadores más importantes dentro de una organización: la eficiencia.

A través de la implementación de estas propuestas se logrará obtener menos desperdicios de materia prima por las prendas que, a través de las inspecciones durante y posterior al ensamble, son identificadas como prendas no conformes o prendas defectuosas.

La eficiencia se verá afectada en una forma positiva a través del incremento de prendas de buena calidad que pueden ser parte del inventario de producto terminado y que aportarían beneficios económicos para la empresa, desde cualquier punto de vista.

5.1.2. Tiempo perdido por defectos

El tiempo perdido por defectos es una de las medidas más importantes al momento de revisar la implementación de la programación de las restricciones del capítulo anterior. El tiempo perdido por defectos es el cálculo del tiempo invertido en la reparación de las piezas catalogadas como defectuosas en las inspecciones, lo que le da una importancia especial para tratar con los costos por defectos dentro de la línea de producción.

Con la implementación de las propuestas para la reducción de costos por defectos se busca reducir este tiempo o eliminar el procedimiento que, en realidad, no se debería considerarse como un proceso en el sistema de producción, ya que se debe buscar una alta calidad en los productos que se ensamblan.

Así mismo, es importante mencionar que la reducción de estos tiempos y, en consecuencia, la reducción de los costos relacionados con defectos en las prendas de vestir se hará primordialmente en los tres defectos más recurrentes en la línea de producción: desfase de manga, mancha de aceite en las prendas e hilos largos en las prendas. Con el seguimiento de estos defectos influenciados por las propuestas de mejoras se podrá definir una mejora a través de datos porcentuales de las horas invertidas en la reparación de las prendas defectuosas, los cuales se presentarán en los incisos de resultados obtenidos.

5.1.3. Proporción de corte versus exportación

La proporción de corte versus exportación es un parámetro de medida general que, igual que el tiempo perdido por defectos, está relacionado con la eficiencia de la organización y, al mismo tiempo, refleja la disminución o el aumento de los costos relacionados con defectos dependiendo de la adecuada implementación y mejora de las propuestas para la reducción de estos.

Por lo tanto, al evaluar esta proporción entre corte y exportación se podrá determinar en cierto periodo la optimización de los recursos materiales. En este caso, se trata de la tela que la empresa maneja durante su producción; es decir que, *grosso modo*, se sabrá cuánta materia prima se procesa y cuanta de ésta se convierte al final en inventario de producto terminado para el beneficio económico de la organización.

5.2. Resultados obtenidos

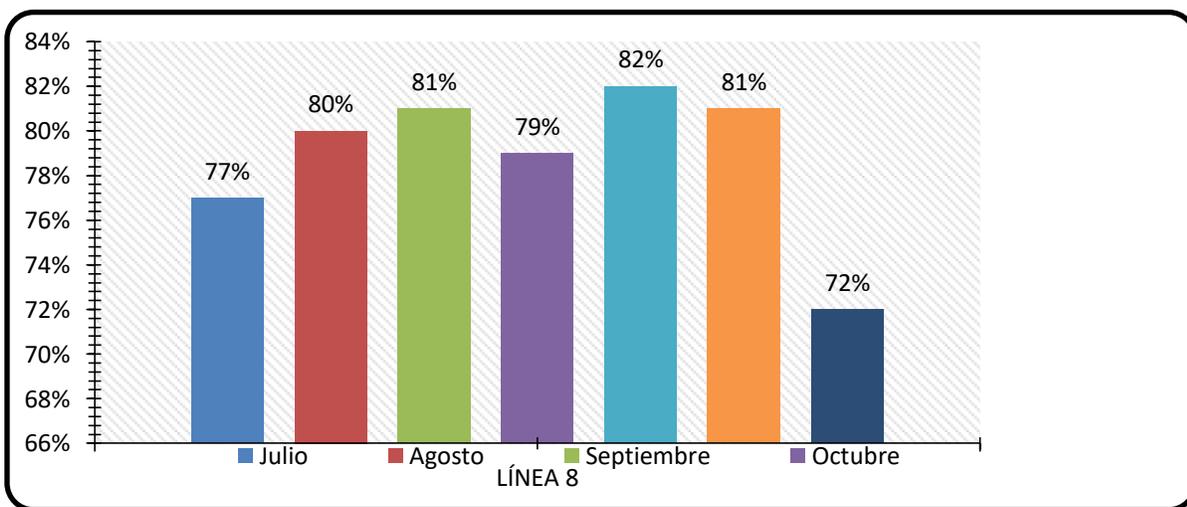
Con la implementación de las propuestas de mejora para cada una de las restricciones físicas encontradas en el sistema, se logrará disminuir los costos

relacionados con los defectos en las prendas de vestir (reflejada en los índices porcentuales de eficiencia), el tiempo invertido en reparar prendas no conformes y la proporción entre la cantidad de tela que se corta y la de producto terminado que sale del sistema. Esto pondrá en evidencia el buen funcionamiento de las propuestas y su implementación en la empresa.

5.2.1. Análisis e Interpretación

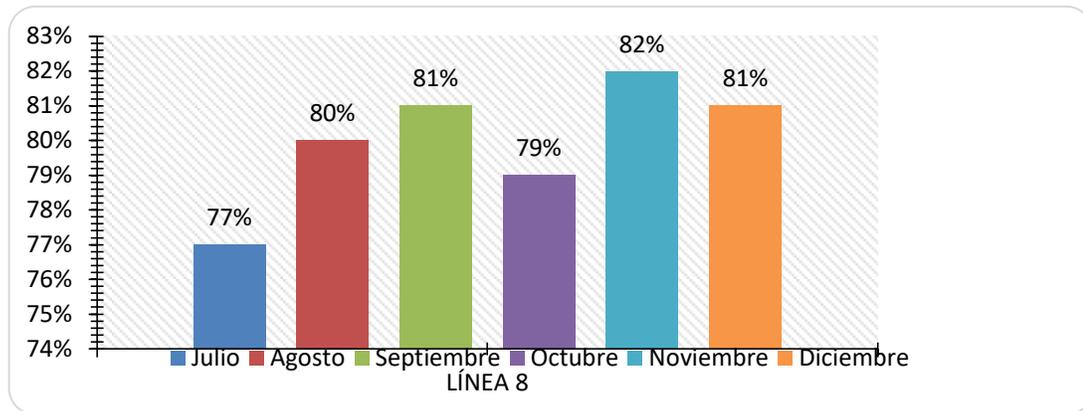
Una vez implementadas las propuestas para la reducción de costos por defectos en la línea de producción, es necesario evaluar cómo y en qué cantidad impactarán en los índices de la empresa. Para ello, se presentarán los gráficos de la situación actual y futura de la empresa con la implementación de las propuestas. Es necesario recordar que el estudio en cuestión se hizo sobre la línea 8 de la bodega 1.

Figura 89. **Eficiencia previa a la implementación de las propuestas al mes de junio de 2019**



Fuente: elaboración propia.

Figura 90. Eficiencia pronosticada de julio a diciembre de 2019



Fuente: elaboración propia.

A partir de la implementación de las propuestas, se pronostica un aumento de la eficiencia con base en los datos sobre la cantidad de recursos disponibles y la cantidad de estos que son utilizados para el ensamble de las prendas.

Se determinó que, en el mes posterior a la implementación de las propuestas para mitigar las manchas en las prendas, los hilos largos y el desfase de manga, la eficiencia en el ensamble de las prendas aumenta un 5 % respecto al mes de junio. En los siguientes meses se mantendría una eficiencia superior al 80 % y que, en promedio, a partir del mes de agosto la eficiencia de la fábrica sería del 80 %, lo que mantiene la eficiencia en un porcentaje aceptable y tendiente a mejorar.

Por lo tanto, la implementación de información para la capacitación, el seguimiento exhaustivo de los programas de mantenimiento y la utilización de recordatorios en la planta para la eliminación de hilos sueltos tendrán un efecto positivo al mantener una eficiencia aceptable y estable pero al mismo tiempo

tendiente a mejorar, si se sigue un proceso de mejora continua con las propuestas. Al mejorar la eficiencia de la planta en el área productiva, se reducirán los costos relacionados con los defectos en las prendas; esto, al reducir la cantidad de materia prima e insumos desperdiciados al ensamblar prendas defectuosas.

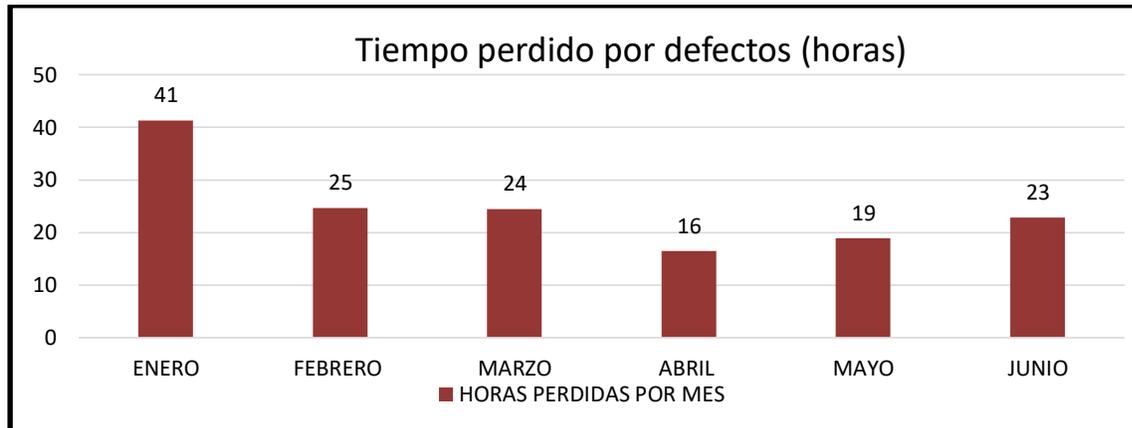
Una vez determinado el control y mejora sobre la eficiencia de la empresa en el sistema productivo, es necesario representar la mejora de estas propuestas a través del tiempo ahorrado en la reparación de los defectos en las prendas, es decir, la reducción del tiempo perdido por defectos. A continuación, se presenta la reducción de las horas invertidas en la reparación de piezas defectuosas.

Figura 91. Tiempo perdido por defectos, en horas, de todas las líneas de la bodega 1



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Figura 92. **Tiempo perdido en horas, de la bodega 1**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

En el tiempo perdido por defectos es un parámetro importante para la medición del impacto de las propuestas contra las restricciones del sistema, ya que el tiempo perdido por defectos representa las horas mensuales que se invierten en la reparación de las prendas defectuosas.

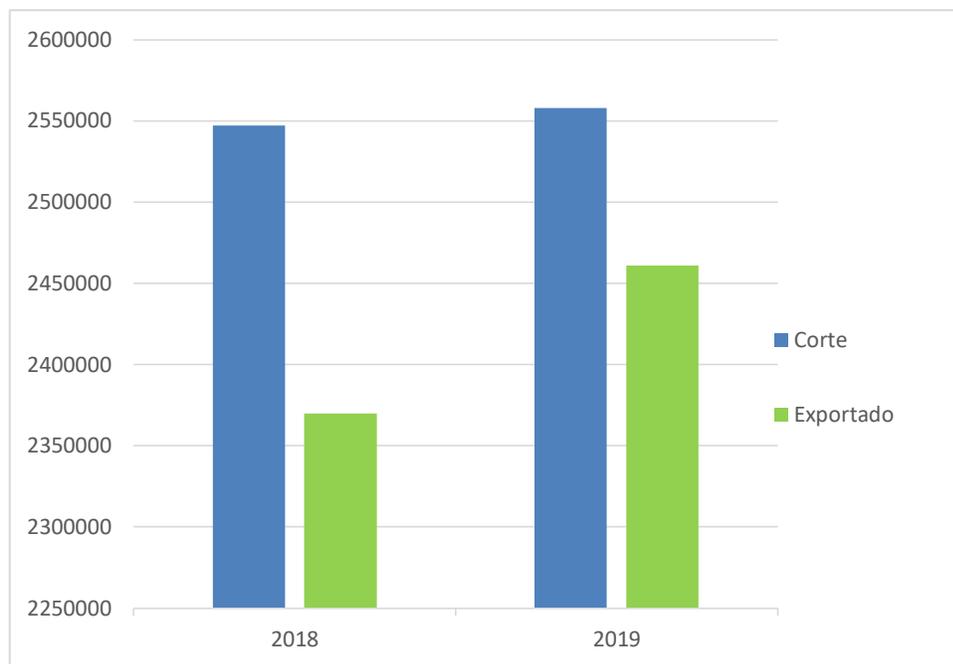
El tiempo perdido por defectos se calcula dividiendo el tiempo estándar (SMV) y el número de operaciones realizadas en la línea en ese mes. Posteriormente, este resultado se multiplica por el número de defectos encontrados en las inspecciones durante y después del ensamble y, por último, este número se convierte en horas mensuales.

En la figura anterior se puede observar que los primeros seis meses del año se tuvo un promedio mensual de horas invertidas en reparaciones de piezas defectuosas de 24,67 horas, mientras que, después de la implementación de las propuestas, no sólo se espera mantener un número de horas constantes con tendencias de mejora, sino que se logrará un promedio de

20,33 horas mensuales de julio a diciembre, donde diciembre presenta una reducción en los defectos debido a los descansos programados por fiestas de fin de año.

Por lo tanto, se puede decir que la implementación de las propuestas reduciría las horas perdidas por defectos en un 17,59 % de un semestre al otro. Por último, para la representación de los efectos sobre las restricciones relacionadas con los cotos por defectos en las prendas de vestir, será necesario analizar los datos de la proporción de corte versus la exportación de las prendas de vestir. Esto reflejará de otro modo la eficiencia de la empresa relacionada con la utilización de la materia prima (tejidos textiles).

Figura 93. **Gráfica de corte versus exportación en el año 2019**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

Con la información presentada en la figura anterior se puede observar que al implementar las propuestas para la reducción de las restricciones relacionadas con los costos por defectos, se espera un aumento de 91 212 unidades representando 4% más.

Así mismo, se puede observar que a partir del mes de julio la diferencia de prendas cortadas y producidas se estabilizó, por lo que la aplicación de las propuestas ayudó a equilibrar el flujo productivo, al mitigar las restricciones que provocan defectos en las prendas. Es decir, que la aplicación de las propuestas provoca que la brecha entre lo que se corta y exporta se reduzca; esto, al reducir la cantidad de defectos que hacen que se puedan exportar más prendas de vestir.

En conclusión, se puede decir que, al aplicar correctamente las propuestas detalladas en los capítulos anteriores, se logrará mitigar las restricciones por defectos en las prendas. Esto, a través del aumento de la eficiencia que se provoca al mejorar el uso de los recursos, al reducir el tiempo perdido al reparar las prendas defectuosas a través del mejoramiento en la técnica de los operarios y al controlar de manera exhaustiva el cuidado del producto y sus especificaciones. Por último, las proporciones de corte versus exportación mostrarán que entre más cerrada esté la brecha entre estos dos parámetros, la materia prima se está aprovechando de mejor manera a través de la reducción de defectos por desfase de manga, hilos sueltos y manchas en las prendas.

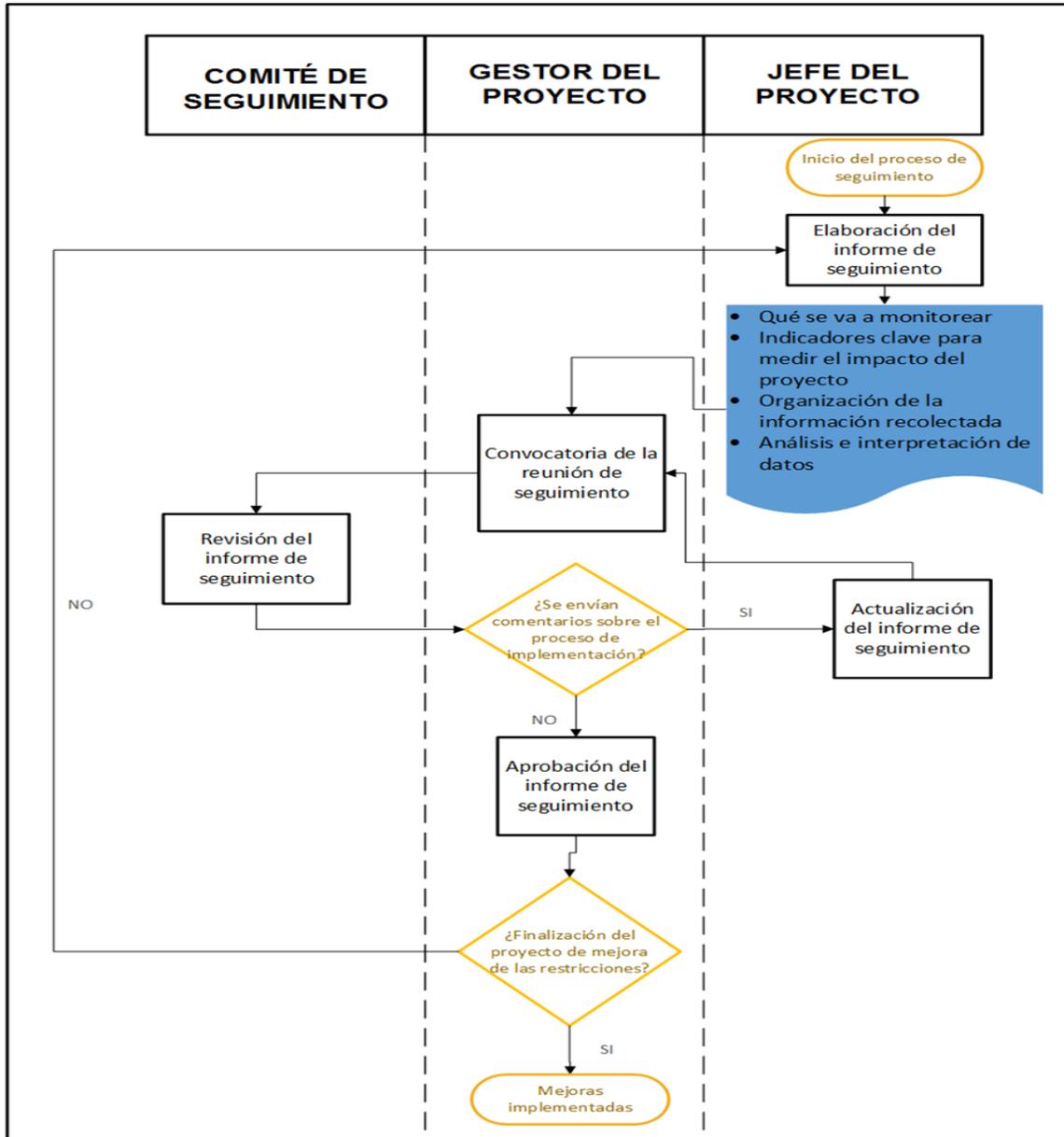
5.2.2. Aplicación del método

Una vez analizados los resultados obtenidos con la implementación de las propuestas, es necesario recalcar la importancia en la aplicación y seguimiento

del método. En este caso, se debe mencionar un «jefe de proyecto», el cual es el principal responsable de la ejecución de las propuestas. El jefe de proyecto debe estar vinculado a esta ejecución en todo momento, ya que es la persona con más conocimiento sobre las propuestas y lo que se espera alcanzar con ellas.

El seguimiento de la implementación de las propuestas es el punto más importante, ya que se pasa de lo propuesto a lo ejecutado. Por lo tanto, es necesario hacer la ejecución de las propuestas de una manera ordenada y sistemática. Esta aplicación del método se hará a través de la utilización de un flujo de actividades que permite ejecutar de forma ordenada una serie de procedimientos para controlar, medir y evaluar las acciones correctivas sobre las restricciones relacionadas con los costos por defectos del sistema.

Figura 94. Diagrama de flujo para el seguimiento de la ejecución de las propuestas contra las restricciones de la línea de ensamble



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2019.

El diagrama de flujo de la figura anterior representa los procesos, documentos y decisiones necesarios para un seguimiento sistematizado de la implementación de las propuestas contra las restricciones que generan costos por defectos en la línea de ensamble. Este diagrama también representa tres elementos importantes para la aplicación del método y estos conforman el comité de seguimiento que se encarga de la revisión y evaluación del informe de seguimiento. Estas personas serán designadas por el gestor del proyecto, ya que deben ser conocedoras de las propuestas y objetivas en su evaluación.

El otro elemento importante para aplicar las propuestas presentadas en el capítulo tres es el jefe del proyecto, el cual se encarga de elaborar y actualizar el informe con todos los cambios comentados por el comité de seguimiento y enviados por el gestor de este.

Por último, se encuentra el gestor del proyecto. Este se encarga de dirigir la aplicación de las propuestas y seleccionar y delegar a las personas correctas para su ejecución, con el fin de generar cambios en la línea de ensamble a través de la mitigación de restricciones que generen costos por defectos.

5.3. Ventajas y beneficios

Con la correcta aplicación y seguimiento del método para la mitigación de restricciones que generan prendas de vestir defectuosas, se lograrán una gran cantidad de efectos positivos en el sistema productivo de la empresa. En especial, se esperan cambios en la línea de ensamble, pero se debe hacer énfasis en las mayores ventajas y beneficios que traerá la aplicación, el seguimiento o la mejora de las propuestas presentadas anteriormente.

5.3.1. Reducción del tiempo de entrega de las requisiciones

Uno de los beneficios de la correcta aplicación y del seguimiento de las propuestas de mejora es la reducción en el tiempo de entrega de las requisiciones del cliente corporativo. Esto, a través de la reducción del tiempo perdido por la reparación de los defectos encontrados en las prendas; en especial, los de hilos sueltos y desfase de manga.

Al implementar las propuestas expuestas en los capítulos anteriores, se busca aumentar la calidad con que se ensamblan las prendas de vestir en la línea de producción. Además, se pretende hacer más fluido el proceso productivo y que los tiempos estimados por el departamento de planeación se cumplan. De esta manera, poder enviar a tiempo toda la mercadería hacia el extranjero; es decir, que no se tendrán retrasos en el proceso por la necesidad de reparar las prendas catalogadas (durante y al final del proceso) como defectuosas.

Así mismo, al aplicar las propuestas de forma correcta, se encuentra la posibilidad de disminuir el porcentaje de producción de seguridad que la fábrica produce (5 %) y, con esto, reducir la cantidad de prendas de más que se ensamblan para cubrir alguna eventualidad futura. Es decir, aumentará la eficiencia de los recursos dentro de la empresa al no producir prendas de más.

5.3.2. Equilibrio en el proceso productivo en la línea de ensamble

Uno de los tantos beneficios de la aplicación de las propuestas para la mitigación de las restricciones más importantes en la línea de ensamble (manchas en las prendas, hilos sueltos y manga desfasada) es el equilibrio del

proceso productivo. Dicho equilibrio está relacionado con la aplicación de uno de los principios básicos de la teoría de restricciones: el equilibrio del flujo de producción en el sistema.

Equilibrar el flujo productivo implica usar las capacidades de todos los recursos en relación con las restricciones o cuellos de botella del sistema, es decir, los recursos que limitan el funcionamiento adecuado de la línea de ensamble. En este caso las restricciones o cuellos de botella del sistema son las manchas en las prendas, los hilos sueltos y el desfase de la manga. Por lo tanto, para equilibrar el flujo productivo de la línea de ensamble será necesario subordinar todas las demás operaciones y procesos a las capacidades de estas restricciones, ya que sería en vano aumentar las capacidades de un recurso no restrictivo sin haber tratado un recurso restrictivo como tal. Esto se debe a que una unidad de tiempo ahorrada en un recurso no restrictivo es un espejismo para la mejora en el sistema o línea de ensamble; en pocas palabras, aumentar la capacidad en una operación que no es un cuello de botella, solo aumentará las restricciones (defectos).

Equilibrar el flujo productivo ayudará a distribuir de una mejor manera los recursos de la empresa a través de todo el sistema, lo cual genera efectos positivos como la reducción de inventarios de materia prima, el trabajo en proceso y los inventarios de producto terminado. Como resultado, se reducen los costos y aumentan las utilidades de la empresa.

5.3.3. Estímulo en el crecimiento de las capacidades técnicas de los operarios

Todas las propuestas presentadas fueron ideadas para cumplir un mismo objetivo: mejorar las capacidades técnicas de los operarios de la línea de

ensamble a través de técnicas de identificación de capacitaciones como la matriz de habilidades y técnicas, para la adecuada inducción de nuevos operarios o bien, la capacitación de operarios antiguos en ciertas operaciones del proceso. Esto se logra por medio de la exposición a material gráfico y audiovisual como los diagramas bimanuales que sirven para explicar de forma detallada la realización paso a paso de una operación.

Al hablar del beneficio de aumentar las capacidades técnicas de los operarios, también es necesario resaltar el beneficio que la empresa percibe al poseer mano de obra más calificada. Por lo tanto, es necesario entender cómo se desarrollan estos beneficios para las partes. En primer lugar, al utilizar todas las técnicas ingenieriles, como la matriz de habilidades del operario, se determinarán las falencias técnicas y actitudinales de la mano de obra relacionada con el ensamble de prendas de vestir. Posterior a esta evaluación, se podrán aplicar las técnicas para el mejoramiento de las capacidades técnicas del recurso humano a través de la capacitación con medios gráficos y audiovisuales como mantas con información, folletos con los planos de la planta, diagramas de recorrido y flujo para entender el proceso y diagramas bimanuales para mostrar la forma correcta de hacer cada una de las operaciones.

Al aplicar todas estas propuestas se verá paulatinamente una mejora en los índices de eficiencia, de calidad y, por su puesto, de costos relacionados con defectos de las prendas de vestir, lo cual evidenciará la importancia de tener una mano de obra calificada.

Por otro lado, uno de los beneficios indirectos los percibirá la empresa, ya que se hará evidente cómo los índices relacionados con los costos por defectos disminuirán, ya que los operarios ensamblarán prendas con una mayor calidad

y en el tiempo establecido. Así, se reducirán costos de manejo de materiales, trabajo en proceso y pago de horas extra; asimismo, se reducirá el tiempo por reparación y la cantidad de desperdicios, entre otros aspectos.

5.3.4. Aumento en el valor del recurso humano de la empresa

Al igual que el punto anterior, el aumento del valor del recurso humano es un beneficio para los operarios y para la empresa, ya que, en algún punto de sus efectos positivos, ambas partes toman se benefician del otro. Al ver estos beneficios desde el punto de vista de los operarios, se genera una razón para ser competitivos entre ellos. Esto provoca que se sientan motivados a mejorar la forma de hacer su trabajo a través del aprendizaje de nuevas y mejores técnicas y se estimula una mejor remuneración o beneficios por parte del patrono.

Por otro lado, la empresa se beneficia en sus índices productivos al poseer fuerza de trabajo más capacitada y dispuesta a desarrollar sus habilidades. Al mismo tiempo, la empresa beneficiará a la sociedad guatemalteca y, especialmente a la industria textil, al generar y dispersar recurso humano más capacitado en el mercado laboral.

5.4. Acciones correctivas

El conjunto de propuestas que han sido explicadas con anterioridad está sujeto a ser evaluado y mejorado según sea el caso y el interés de la persona que lo ejecute. Esto significa que ninguna propuesta es definitiva y todas pueden ser mejoradas, pero, en este caso, será necesario plantear una mejora o acción correctiva para la restricción que genera más defectos en la línea de ensamble: la aparición de manchas en las prendas de vestir.

La acción correctiva que se pretende plantear tiene relación con el mejoramiento en el seguimiento de los programas de mantenimiento, para ser más específico se propondrá «la detección del punto exacto de las fugas de aceite en las máquinas utilizadas en el ensamble de prendas de vestir». Con esto, se busca identificar qué máquinas son las más propensas a manchar las prendas en la jornada de trabajo y realizar la corrección correspondiente.

Esta acción correctiva no solamente pretende llevar un control sobre las fugas de aceite de las máquinas, sino detectarlas y atacarlas para estimular la disminución de los defectos relacionados con mancha en las prendas de vestir.

5.4.1. Aplicación

Si se tiene en cuenta que la acción correctiva se hará específicamente sobre los programas de mantenimiento en la planta, la acción correctiva se aplicará a través de la colocación de un lienzo de tela y un pedazo de papel bajo el prensatela de cada una de las máquinas de la línea.

El objetivo de esta acción correctiva sobre el programa de mantenimiento no es solamente documentar y corregir las fugas de aceite cuando se presenten en una prenda de vestir, sino que a través de la colocación del papel y tela, se puede detectar con anticipación cuáles son las máquinas que tienden a provocar manchas.

- Procedimiento para la detección de máquinas con fugas de aceite

Al final de cada jornada laboral, el personal de control de la calidad reparte los pedazos de tela y papel (de aproximadamente quince centímetros

cuadrados cada uno) a los operarios de la línea de ensamble, como se muestra en la figura posterior.

Figura 95. Repartición de lienzos de tela y papel a los operarios



Fuente: Departamento de Ingeniería, Shin Won GT.

Después, los operarios, en compañía del supervisor de cada línea, deben colocar los lienzos bajo el prensatela y dejar la aguja de la máquina insertada en el papel y la tela. Estos lienzos de tela y papel se deben dejar colocados después de la jornada laboral y durante toda la noche.

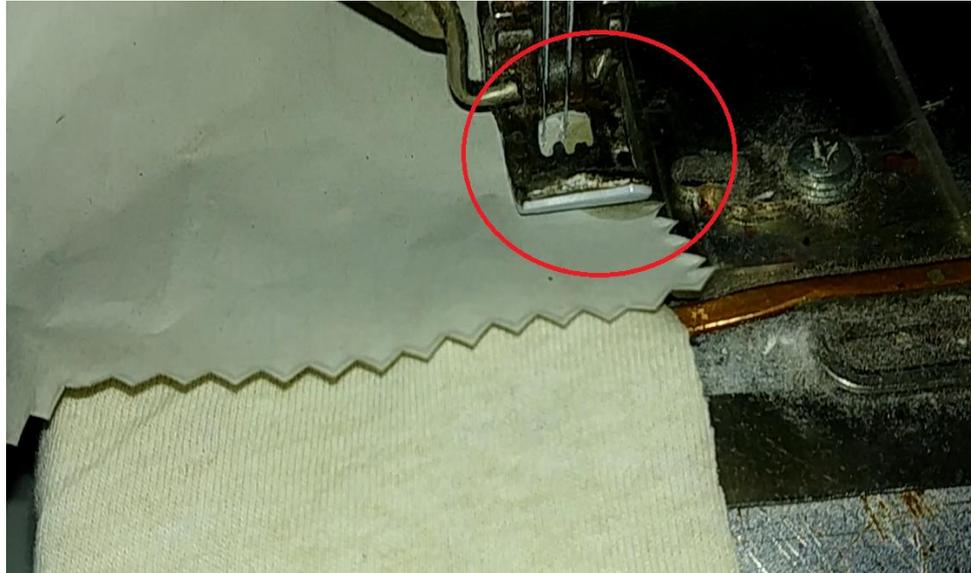
Figura 96. **Colocación de los lienzos de papel en la máquina**



Fuente: Departamento de Ingeniería, Shin Won GT.

Al siguiente día, el personal de control de calidad debe pasar por la línea revisando los papeles y midiendo cada una de las manchas formadas durante la noche para actuar bajo la siguiente condición: si al momento de revisar el papel colocado en la maquina hay una mancha de aceite con un diámetro mayor a una pulgada, se debe llamar al mecánico a cargo de la línea e informarle el problema para que realice la revisión y corrección correspondiente en cada una de las máquinas indicadas. Si la mancha es menor a una pulgada de diámetro, se obvia el problema ya que es normal que las agujas estén lubricadas.

Figura 97. **Revisión de manchas de aceite**



Fuente: Departamento de Ingeniería, Shin Won GT.

Con la aplicación de esta propuesta correctiva se evitará que la primera prenda de vestir que se ensamble en el día corra el riesgo de ser manchada por la acumulación de aceite en la máquina una noche antes. No obstante, este procedimiento se realizará para la identificación de las máquinas con fugas de aceite considerables, que no solo mancharán la primera prenda del día, sino que pueden manchar prendas durante toda la jornada laboral.

5.4.2. Revisión de resultados

Posterior la aplicación de la acción correctiva, se deben revisar los resultados de haber colocado los lienzos de tela y papel en las máquinas una noche antes de la jornada laboral. La aplicación de la propuesta es para la línea 8 de la bodega 1, es decir, la que se ha estudiado durante todo el trabajo en cuestión.

En la revisión que se hizo el día posterior a la colocación de la tela y el papel en las treinta y cinco máquinas de la línea 8, se determinó que cuatro máquinas fueron las que arrojaron resultados insatisfactorios. Estas cuatro máquinas son las más utilizadas en la línea: tres collareteras y una *Overlock*, las cuales, por su complejidad de piezas, son las que tienen una mayor cantidad de fuga de aceite.

5.4.3. Mejora continua

La mejora continua del método se debe hacer a través de la correcta implementación y, sobre todo, del estricto seguimiento del programa de mantenimiento enfocado en las manchas en las prendas de vestir. Al seguir este programa al pie de la letra, se obtendrán datos sobre manchas de aceite y, con estos datos, se sabrá de nuevas situaciones que obligarán a los responsables de ejecutar la acción correctiva a hacer mejoras en el método de detección de manchas que incrementan los costos por defectos en las prendas de vestir. La mejora continua de la corrección propuesta se puede hacer a través de la implementación del diagrama flujo de actividades para la aplicación y seguimiento sistematizado de nuevas propuestas de mejora para la reducción de costos por defecto.

5.5. Registro

Por último, después de la implementación de las propuestas, su seguimiento y la mejora de estas, es necesario registrar los avances y resultados finales. Dichos resultados se presentarán con los parámetros más importantes que identifiquen cómo estas propuestas y su implementación aportan a la reducción de los costos por defectos en las prendas de vestir.

5.5.1. Tabulación de resultados finales

Cuando se determinaron las tres problemáticas más influyentes en la generación de costos por defecto y se implementaron mejoras se determinó la mejora en eficiencia, tiempo perdido por defectos y proporción de corte versus exportación que se detallan a continuación.

Tabla XLII. **Resultados finales de la aplicación de las propuestas para la reducción de costos por defectos en las prendas**

Parámetro	Antes de la implementación (promedio)	Después de la implementación (promedio)	Diferencia
Eficiencia	76.83%	80%	+4.17 %
Tiempo perdido por defectos	23,83 horas/mes	20,33 horas/mes	3,50 horas/mes
Proporción de corte versus exportación	2 369 741 prendas exportadas	+2 460 953 prendas exportadas	+4 %

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLII muestra los resultados esperados al implementar las propuestas de mejoras para mitigar las restricciones que generan costos por defectos en las prendas de vestir.

Primero, la eficiencia de la materia prima se verá incrementada en 5 % debido al incremento de las capacidades técnicas de los operarios, al control de las manchas en las prendas y al recordatorio sobre la eliminación de hilos sueltos en las prendas de vestir.

Segundo, el tiempo perdido por la reparación de los defectos (manchas, mangas desfasadas e hilos sueltos) en las prendas de vestir se reducirá en 3,50 horas/mes en la línea ocho, lo que representará la reducción de costos de pago de mano de obra y recursos para la reparación de estos.

Por último, la proporción de corte versus exportación se verá incrementada en +91 212 prendas exportadas seis meses después de la implementación de las propuestas para estimular un incremento en las capacidades y el cumplimiento de procedimientos para el cuidado adecuado de las prendas de vestir en la línea 8 de ensamble. Esto representa +91 212 prendas exportadas a final de año, en comparación con el mes de junio, lo que significa que, si se exportan más prendas, entonces se están presentando menos prendas defectuosas en el proceso.

Por lo tanto, la adecuada implementación y el seguimiento de las propuestas asegurará que un conjunto de parámetros o índices se vean estimulados de tal manera que el costo provocado por los tres defectos más recurrentes en las prendas de vestir se disminuya.

5.6. Auditorías

Con la correcta aplicación de las propuestas para la eliminación de las restricciones que provocan que los costos relacionados a los costos por defecto se vean incrementados, se pretende incentivar cambios positivos en las auditorías del producto.

5.6.1. Internas

Durante el proceso productivo de las prendas de vestir en la línea de ensamble, se desarrollan procedimientos de verificación de calidad que se denominan auditorías internas del producto. Estas buscan asegurar la buena calidad durante el ensamble de las prendas de vestir.

Con el seguimiento en la aplicación de las propuestas de mejora se reducirán concretamente los costos por defectos; con ello, automáticamente la calidad del producto será sustancialmente mejor.

Por lo tanto, con la mejora de la calidad del producto a través de las propuestas anteriormente descritas, se deberá realizar un ajuste en la forma de realizar las auditorías internas del producto. Este ajuste se hará a través del aumento en los niveles de las tablas AQL (figuras 65 y 66) para el muestreo de las prendas de vestir.

Este aumento en los niveles de aceptación está justificado a través del aumento de la calidad en las prendas ya que, al aumentar la calidad de las prendas, los niveles utilizados anteriormente serán obsoletos. Por lo tanto, será necesario aumentar lo estricto de las auditorías internas del producto y, consecuentemente, provocar que la calidad en el ensamble de las prendas de vestir aumente periódicamente.

5.6.2. Externas

Para la mejora de las propuestas relacionadas con las auditorías externas del producto, será necesario reducir un parámetro interno de la empresa llamado comúnmente OQL. Este parámetro mide la cantidad de auditorías

externas que la empresa se ve obligada a pagar a una empresa privada para verificar y asegurar que las prendas de vestir se ensamblen con la calidad y con base en los requerimientos del cliente corporativo.

Para entrar en contexto, se debe mencionar que, por convenios con el cliente corporativo, la empresa en cuestión debe incurrir en costos relacionados con la contratación de empresas externas que se encargan de auditar y verificar la calidad del producto. Sin embargo, estos convenios son flexibles y pueden ser eliminados a través de la mejora de la calidad ya que, aunque el cliente corporativo ve con buenos ojos estos controles externos, no son obligatorios. Por lo que, a través del aumento de los niveles de aceptación de la tabla AQL provocados por la mejora de la calidad del producto a través de la implementación de las propuestas para la reducción de costos por defectos, se busca reducir los costos relacionados con el pago de los servicios prestados por la empresa externa de auditoría.

Por lo tanto, al aumentar la calidad del producto en la línea de ensamble de prendas de vestir, se buscará también eliminar los costos de las auditorías externas.

CONCLUSIONES

1. Se diseña una propuesta eficiente para disminuir la cantidad de unidades rechazadas, considerando especialmente los parámetros de medidas fuera de lugar e implementando auditorías internas.
2. El proceso de limpieza descrito en el desarrollo de la tesis está diseñado y programado para la maquinaria industrial; las herramientas auxiliares que emplean los operarios y las zonas o lugares de trabajo se incluyen en la categoría de mantenimiento preventivo.
3. Los formatos propuestos dentro del desarrollo de la tesis se encuentran sometidos a revisiones y aceptación por la Junta Directiva de la empresa, por lo cual no se pueden comercializar o vender a empresas con un giro comercial similar.
4. Se hace referencia al uso e implementación de la técnica SMED para optimizar procesos, procedimientos y ritmos de trabajo en la línea 8, además de eficientizar los tiempos de trabajo de los operarios que se encuentran comprometidos con la mejora continua y desean mejorar exponencialmente con la empresa.
5. Los principales recursos que se piensa optimizar son los desperdicios; al reducir las mermas y reprocesos, se propone el incremento en los ingresos monetarios además de influenciar directamente con los costos ocultos en la operación.

6. Los modelos de capacitaciones propuestos, además de los ciclos y formas de lograr ser compartidos y distribuidos, contemplan la penetración de información en los operarios con menores índices de producción, lo cual mejora sus resultados e incrementa el ritmo de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Implementar las propuestas descritas en el contexto y desarrollo de la presente investigación podría incrementar la producción de la empresa Shin Won GT, especialmente en el área de rechazos por los errores suscitados con los parámetros de medidas fuera de lugar.
2. Discutir la propuesta eficiente relacionada con el modelo óptimo de limpieza que se desea implementar, para coincidir con un modelo eficiente, ágil y práctico, además de que pueda ser de fácil aprendizaje para el personal a cargo de estas tareas.
3. Satisfacer la demanda actual en la implementación de las mejoras continuas con base en la implementación de los formatos propuestos para la empresa ShinWon Gt, donde se pretende no interrumpir con ciertas áreas que trabajan con ritmos eficientes y podrían ser perjudicadas.
4. Implementar la técnica SMED, estratégicamente con los supervisores de líneas de producción; al realizar la inducción primaria con ellos, se podría ofrecer un traslado de información de forma y método eficientes, además de realizarse con estrategia organizacional descendente.
5. Mejorar el modelo actual con el compromiso de los operarios, técnicos, supervisores, gerentes y todo el personal responsable con el ambiente, para impulsar la empresa a obtener la filosofía de «cero permisibilidades acerca de los desperdicios»; si los operarios logran

comprometer sus acciones diarias y su trabajo distribuido con el mínimo impacto de residuos, podría obtenerse incremento de beneficios.

6. Responsabilizar al departamento de Recursos Humanos de diseñar los ciclos y programas de capacitaciones que beneficien el trabajo colectivo dentro de la empresa, además de diseñar un modelo eficiente que permita no involucrar el tiempo estimado para capacitaciones con el de trabajo real.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. J. CHUTER. *Introduction to Clothing Production Management*. 2a ed. Estados Unidos: Wiley-Blackwell, 1995. 208 p.
2. CASTILLO RIVAS, Óscar Alexis. *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de una industria manufacturera de ropa*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 120 p.
3. DE LEÓN ESQUIVEL, David Rodolfo. *Conceptos, técnicas y herramientas útiles al ingeniero industrial aplicadas a la industria textil y de la confección*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 94 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos*. 1a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 155 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo: Medición del trabajo*. 1a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 219 p.
6. GUTIERREZ, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 p.
7. IMMER, John R. *Manejo de Materiales*. 1a ed. Barcelona: Hispano Europea, 1964. 690 p.

8. KANAWATY, George y otros. *Introducción al estudio del trabajo*. 4a ed. México: Limusa Noriega Editores, 2001. 200 p.
9. KRICK, Edward V. *Ingeniería de Métodos*. México: Limusa, 1982. 543 p.
10. MEYERS, Fred E. *Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil*. 2a ed. México: Pearson, 2000. 303 p.
11. MUNDEL, Marvin E. *Estudio de Tiempo y Movimiento Principios y Práctica*. 4a ed. México: Continental, 1975. 822 p.
12. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos*. 4a ed. México: Alfaomega, 1996. 880 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Listado de documentos actualizados para la empresa.

Número	Documento
1	Plano de la línea de ensamble
2	Diagrama de recepción y despacho de accesorios
3	Diagrama de operaciones del área de corte
45	Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso convencional
6	Diagrama de proceso de las líneas de producción: proceso modular
7	Diagrama de proceso del área de empaque
8	Diagrama de flujo para la recepción de accesorios
9	Diagrama de flujo para el despacho de accesorios
10	Diagrama de flujo para el área de corte
11	Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso convencional
12	Diagrama de flujo para líneas de producción: proceso modular
13	Diagrama de flujo para área de empaque
14	Diagrama de recorrido del proceso de producción
15	<i>Bill of Materials</i> de tela de una prenda básica
16	<i>Bill of Materials</i> para hilo de una prenda básica
17	<i>Bill of Materials</i> para accesorios de una prenda
18	<i>Bill of Materials</i> para una prenda

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Listado de documentos aportados para la empresa.**

Número	Documento
1	Matriz de evaluación de carácter y personalidad de los supervisores
2	Matriz de evaluación de las habilidades organizativas de los supervisores
3	Matriz de habilidades de liderazgo de los supervisores
4	Matriz de capacidades técnicas de los supervisores
5	Nuevo diagrama de flujo del área de corte
6	Nuevo diagrama de flujo de líneas de producción
7	Nuevo diagrama de flujo de área de empaque
8	Nuevo diagrama de operaciones de proceso del área de líneas de producción
9	Bimanual de <i>Heat transfer</i>
10	Bimanual Pegar etiqueta
11	Bimanual Unir cuello
12	Bimanual Limpieza de cuello
13	Bimanual Unir hombro
14	Bimanual Pegar cuello
15	Bimanual Pegar manga
16	Bimanual Cerrar costados
17	Bimanual Ruedo de manga
18	Bimanual Pegar cinta
19	Bimanual Sobrecostura de cuello
20	Bimanual Sobrecostura de cinta
21	Bimanual Ruedo de fondo
22	<i>Lay Out</i> de la línea de producción
23	Matriz de calificación de los operarios por la dificultad de la operación que ejecutan

Fuente: elaboración propia.