



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

MEJORA DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CALCETINES  
APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN

Autor

José Luis González Dávila

Año  
2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

MEJORA DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CALCETINES  
APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

MSc. César Alberto Larrea Araujo

Autor

José Luis González Dávila

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Mejora de los procesos de fabricación de calcetines aplicando herramientas Lean, a través de reuniones con el estudiante José Luis González Dávila, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

---

César Alberto Larrea Araujo  
Magister en Gerencia Empresarial  
C.I. 170731521-2

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Mejora de los procesos de fabricación de calcetines aplicando herramientas Lean, del estudiante José Luis González Dávila, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

-----  
Mariuxy Iveth Jaramillo Villacrés  
Master of environmental management in the field of sustainable development  
C.I. 171675433-6

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

-----  
José Luis González Dávila  
CI: 171872167-1

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por llenarme de bendiciones cada día y rodearme de personas increíbles.

A mis padres y abuelos, por todo el esfuerzo hecho por mí y por darme siempre todas las fuerzas y los mejores consejos para salir adelante.

A mi familia y amigos, que siempre están presentes y me alegran la vida.

## **DEDICATORIA**

Al que fue el mejor consejero, amigo y ejemplo. A la mejor persona que Dios pudo poner a mi lado y que siempre será eterno. A mi genio, a mi crack... a mi abuelo.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en la implementación de herramientas Lean para reducir la cantidad de productos defectuosos y mejorar los tiempos de entrega de pedidos en la empresa de producción de medias y calcetines llamada Vixitex, ubicada en la ciudad de Quito en el sector de Conocoto.

De acuerdo a la implementación de hojas de control y por medio de trabajo estandarizado se pudo evidenciar que el 8,86% del total de la producción son bienes que no superan los controles de calidad y que el 25% de pedidos realizados no son despachados en los tiempos de entrega requeridos por el cliente.

Debido a esto, se propone implementar hojas de calificación de proveedores y materia prima para poder elaborar un producto de mejor condición y con esto superar los controles de calidad.

Se pretende que la disponibilidad de la maquinaria aumente y se generen menos defectos en los productos con la creación de un plan de mantenimiento preventivo para todas las máquinas de la empresa.

El proceso que realizan los operarios debe ser estandarizado y controlado por medio de la utilización de *checklists* y creando una cultura de orden y limpieza en toda la organización, todo esto para reducir desperdicios y aumentar la productividad.

Finalmente, la implementación inicial de las herramientas Lean dentro del proceso productivo de Vixitex, generarían un ahorro considerable para la empresa. Si este proyecto se hubiera puesto en marcha durante los 23 años de funcionamiento de la empresa se estima que esta hubiera ahorrado alrededor de \$122.315,84. Los ahorros obtenidos dependen de la cantidad de producción que tenga la empresa durante el año, mientras más producción se realice más optimización se puede generar por las propuestas de mejora planteadas.



## **ABSTRACT**

The following report consists in the implementation of Lean tools in order to reduce the quantity of defective products and improve the lead times of all the orders generated in a sock factory called Vixitex, located in Conocoto.

According to the implementation of control sheets and through standardized work, it was possible to show that 8.86% of the total production of the factory are goods that do not pass quality controls and that 25% of orders placed are not shipped within the delivery dates required by the customer.

Due to this, it is proposed to implement qualification sheets for suppliers and raw materials used in the process in order to elaborate a product with better conditions and because of this, overcome quality controls.

The creation of a preventive maintenance plan for all the machines of the company is to increase the availability of the machinery and to generate fewer defective products.

The process performed by operators must be standardized and controlled by using checklists and creating a culture of order and cleanliness throughout all the organization, this would help to reduce all types of waste and increase productivity.

Finally, the initial implementation of Lean tools within Vixitex production process would generate considerable savings for the company. If this project had been implemented during the 23 years of operation of the company, it is estimated that it would have saved around \$122,315.84. The savings obtained depend on the amount of production that the company has during a year, the more production is made the more savings are generated by the continuous improvement proposals shown in this project.

# INDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Descripción del problema.....	4
1.3 Justificación .....	6
1.4 Alcance .....	7
1.5 Objetivos .....	7
1.5.1 Objetivo General .....	7
1.5.2 Objetivos Específicos .....	7
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Gestión por procesos .....	8
2.2 Estudio de tiempos .....	11
2.3 VSM (Value Stream Map) .....	13
2.3.1 Takt time .....	14
2.4 Productividad .....	15
2.5 Trabajo estandarizado .....	18
2.6 5S's.....	22
2.7 Kanban .....	26
2.8 Andon – Administración visual.....	27
2.9 Ciclo PHVA.....	29
2.10 Mantenimiento Productivo Total.....	32
3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL.....	33
3.1 Entorno de la empresa.....	33
3.2 Funcionamiento interno .....	35
3.2.1 Mapa de procesos.....	35
3.2.2 Diagrama de procesos .....	37
3.3 Generalidad de la maquinaria .....	39
3.4 Distribución de planta.....	40
3.5 VSM.....	43
3.6 Pedidos incumplidos .....	46
3.6.1 cinco por qué pedidos con retrasos.....	47

3.7 Productos con falla .....	51
3.7.1 Análisis de medias con falla por peso .....	52
3.7.2 Espina de pescado.....	54
3.7.3 Análisis de medias con falla de manera unitaria .....	55
<b>4. CAPÍTULO IV. PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>61</b>
4.1 Hoja de control de calidad .....	62
4.1.1 Utilización hoja de control de calidad .....	64
4.1.2 Resultados implementación hoja de control de calidad.....	65
4.2 Hoja de calificación de proveedores.....	66
4.2.1 Parámetros para el desarrollo de la hoja de clasificación de proveedores .....	67
4.2.2 Utilización hoja de calificación de proveedores .....	68
4.3 Hoja de calidad – Atoramiento de hilo en tensores .....	71
4.4 Hoja de calidad - Encolamiento.....	71
4.5 Análisis de datos obtenidos.....	73
4.6 <i>Checklist</i> de puesta en marcha .....	75
4.6.1 Utilización <i>checklist</i> de puesta en marcha.....	77
4.7 Kanban en bodega .....	78
4.8 <i>Checklist</i> para implementación de 5S's.....	79
4.8.1 Utilización <i>checklist</i> de 5S's .....	80
4.8.2 Categorías del <i>checklist</i> de 5S's .....	81
4.9 Tablero PHVA.....	83
4.10 Andon .....	85
4.11 Plan de mantenimiento.....	85
4.11.1 Análisis de categorías .....	86
4.11.2 Análisis de fechas para mantenimiento.....	87
4.11.3 Utilización del <i>checklist</i> de plan de mantenimiento .....	89
<b>5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>90</b>
5.1 Análisis de la propuesta de mejora.....	90
5.1.2 Categoría de hilatura.....	90
5.1.2 Categoría de maquinaria.....	91
5.1.3 Categoría de procedimiento .....	92
5.2 Análisis general .....	94
5.2.1 Cantidad de productos defectuosos .....	94

5.2.2 Ahorros generados.....	95
5.2.3 Costo de reprocesos .....	98
5.3 MTBF .....	99
5.4 Análisis económico .....	103
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>107</b>
6.1 Conclusiones.....	107
6.2 Recomendaciones .....	109
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medias casuales hombre y mujer .....	2
Figura 2. Valetas hombre y mujer .....	2
Figura 3. Deportivas/no show hombre y mujer .....	2
Figura 4. Área de tejeduría.....	4
Figura 5. Mapa de procesos.....	9
Figura 6. Diagrama para la fase “Planear” .....	30
Figura 7. Diagrama para la fase “Hacer” .....	31
Figura 8. Herramienta para la fase de “Verificar”.....	32
Figura 10. Diagrama de procesos Vixitex.....	38
Figura 11. Layout actual de planta Vixitex.....	41
Figura 12. VSM (Value Stream Map) .....	44
Figura 13. Histograma de pedidos con retrasos.....	47
Figura 14. Espina de pescado medias con falla .....	54
Figura 15. Diagrama de Pareto .....	60
Figura 16. Distribución de errores antes de la implementación.....	94
Figura 17. Distribución de errores después de la implementación .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagrama de flujo .....	10
Tabla 2 Sistema Westinghouse para calificar esfuerzos .....	12
Tabla 3 Sistema Westinghouse para calificar esfuerzos .....	12
Tabla 4 Hoja de medición de tiempos .....	20
Tabla 5 Capacidad de operación.....	20
Tabla 6 Tabla combinada de operaciones estandarizadas .....	21
Tabla 7 Trabajo estándar .....	21
Tabla 8 Instrucciones de operación.....	22
Tabla 9 Ejemplo checklist 5S's.....	25
Tabla 10 Descripción maquinaria.....	39
Tabla 11 Causas de pedidos con retrasos .....	47
Tabla 12 Pedidos por clientes para análisis por peso .....	53
Tabla 13 Total, de producción tejeduría .....	57
Tabla 14 Resumen de producción de medias con falla por unidades .....	57
Tabla 15 Datos para el diagrama de Pareto.....	59
Tabla 16 Resumen de maquinaria .....	63
Tabla 17 Total, de medias con falla por categoría.....	65
Tabla 18 Sistema de calificación de proveedores .....	69
Tabla 19 Resumen de calificaciones a proveedores .....	69
Tabla 20 Resumen medias con falla por máquina .....	74
Tabla 21 Mejora de los errores por categoría.....	94
Tabla 22 Categorización de medias con falla.....	96
Tabla 23 Costos de reprocesos actual .....	98
Tabla 24 Costo de reprocesos propuesto .....	99
Tabla 25 MTBF # 1 SOOSAN 144 AGUJAS .....	100
Tabla 26 MTBF # 2 SOOSAN 156 AGUJAS .....	100
Tabla 27 MTBF # 3 SOOSAN 168 AGUJAS .....	101
Tabla 28 MTBF # 4 LONATI 144 AGUJAS.....	101
Tabla 29 MTBF # 5 IRMAC 120 AGUJAS.....	102
Tabla 30 MTBF # 6 IRMAC 136 AGUJAS.....	102

Tabla 31 Inversión del proyecto .....	103
Tabla 32 Costos del proyecto.....	103
Tabla 33 Ahorro productivo .....	104
Tabla 34 Ahorro reprocesos .....	104
Tabla 35 Cálculo del TIR y VAN.....	105

## 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Vixitex es una empresa ecuatoriana constituida como “artesanal” a finales del año 1992. En octubre de 1995 inició su proceso de producción. En el año 2008 inició un proceso de estudio de inversión que finalizó a fines del 2009 con un cambio de planta y un crecimiento general del negocio. La empresa nació por la necesidad de tener en el mercado un producto de alta calidad y exclusividad, guardando la mejor relación de servicio y fidelidad para con los proveedores y clientes. Actualmente la organización trabaja con Responsabilidad Social, cuidando el medio ambiente y generando empleo de inclusión social.

En lo social, su principal compromiso ha sido brindar empleo a personas con discapacidad, mujeres y hombres con problemas de abandono de hogar, mujeres maltratadas y jóvenes recién graduados. La empresa tiene un enfoque medio ambiental en ahorro de energía, limpieza, reutilización y disminución el ruido.

La empresa Vixitex se dedica a la elaboración de medias casuales y deportivas para hombres, mujeres y niños. Las medias son de algodón, bambú, CoolMax (PES), y fibras especiales en mezcla con spandex Lycra, nylon y elastano (elástico). También se produce artículos manufacturados como carteras, porta laptops en yute, lonas de algodón y se utiliza PET recuperado de las botellas de plástico.





Figura 1. Medias casuales hombre y mujer



Figura 2. Valetas hombre y mujer



Figura 3. Deportivas/no show hombre y mujer

Los principales canales de distribución son las cadenas de ventas por departamentos como Marathon Sports, Megamaxi de Corporación Favorita, Mi Comisariato de Corporación El Rosado, Almacenes Deprati, Colegios de Quito, Guayaquil, Ambato, Loja, Cuenca, entre otros. Otro tipo de clientes son tiendas como INDIE, Chullamedia, Lonesome George & Co., entre otras. Se maneja marcas propias y registradas más marcas blancas de los clientes mencionados.

La organización ha recibido certificados como el de cumplimiento de estándares para el uso de Lycra en sus productos, esto se lo obtuvo por medio de pruebas de calidad del producto (en Brasil y Colombia) y; obtuvieron la distinción de ser los segundos mejores proveedores en cuanto a métricas de calidad por parte de DePrati.

Actualmente Vixitex cuenta con ocho colaboradores directos y dos externos (contabilidad y mantenimiento electrónico). Los ocho colaboradores directos se dividen en administrativos y de producción, dando como resultado tres colaboradores administrativos y cinco de producción. Aparte de los colaboradores externos la empresa externaliza la mayoría de sus mantenimientos, tanto preventivos como correctivos, y el transporte de materia prima, como de producto final.

La empresa se encuentra ubicada en una zona muy segura, de fácil acceso por las varias vías en buen estado, que cuenta con todos los servicios básicos de infraestructura moderna como luz de voltaje requerido para la industria, agua potable, telefonía fija y móvil, internet, transporte, salud, etc. Se encuentra en la Provincia de Pichincha, cantón Conocoto, barrio La Moya, en la calle Juan Montalvo E7-148 y calle E8 (Mejía), por el Valle de los Chillos, considerado zona segura por si hubiese cualquier eventualidad volcánica o de otro riesgo. La planta está bien distribuida y tiene una extensión de 1735 m<sup>2</sup>, con una construcción de 950 m<sup>2</sup> y cuenta con maquinaria de última tecnología.



Figura 4. Área de tejeduría

El propósito de la empresa es afianzarse mejor en el mercado, importar hilo de algodón y nuevas fibras especiales certificadas a un mejor precio para abaratar costos, marcar nueva moda y tendencia en el mercado, crear nuevas líneas de producción (bolsas de tela, zapatillas para la casa, mascarillas, gorras, overoles) con diferentes materiales naturales y de reciclaje y desarrollo de ropa de trabajo para el medio laboral cumpliendo especificaciones de ergonomía y seguridad.

La organización busca diversificar y desarrollar productos para cumplir con las necesidades del cliente y del mercado, convirtiéndose en una Pyme en crecimiento. Actualmente existe una gran dificultad debido al acceso financiero limitado durante estos últimos 4 años; donde, se tuvo que incluir capital personal para poder sostener el negocio, lo que mantiene a la empresa en un permanente estado de vulnerabilidad.

## 1.2 Descripción del problema

En la fabricación de medias se generan productos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos por la empresa, en términos de calidad intrínseca del producto y/o tiempo de entrega.

Producto rezagado es el bien que no cumple con la calidad intrínseca. Estos se categorizan en dos tipos conforme a su funcionalidad, por lo tanto, se

denominan “medias de segunda” a aquellas que poseen errores perceptibles, pero conservan sus propiedades y pueden ser utilizadas por el usuario final. Por otro lado, las “medias de tercera” se consideran como un producto defectuoso que no se puede entregar al usuario final y tampoco se puede reprocesar.

De esta manera, se identifica las posibles causas que influyen en la reducción de la calidad del producto final. Se han dividido en tres principales categorías, la materia prima, que se relaciona con el producto que es entregado por los proveedores, como el algodón, elastómero, Naylon y Lycra. El hilo de algodón pierde sus propiedades cuando existe un tensionamiento excesivo en el proceso de enconado, por lo que se encuentra bajo cierta presión que impide que la máquina de tejeduría pueda desenrollar el hilo de manera homogénea. Mientras que el elastómero es un hilo encolado que posee la característica de ser adhesivo, por lo que, en ocasiones, al extraer el hilo este se pega con mayor fuerza provocando que la máquina no pueda tejer el elástico de la media de manera correcta. Si existe un encolado suave y la máquina arrastra el hilo con facilidad, se forma un elástico ancho, mientras que, si el encolado es fuerte y la máquina hace un esfuerzo elevado en el arrastre, el elástico se acorta y se forma un cuello. Así mismo, para la alimentación de Lycra a la máquina, el ambiente del área de producción debe tener una temperatura y humedad específica, caso contrario la máquina no podrá tejer de manera uniforme.

Con respecto a la maquinaria, el mantenimiento se realiza de manera reactiva, es decir, las máquinas son reparadas solo cuando se generan errores debido a la rotura de agujas, platinas, selectores y cauchos de pistones; como también fallas relacionadas con el sistema eléctrico de la máquina. Existen también otras máquinas que se ven involucradas en el proceso, pero no se consideran vulnerables a fallos potenciales.

El responsable del mantenimiento mecánico básico es un colaborador designado. Sin embargo, cuando existen problemas eléctricos o problemas

mecánicos complejos se contrata a técnicos expertos en este tipo de maquinaria. Por lo que se requiere el servicio de mantenimiento de un tercero.

Y, por último, existen fallas en el procedimiento por la falta de atención del personal, como la selección incorrecta de la materia prima a utilizarse en el pedido, descuidos en el proceso de remallado y errores en la configuración de la maquinaria al momento de iniciar un nuevo pedido o diseño. Considerando que no se han estandarizado los procesos, los operarios realizan sus actividades basándose en la experiencia y en el método de operación de la empresa.

En relación con el problema de calidad tomado como el tiempo de entrega de un producto, la empresa ha tenido problemas con la preparación de los pedidos debido a que el producto no se encuentra disponible para la entrega en la fecha determinada por el cliente. Este último aspecto se genera por los errores antes mencionados y que provocan reprocesos o desperdicios a lo largo de toda la cadena de producción.

### **1.3 Justificación**

En el proceso de tejeduría de Vixitex se producen alrededor de 8,86% de medias con falla y que no superan el control de calidad, por lo tanto, no son despachadas en los pedidos y tampoco son facturadas. De este porcentaje, un 5,95% corresponde a “medias de segunda” y un 2,91% a “medias de tercera”. Como se mencionó anteriormente, las “medias de segunda” son calcetines que, a pesar de tener errores, conservan sus características y pueden ser utilizados por un usuario final. De tal manera que este tipo de producto puede ser vendido a otro segmento de clientes. Por otro lado, las “medias de tercera” son productos considerados como desperdicio, ya que no pueden ser vendidos ni reutilizados en el proceso.

Los datos antes mencionados reflejan que Vixitex pierde aproximadamente un 3% de toda su producción. Por tal motivo, es necesario estandarizar los

procesos y utilizar herramientas Lean que permitan disminuir el porcentaje de producto con fallas, optimizar los procesos, y aumentar la productividad de la empresa. Ya que la compañía no cuenta con la inversión ni el capital necesario para lograr competir de manera óptima, se requiere gestionar de mejor manera los recursos de las áreas involucradas en la producción, permitir que la organización pueda satisfacer la demanda y cumplir con los plazos de entrega.

#### **1.4 Alcance**

Este proyecto busca proponer mejoras en los procesos de almacenaje, fabricación de medias y etiquetado en la empresa Vixitex con el propósito de mejorar su productividad y reducir desperdicios por medio del uso de herramientas Lean como 5S's, Kanban, Andon, TPM y trabajo estandarizado.

Este proyecto busca diagnosticar a la empresa en general y poder visualizar de manera objetiva su situación frente al mercado y la competencia. Una vez realizado esto, se debe identificar los problemas y realizar un análisis de causas por medio de la obtención de información y el uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa o los 5 por qué. Finalmente, es necesario diseñar una propuesta para la solución de los problemas diagnosticados en los pasos anteriores.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de mejora para el aumento de la productividad en los procesos productivos de la empresa Vixitex utilizando herramientas Lean como 5S's, Kanban, Andon, TPM y trabajo estandarizado.

##### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Recolectar información sobre los procesos en las áreas de producción para determinar el problema al que se enfrenta la organización.
- Identificar y clasificar los problemas encontrados en las diferentes áreas de producción de la empresa.
- Diseñar una propuesta de mejora de los procesos utilizando herramientas Lean para solucionar los problemas potenciales dentro del área de producción.
- Realizar un análisis comparativo para determinar el beneficio de las propuestas de mejora presentadas.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Gestión por procesos**

Un proceso es un conjunto de actividades relacionadas entre sí. El proceso se basa en entradas (inputs) que por medio de una transformación llegan a ser salidas (outputs). Es importante que se de un valor agregado en cada actividad dentro de la transformación de los inputs. Factores importantes que intervienen en el proceso son los siguientes: talento humano, materiales, métodos, documentos e información (AITECO Consultores, 2016).

Como mencionan varios estudiosos de la gestión por procesos, “las empresas y/o las organizaciones son tan eficientes como sus procesos” (Maldonado, 2011). Es por esto por lo que la gestión por procesos es necesaria en las empresas, ya que se encarga de determinar que procesos deben ser rediseñados o mejorados. También da a conocer la configuración de los procesos, así como sus fortalezas y debilidades, para poder realizar planes de mejora que permitan a la organización alcanzar los objetivos propuestos.

Es importante que los procesos sean mejorados continuamente y, por lo tanto, cumplan con el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Con esto se

puede alcanzar la excelencia empresarial y cumplir con una visualización de los procesos orientada al cliente (Maldonado, 2011).

Los pasos para la gestión por procesos son los siguientes:

- 1) Identificar los clientes y sus necesidades
- 2) Definir productos/servicios
- 3) Desarrollar el mapa de procesos
- 4) Describir procesos
- 5) Diagramar procesos
- 6) Análisis de datos y mejora del proceso

El mapa de procesos determina la secuencia y la interrelación de los procesos de la empresa mediante un esquema. Este esquema también muestra una visión global de los procesos de la empresa y su división en las siguientes categorías: Estratégicos, productivos y de apoyo. Los procesos estratégicos son los procesos que ayudan al correcto funcionamiento del negocio (procesos gerenciales) y son basados en el cliente. Los procesos operativos son los procesos que dan el valor agregado al bien o al servicio. Finalmente, los procesos de apoyo son los que complementan a los procesos estratégicos o productivos (Álvarez, 2012).

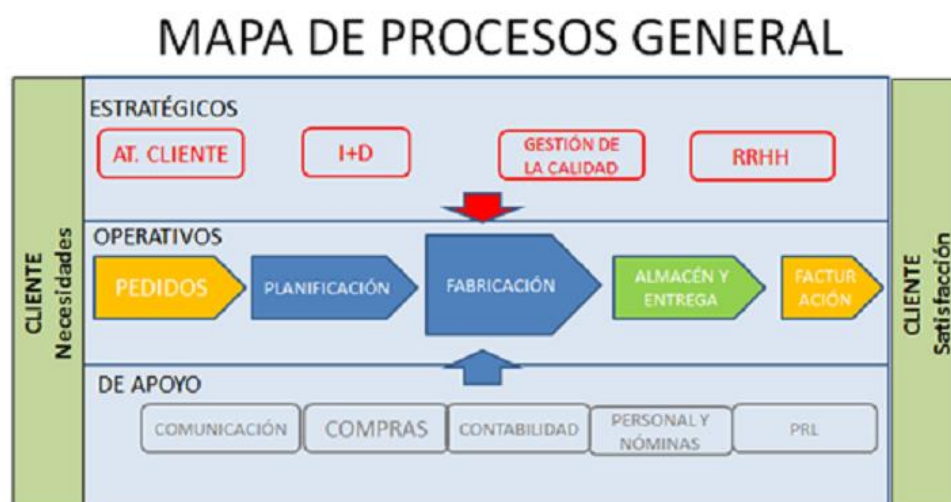


Figura 5. Mapa de procesos  
Tomado de (Pro Optim, 2017)



Para diagramar los procesos existen herramientas como el diagrama de flujo que es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se repiten de manera continua en el proceso. Normalmente los diagramas de flujo son basados en la transformación dentro del proceso productivo y pueden tener un nivel de detalle macro, medio y micro (Inmaculada Blaya, 2006).

Los diagramas de flujo son importantes dentro del proceso ya que permiten ver dónde existen desperdicios como esperas, transporte, almacenaje, inspecciones, entre otros. La simbología utilizada para estos diagramas es la propuesta por la ASME (American Society for Mechanical Engineering) y representan el diferente tipo de actividades dentro del proceso.

Tabla 1  
Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO									
EMPRESA:		PAGINA:	1/2						
DEPARTAMENTO:	Producción	FECHA:	01/09/2015						
PRODUCTO:	Catres	METODO DE TRABAJO:	Real						
DIAGRAMA HECHO POR:		APROBADO POR:							
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS			OBSERVACIONES		
	u	m	min	○	⇒	□		▷	▽
Plancha de Acero 4x9" x 1/4									
A la guillotina									
En espera acumulación de paquetes de planchas									
Colocar una plancha en la Guillotina									
Cortar 48" x 18"									
Colocar planchas de nuevo a la Guillotina									
Cortar 24" x 18"									
Acumulación de planchas en el suelo									
Operario lleva las planchas a la Mesa									
A la Prensa Cortadora									
Cortar cuatro esquinas									
Salida de Desperdicio									
Inspeccionar									
Al estampado									
Estampar diagonales de la plancha									
A la prensa dobladora									
Hacer tres dobleces en los lados de la plancha									
Inspección de dobleces									
A prensa mecánica									
Doblado de los dos lados restantes 90°									
Inspecciona									
A soldadura									
Ingreso parte N° 2 (Tubos de 5.30m x 1 1/2")									
Tubos a Máquina de Corte									
Corte en dos partes (2.65m 2.25m)									
A área de doblado									
Doblar en 90°									
Desajuste y se saca el tubo									
Se introduce el otro extremo									
Inspección de Dobleces									
A área de soldadura									
Tenido travesaños, los marcos tubulares, planchas para cabecera y piecera									
Materiales a área de soldadura									
Marco tubular a dispositivo para soldar									
Plancha a dispositivo para soldar									
Travesaño a dispositivo para soldar									
Soldar dos extremos la plancha en seis puntos del marco tubular									
Inspeccionar la soldadura									

Tomado de (Rachel, 2015)

## 2.2 Estudio de tiempos

El principal objetivo del estudio de tiempos es poder establecer estándares de tiempos (estándares de producción) en los procesos. Los estándares de tiempo establecidos con precisión aumentan la eficiencia de los procesos, del equipo y de los operarios al realizar su trabajo. Por el contrario, los estándares de tiempo mal establecidos llevan a costos altos, insatisfacción de los colaboradores y fallas generales en la empresa.

Para realizar el estudio de tiempos es necesario que el método a analizar este estandarizado en todos sus puntos y que el operario esté totalmente familiarizado con el. Los analistas deben informar al operario que se realizará el estudio para que así él aplique el método correcto y cumpla con todos los detalles en el desarrollo de la actividad. Es indispensable que el puesto de trabajo este siempre abastecido de materiales y materias primas para que así no exista ningún faltante ni errores en las mediciones.

El analista del estudio de tiempos debe estar seguro de que el método usado por el operario es el adecuado, debe tomar los tiempos con precisión, evaluar el trabajo del operario con honestidad y no criticar al operario. Es necesario que el analista tenga ciertas competencias como honestidad, tacto, buenas relaciones interpersonales, paciencia, entusiasmo y buen juicio (Andris, 2014).

El tiempo normal es el tiempo que requiere un operario calificado para realizar el mismo trabajo durante el día. Es necesario realizar un mínimo de diez mediciones al mismo proceso y al mismo operario. Ya que el tiempo normal está directamente relacionado con la calificación del desempeño, es necesario seleccionar un operario capacitado y que realice sus actividades a un ritmo aceptable durante el día de trabajo. La siguiente ecuación muestra el cálculo para el tiempo normal:

Ecuación 1. Tiempo Normal

$$TN = TO \times C/100$$

Dónde:

TN: Tiempo normal

TO: Tiempo observado

C: Calificación del desempeño

Para calcular la calificación de desempeño (C) se utilizan las siguientes tablas:

Tabla 2  
*Sistema Westinghouse para calificar esfuerzos*

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Tomado de (Andris, 2014)

Tabla 3  
*Sistema Westinghouse para calificar esfuerzos*

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Adaptadas de (Andris, 2014)

Para calcular la calificación del desempeño (C) se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 2: Calificación del desempeño

$$C = \left( 1 + \sum (\text{habilidad} + \text{esfuerzo}) \right)$$

El tiempo estándar es el tiempo que requiere un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un ritmo estándar y realizando un esfuerzo promedio. A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo del tiempo estándar:

Ecuación 3: Tiempo estándar

$$TE = TN(1 + holgura)$$

Dónde:

TE: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

Como se ve en la ecuación 3, para el cálculo del tiempo estándar se toman en cuenta suplementos u holguras que son las interrupciones que tiene el operario durante el día. Estas interrupciones se califican en tres clases. La primera son las interrupciones personales (ir al baño o tomar agua), la segunda se trata de la fatiga acumulada durante la realización de actividades y la tercera pasa cuando existen retrasos inevitables (roturas/problemas de herramientas, interrupciones de los supervisores, variaciones del material/materia prima). Existen varias tablas para calcular los diferentes tipos de holguras que estarán presentes en el estudio de tiempos y en el cálculo del tiempo estándar (Andris, 2014).

### **2.3 VSM (Value Stream Map)**

VSM (Value Stream Map) o mapa de valor es una herramienta que permite ver gráficamente todo el flujo de producción de la compañía y también la cadena de suministro de la misma. El VSM ayuda a ver el flujo de materiales e información a medida que el producto sigue con su transformación. Esta herramienta ayuda a detectar actividades que no generan valor al proceso (Socconini, 2014).

Los siguientes pasos explican cómo implementar un VSM:

- 1) Seleccionar la familia de productos
- 2) Dibujar los procesos de producción básicos y recolectar datos de los mismos (tiempo de ciclo, inventario, capacidad, entre otros)
- 3) Trazar el mapa de flujo del material
- 4) Dibujar el mapa de información del flujo entre cliente y empresa
- 5) Calcular el lead time del producto y proceso
- 6) Calcular el Takt Time
- 7) Identificar desperdicios

Una vez realizado este proceso se obtiene el VSM actual, que es un documento que muestra los desperdicios en todo el flujo de producción. En este VSM se puede evidenciar el inventario por cada proceso y su capacidad, disponibilidad y eficiencia. Es necesario diseñar un nuevo mapa de valor con un enfoque lean y con soluciones a los problemas obtenidos en el VSM actual. Para esto es necesario realizar lo siguiente:

- 1) Producir con el takt time
- 2) Implementar procesos en flujo lineal
- 3) Usar sistemas kanban
- 4) Balancear las líneas y nivelar la producción

Implementando estos pasos se obtiene el VSM futuro que da a conocer la mejor solución a corto plazo del flujo de producción y es un plan de acción para implementar las herramientas Lean en los procesos que lo requieran (Ruiz, 2013).

### **2.3.1 Takt time**

El takt time marca el ritmo en que hay que producir para poder cumplir con la demanda en el tiempo establecido. Todos los operarios deben adaptarse a este

tiempo para poder evitar paras, esperas o ineficiencias (Tolosa, 2017). El takt time se obtiene de la siguiente manera:

Ecuación 4. Takt Time

$$TT = \frac{TD}{D}$$

Dónde:

TT: Takt Time

TD: Tiempo disponible (segundos)

D: Demanda

En el VSM se compara el takt time con el tiempo de ciclo de cada actividad o proceso. El tiempo de ciclo individual es el tiempo que dura cada operación mientras que el tiempo de ciclo total es el tiempo que duran todas las operaciones. El tiempo de ciclo total es la suma de todos los tiempos de ciclo individuales de todas las operaciones del proceso (Socconini, 2015).

Cuando el tiempo de ciclo resulta ser mayor al takt time se puede decir que existe un cuello de botella en el proceso ya que la operación no está cumpliendo con el ritmo de producción ya que se demora más y, por lo tanto, no llega a cumplir con la demanda esperada o planificada. Cuando existen estos casos es necesario realizar un estudio para determinar las causas o causa raíz del problema y poder crear planes de acción para resolver el inconveniente.

## 2.4 Productividad

Todas las empresas necesitan insumos para su correcto funcionamiento. Estos insumos son materiales, máquinas, mano de obra, métodos y medio ambiente o como comunmente le llaman a este grupo, 5M's. Todo los insumos que tienen las empresas tienen un valor que se termina convirtiendo en un costo para las organizaciones y que, por lo tanto, reducen la utilidad de la empresa.

Cuando las empresas tienen problemas de liquidez o problemas económicos intentan reducir los costos por medio de una disminución de insumos (5M's) como, por ejemplo: despidiendo personal, reduciendo mantenimiento de maquinaria, bajando la calidad de los productos, entre otros. Estas maneras de atacar a los problemas de las empresas producen un impacto inmediato, pero no resuelven el problema ya que la principal fuente de pérdidas en los procesos de las organizaciones son los desperdicios y estos no son erradicados solo intentando ajustarse en costos.

Como se habló anteriormente en gestión por procesos, los procesos necesitan entradas (inputs) para poder realizar una transformación y dar un valor agregado para que se produzcan salidas (outputs). Existen diferentes salidas de los procesos o de la empresa: productos terminados, cantidad de producto terminado, costo de los mismos, tiempo en que se demora hacer el producto, accidentes que ocurren en el proceso, motivación de la gente e impacto en el medio ambiente. Por lo tanto, la productividad es la relación de los insumos con las salidas y cuando se habla de mejora de productividad se habla de obtener mejores resultados en el proceso. El objetivo de mejorar la productividad es "hacer más con menos". Es decir, tener más salidas y menos entradas (Socconini, 2015).

Existe una ecuación sencilla que mide la productividad y es la siguiente:

Ecuación 5. Productividad

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

En la mayoría de las empresas existe muchos desperdicios. Incluso hay veces que solo el 5 o 10% de las actividades terminan agregando valor al producto o servicio, el restante son desperdicios. Las consecuencias de tener desperdicios en el proceso son las pérdidas de tiempo, capacidad, recursos y oportunidades. Es por esto por lo que si se elimina el desperdicio se puede tener una organización exitosa y competitiva.

Existen requisitos para poder eliminar los desperdicios como:

- Tener un fuerte liderazgo
- Capacitar al personal sobre la mejora continua
- Estar vinculado con la realidad actual
- Tener una visión clara del futuro de la organización
- Tener una organización participativa
- Tener planes y estrategias definidas
- Que todo el personal conozca los planes y las estrategias (misión, visión y objetivos)
- Determinar qué desperdicios afectan a la empresa
- Reconocer el impacto de estos desperdicios sobre la empresa
- Convencer a todo el personal sobre la importancia de eliminar los desperdicios identificados

La productividad tiene problemas que limitan los resultados que se podrían obtener con los recursos que la empresa posee y son la sobrecarga (muri), variabilidad (mura) y el desperdicio (muda).

La productividad de los trabajadores disminuye cuando se le da cargas que rebasan su capacidad. Cuando a la maquinaria o a la mano de obra se los hace trabajar sobre su capacidad existe una pérdida de productividad ya que estos recursos se llegan a cansar o a dañar y bajan su producción. Incluso se puede tener problemas más graves ya que la sobrecarga puede terminar en enfermedades del trabajador y daños graves en la maquinaria, situaciones que podrían terminar parando la línea de producción.

La variabilidad se describe como la falta de uniformidad. Cuando hay falta de uniformidad en las entradas del proceso se produce una falta de uniformidad en la salida también, generando productos o servicios que no son uniformes y que muestran variabilidad. Esto puede causar problemas a los clientes y, por lo tanto, afectar al proceso y a la productividad. Es necesario determinar si la



variabilidad de los procesos es natural. Si la variabilidad es natural significa que el proceso está controlado. El cálculo de la variabilidad total es el siguiente:

Ecuación 6. Variabilidad total

$$\text{Variabilidad total} = \text{variabilidad materiales} + \text{variabilidad máquinas} + \text{variabilidad mano de obra} + \text{variabilidad método}$$

Los desperdicios son sinónimos de excesos. Los siete desperdicios deben ser entendidos, detectados, tratados y eliminados o minimizados todos los días de las empresas. Se define como desperdicio a toda actividad o esfuerzo innecesario realizado que no sea el esencial para agregar valor. Por lo tanto, las actividades que agregan valor son las que generan un cambio que el cliente requiere tanto en el producto como en el servicio. Las actividades que no agregan valor generan un costo a la institución y afectan a la productividad. Los desperdicios se clasifican en siete grupos:

- 1) *Muda* de sobreproducción
- 2) *Muda* de sobre inventario
- 3) *Muda* de productos defectuosos
- 4) *Muda* de transporte de materiales o herramientas
- 5) *Muda* de procesos innecesarios
- 6) *Muda* de espera
- 7) *Muda* de movimientos innecesarios del operario

Para eliminar los desperdicios es necesario un análisis profundo de las causas para cada uno de ellos y obtener soluciones o oportunidades de mejora para así poder establecer proyectos de mejora y con esto aumentar la productividad, es decir, mejorar los procesos (Socconini, 2015).

## 2.5 Trabajo estandarizado

El trabajo estandarizado busca que las operaciones y los procesos se hagan siempre de la misma manera, consiguiendo la excelencia operacional. Esta

herramienta busca definir la manera más eficiente de realizar el trabajo y crear un método para poder conseguir la mejor calidad y reducir los costos. El trabajo estandarizado se compone del takt time, la secuencia de las operaciones y el inventario necesario para el proceso.

Al estandarizar las operaciones se crea una metodología que ayuda en la evaluación, administración y mejora de los procesos. La implementación busca:

- Asegurar la secuencia lógica en las actividades del operario
- Basarse en el control visual para la detección de problemas
- Comparar los resultados de los procesos objetivamente
- Iniciar acciones de mejora
- Documentar fácilmente las mejoras
- Brindar seguridad
- Mejorar la productividad
- Balancear las líneas
- Cumplir el takt time
- Reducir la curva de aprendizaje de los operarios

Para implementar un trabajo estándar se tiene que cumplir los siguientes pasos:

- 1) Seleccionar un proceso o una operación
- 2) Tomar los tiempos correspondientes (estudio de tiempos)

Tabla 4  
 Hoja de medición de tiempos

PROCESO		HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha análisis	Numero del proceso
																	Hora análisis	Observador
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido mas bajo

Tomado de (Socconini, 2014).

3) Calcular la capacidad de la operación

Tabla 5  
 Capacidad de operación

Gerente		CAPACIDAD DE OPERACIÓN										Parte No.	Tipo prod.	Fecha:	
Asistente												Nombre	Partes/Producto	Sección	18.2
Sección	Nombre de proceso	Maquina No.	Tiempo estándar						Cambios de herramienta		Capacidad de Manufactura	Observaciones			
			Manual		Automático		Total		Intervalo de cambios	Tiempo de cambio					
			min	sec	min	sec	min	sec							

Tomado de (Socconini, 2014)

4) Diseñar la secuencia óptima de trabajo en base a la capacidad

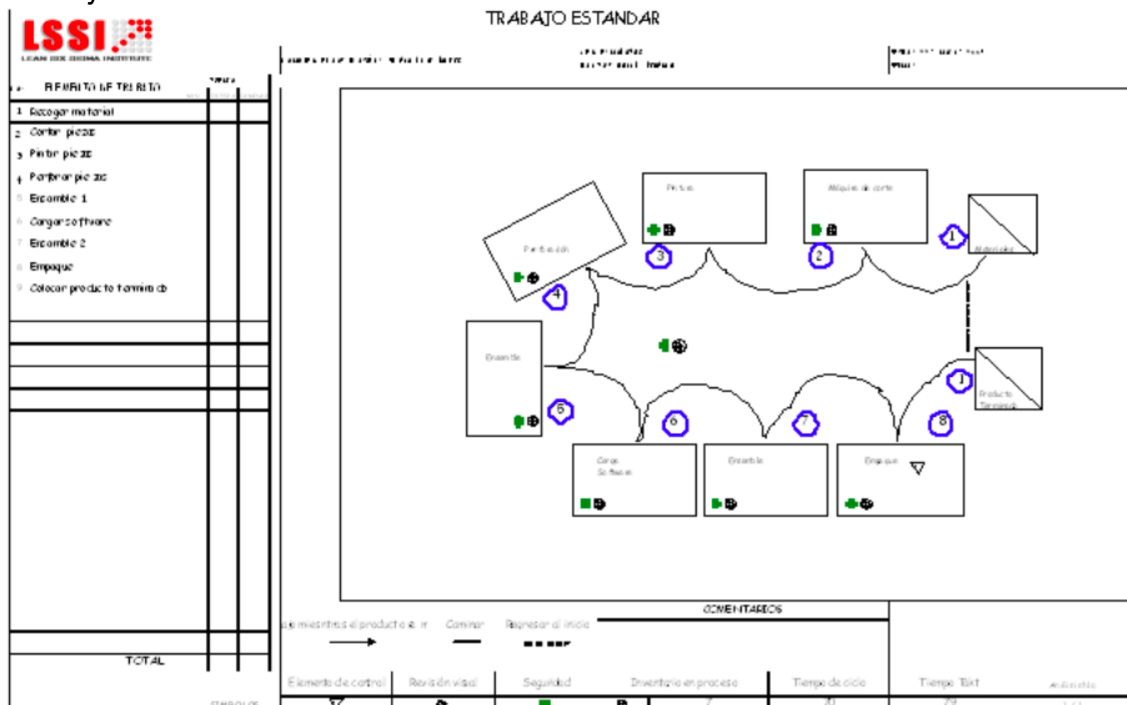
Tabla 6  
 Tabla combinada de operaciones estandarizadas

Proyecto y Modelo	Hacer pasteles	STANDARD WORK COMBINATION SHEET			Fecha de preparación	Unidades por turno	Man	Autom	Cam										
		Tiempo			Hecho por	Takt time	55 seg.												
Área	Pastelería	Tiempo de Operación (en segundos)																	
Paso	Operación	Man	Auto	Cam	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1	Poner base de pan	4			█														
2	Poner primera capa chocolate	3				█													
3	Poner segunda capa de pan	2					█												
4	Poner segunda capa chocolate	3						█											
5	Poner tercera capa de pan	2							█										
6	Poner capa externa chocolate	40								█									
7	Retirar el pastel	2																	
8	Remover exceso de chocolate	5																	
9	Colocar en el contenedor	4																	

Tomado de (Socconini, 2014)

5) Dibujar el proceso




Tabla 7  
 Trabajo estándar



Tomado de (Socconini, 2014)

6) Documentar las instrucciones que debe seguir el operario

Tabla 8  
Instrucciones de operación

NO.	SECUENCIA DE OPERACIONES	PUNTOS CLAVE	ILUSTRACIONES
1	Tomar el material	Tomar el material con la mano derecha	  
2	Fije el material en la mesa de trabajo	Utilice atornilladores para mantener fija la pieza	
3	Coloque las puntas en dirección al filo de la mesa	Cuide que la pieza esté bien balanceada en ambos lados	
4	Corta la pieza a la medida establecida		
5	Ponga las piezas cortadas en la mesa siguiente		
<b>REGISTRO DE CAMBIOS</b> Fecha: _____ Rev: _____ Descripción del cambio: _____ Sup: _____ Aprob: _____ No. de: _____ de: _____		<b>CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD</b> -El equipo de seguridad debe ser utilizado en todo momento	<b>FIRMAS</b> Fecha: _____ Turno: _____ Supervisor: _____ Operador: _____

Tomado de (Socconini, 2014)

### 2.6 5S's

Es un programa para áreas productivas y administrativas que consiste en desarrollar trabajos de orden y limpieza y de detectar irregularidades en los puestos de trabajo. Es una herramienta que requiere del compromiso de la gerencia y que incluye a toda la organización y busca mejorar el ambiente laboral, seguridad y mejorar la productividad.

Esta herramienta busca incrementar el aprovechamiento del tiempo y mejorar la productividad mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Con la implementación correcta de esta herramienta se logra que los operarios encuentren cualquier cosa dentro de su puesto de trabajo en menos de 30 segundos (Socconini, 2014).

Se deben seguir los siguientes pasos para implementar las 5S's:

- 1) Seleccionar (Seiri): Se basa en separar los artículos que no son necesarios del puesto del trabajo y solo dejar lo que realmente sirve. Para realizar este paso hay que reconocer las áreas de oportunidad, definir los criterios de selección, identificar los objetos seleccionados (eliminar los demás) y disponer solo de los elementos seleccionados.
- 2) Organizar (Seiton): Establecer un lugar para cada cosa dentro del puesto de trabajo. Busca facilitar su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar luego de ser utilizado. Para lograr cumplir este paso se necesita preparar toda el área de trabajo, asignar lugares específicos y establecer normas.
- 3) Limpieza (Seiso): Eliminar la suciedad del puesto de trabajo (herramientas, máquinas y equipos). Hay que crear un programa de limpieza, definir métodos y crear disciplina en la empresa.
- 4) Estandarizar (Seiketsu): Lograr que los procedimientos y prácticas se realicen de manera regular y que se mantenga el orden y la limpieza dentro del área de trabajo. Para estandarizar es necesario establecer un procedimiento determinado, elaborar un manual de estandarización y realizando revisiones constantes (checklist).
- 5) Seguimiento (Shitsuke): Es parte de la mejora continua de la empresa para poder seguir mejorando en orden y limpieza. Se logra por medio de reuniones de seguimiento, presentación de nuevos proyectos y concursos internos.

Las 5S's son una herramienta para mejorar la productividad y tener un ambiente de trabajo mejor y más placentero. Es necesario crear una cultura de orden y limpieza dentro de la organización para poder cumplir siempre con los estándares establecidos y llegar a los objetivos esperados (Socconini, 2014).

Para lograr la correcta implementación de esta herramienta en la organización es necesario el compromiso de la alta dirección ya que esto requiere de un

cambio cultural. El ejemplo, seguimiento y soporte a los proyectos de 5S's es importante para que los colaboradores entiendan la idea y vean los efectos dentro de la empresa y de sus áreas de trabajo respectivamente (Delgado, 2011).

Normalmente se utilizan algunas herramientas para determinar el cumplimiento de las 5S's en las diferentes áreas de la empresa o en los equipos de trabajo. Una de las más comunes y de fácil implementación son los *checklist*. Básicamente se trata de establecer métricas para cada S y calificar estas métricas su cumplimiento. También hay como asignar a un responsable por el área y una fecha de cumplimiento. Las métricas que no sean cumplidas tienen que tener un plan de acción para su solución y que en el próximo *checklist* el área ya no sea marcada en esa métrica por incumplimiento. A continuación, se puede ver un ejemplo de *checklist* para 5S's:

Tabla 9  
Ejemplo checklist 5S's



# PROJECT CHECKLIST



Organize your 5S teams, assign responsibilities and set completion deadlines.

Select your 5S team; list names .

Sort	Owner	Due Date	Complete
1. Set boundaries for the area			
2. Identify a Red Tag Area within close proximity to the work area			
3. Take BEFORE pictures of the area			
4. Develop sorting and disposition rules			
5. Sort, tag and remove unneeded items			
6. Take AFTER pictures of the area			

Waste can be hiding as:  
 Excess tools & equipment (totes, bins, shelves)      Unnecessary furniture (carts, desks, chairs, cabinets)  
 Outdated information (documents, manuals, samples)      Obsolete or excess material/inventory

Set in Order	Owner	Due Date	Complete
1. Team members that work in the area set locations for the value-added items			
2. Place needed items in locations that eliminate unnecessary motion			
3. Think ergonomics and safety			
4. Create a border and address for each item that casts a shadow			
5. Measure and document the improvements made			
6. Take AFTER pictures of the area			

Look for improvements and demonstrate the power of workplace organization:  
 Missing information      Time spent searching  
 Eliminating obsolete information      Walking or bending

Shine	Owner	Due Date	Complete
1. Team identifies opportunities to improve cleanliness			
2. Cleaning supplies/tools are gathered			
3. Sources of contamination are identified and eliminated			
4. Area is cleaned			
5. Develop daily/weekly/monthly checklists to maintain cleanliness			
6. Create standard work instructions for all cleaning processes			
7. Create a smart place for cleaning items that include borders and ID labels			
8. Take AFTER pictures			

Cleanliness must become a part of our standard work and should include:  
 Transportation equipment      Work surfaces  
 Racks, desks, chairs, walls and lights      Equipment, tools, fixtures

Standardize	Owner	Due Date	Complete
1. Develop a standard 5S tool kit/cart			
2. Create standard work instructions and train team on all workplace processes			
3. Develop 5S audit procedures (who, what, where, when, and how?)			
4. Implements management feedback system to evaluate adherence to standards			
5. Establish a visual display to communicate 5S progress and current levels			

Tool Kits should include products for maintaining borders, ID labels, work instructions and cleanliness.  
 Abnormal conditions should be visible at a glance.  
 A formalized feedback system with ownership and accountability will encourage continuous management participation.

Sustain	Owner	Due Date	Complete
1. Create a 5S area map and assign owners for accountability			
2. Create a storyboard to illustrate the workplace organization journey			
3. Benchmark ideas from other departments, divisions and industries			
4. Schedule quarterly team meetings to review current state and identify progress			
5. Display all 5S communications, audits and feedback locally in each area			

Management support/communication is crucial to the sustainment of an organized workplace; use many means to communicate:  
 Newsletters      Dedicated 5S facilitators  
 Employee feedback and suggestion programs      Benchmarking

1167-V0612

[www.visualworkplaceinc.com](http://www.visualworkplaceinc.com)

616-583-9400

Tomado de (Visual Workplace Inc, s.f.)



## 2.7 Kanban

Es un sistema de comunicación que tiene como finalidad el controlar la producción, sincronizar los procesos productivos y programar inventarios. El kanban es una tarjeta que identifica artículos (usualmente materia prima) y controla su flujo dentro de la planta. “Dicha tarjeta se utiliza para solicitar del proceso o suministro anterior, una cantidad de piezas que deben ser repuestas por haber sido ya consumidas” (Cuatrecasas, 2012).

Las tarjetas son llenadas con datos como pieza, código, cantidad de lotes, tamaño de lote, centro de recepción, centro de destino, entre otros. Estas tarjetas son llevadas juntamente con el producto solicitado, por lo que cada producto y contenedor tendrá su tarjeta en específico (Cuatrecasas, 2012).

Existen diferentes tipos de tarjetas como:

- Kanban de retirada: Tarjeta que sirve para retirar producto de un proceso y especifica la clase y la cantidad.
- Kanban de producción: Dice la clase y la cantidad de productos a realizarse en un proceso en específico.
- Kanban de ensamble: Indica qué se debe hacer, en cuánto tiempo y en qué cantidades.

Hay como calcular la cantidad de piezas o elementos necesarios por kanban y también el número de contenedores para estas piezas. La fórmula para el cálculo del número de piezas necesarios es el siguiente:

Ecuación 7. Número de piezas por kanban

$$\text{Número de piezas} = D \times TE \times U \times \%VD$$

Dónde:

D: Demanda semanal (demanda mensual se multiplica por 12 y se divide entre el número de semanas laborables o entre 52)

TE: Tiempo de entrega en semanas que tiene el proveedor (interno o externo)

Productos comprados: Tiempo en generar la orden + tiempo de entrega en semanas del proveedor + tiempo de transporte + tiempo de recepción, inspección y almacenaje

Producto manufacturado: tiempo para generar la orden de trabajo + tiempo total de procesamiento + tiempo de recepción/inspección

U: Número de ubicaciones (para comenzar, una para proveedor y otra para cliente)

% VD: Nivel de variación de la demanda (desviación estándar de la demanda del periodo dividida entre el promedio de la demanda del mismo periodo)

Para calcular el número de contenedores la ecuación es la siguiente:

Ecuación 8. Número de contenedores

$$\text{Número de contenedores} = \frac{\text{Cantidad de piezas en kanban}}{\text{Capacidad del contenedor}}$$

Al aplicarse esta herramienta se obtiene como beneficio reducir la sobreproducción, manejar bajos inventarios, mejorar el control en los procesos, realizar los procesos a tiempo, reducir lead time, fabricar solo lo que el cliente requiere y mejora la comunicación dentro de las áreas productivas y la empresa en general (Socconini, 2014).

## 2.8 Andon – Administración visual

Es un sistema de gestión, que emite señales visuales y auditivas en tiempo real para indicar el estado de paro o falla en una línea de producción, de tal manera que los procesos pueden ser entendidos y los funcionamientos incorrectos pueden ser detectados por cualquier operario.

Este sistema garantiza una comunicación efectiva entre el equipo de trabajo, ya que emite información específica para cada área involucrada en los diversos

procesos de la planta, facilitando así la toma de decisiones y acciones requeridas. Para implementar esta herramienta se debe tomar en cuenta desde los equipos hasta los materiales que se necesitan en el proceso. Para Chakravorty, “la implementación de las herramientas de gestión visual ayuda no solo a mejorar la comunicación en el entorno de trabajo, sino impulsa la mejora de cada proceso señalando los factores de éxito en cada ejecución” (AENOR & Renault Consulting, 2012).

Esta herramienta sirve para identificar una condición fuera de los estándares y que requiera una acción. El operario al utilizar Andon puede darse cuenta que existe un problema en el proceso y puede actuar frente a ello. Por lo tanto, Andon mejora la calidad de los productos, reduce el costo de operación, mejora el tiempo de respuesta, aumenta la seguridad, mejora la comunicación en la organización y da una mejor visualización y capacidad de resolución de problemas.

Las áreas más comunes para la utilización de ayudas visuales son las de bodegas o almacenaje, producción (operaciones), equipos, control de calidad y seguridad. Existen diferentes tipos de controles visuales que se pueden utilizar en estas áreas y son los siguientes:

- Alarmas: Dan señales de aviso cuando existen problemas urgentes (pueden tener sonido también)
- Lámparas y torretas: Indican como está funcionando el equipo y utilizan señales de colores que indican lo siguiente:
  - Azul: Problemas relacionados con materiales
  - Verde: Equipo funcionando normalmente
  - Amarillo: Equipo está parado y necesita acción o mantenimiento
  - Rojo: Paro de línea por problemas de calidad o accidente
- Kanban: Información visual que indica a los operarios cuándo recoger material en bodega, iniciar la producción o reposición de material

- Tableros de información: Sirven para dar seguimiento al plan de producción y que tiene información como el takt time y la comparación de unidades reales producidas vs. las unidades esperadas de producción
- Listas de verificación: *Checklist* para cumplimiento de actividades en la estación de trabajo o en el proceso
- Marcas en el piso: Marcas que indican al operario una serie de factores y las acciones que se deben realizar según los colores utilizados
  - Verde: Producto bueno
  - Amarillo: Delimita pasillos
  - Azul: Materia prima o producto en proceso
  - Rojo: Producto no conforme
  - Rojo y blanco: Delimitan áreas de seguridad
  - Negro y blanco: Delimitan áreas de mantenimiento
  - Negro y amarillo: Delimitan áreas de precaución (Socconini, 2015).

Por último, este sistema al emitir señales que son claras, entendibles e identificables por el personal, ayuda a establecer un control del proceso y mejorar los tiempos de producción, lo que facilita el cumplimiento de objetivos establecidos en cada estación de trabajo. El sistema Andon permite a los operarios tomar acciones correctivas que mejoran la calidad de los procesos de cada área (Chávez, 2018).

## 2.9 Ciclo PHVA

El ciclo PHVA (planificar – hacer – verificar – actuar) o PDCA (plan – do – check – act) fue desarrollado por William E. Deming y es un ciclo de mejora continua basado en el desempeño de los procesos y la calidad. Esta herramienta permite que las empresas tengan recursos en sus procesos y que estos se gestionen correctamente para así poder evidenciar y solucionar las oportunidades de mejora (Martínez, 2015).

- Planificar: Establecer objetivos para los procesos para poder generar resultados que mejoren el cumplimiento de las políticas de la empresa y aseguren la calidad con el cliente. En esta fase es necesario recopilar datos de las áreas de la empresa para poder identificar oportunidades de mejora y posteriormente establecer indicadores claves para la solución de problemas y la mejora continua. Existen herramientas que ayuda a indentificar las áreas de oportunidad como los histogramas, gráficas de control y análisis de tendencia. Una vez identificados los problemas se necesita categorizarlos mediante un diagrama de Pareto y obtener el problema más grave.

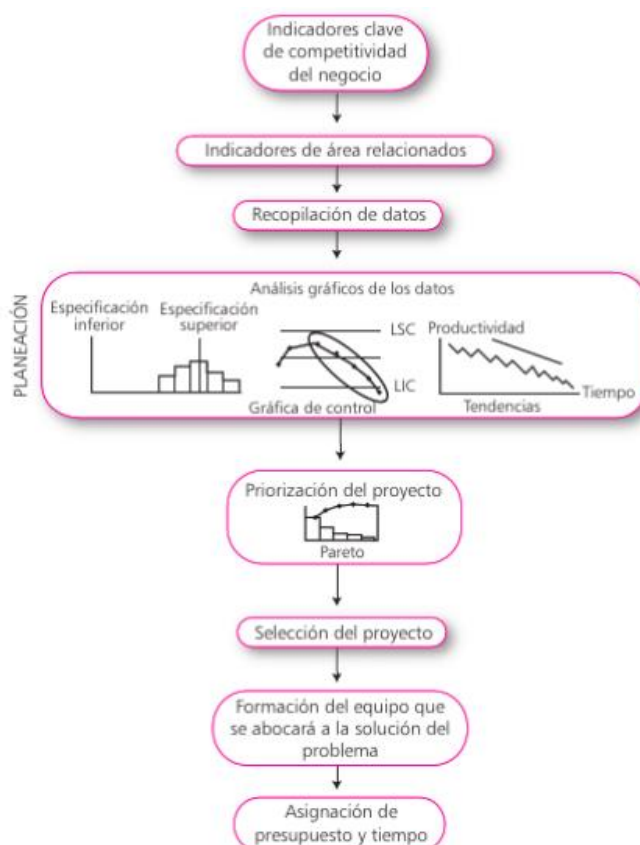


Figura 6. Diagrama para la fase "Planear"  
Tomado de (Delgado, 2011)

- Hacer: En esta fase del ciclo se busca encontrar las causas y soluciones a los problemas seleccionados en la fase anterior. Existen herramientas

como la lluvia de ideas que ayudan a encontrar las causas al problema. Ya que con esta herramienta se van a tener muchas ideas, a las mismas se las tiene que categorizar y priorizar por medio de un diagrama de espina de pescado o de Ishikawa o la herramienta de 5 porqués. El objetivo de utilizar estas herramientas es encontrar la causa raíz del problema. Una vez identificada la causa raíz es necesario crear otra lluvia de ideas para encontrar las soluciones al problema.

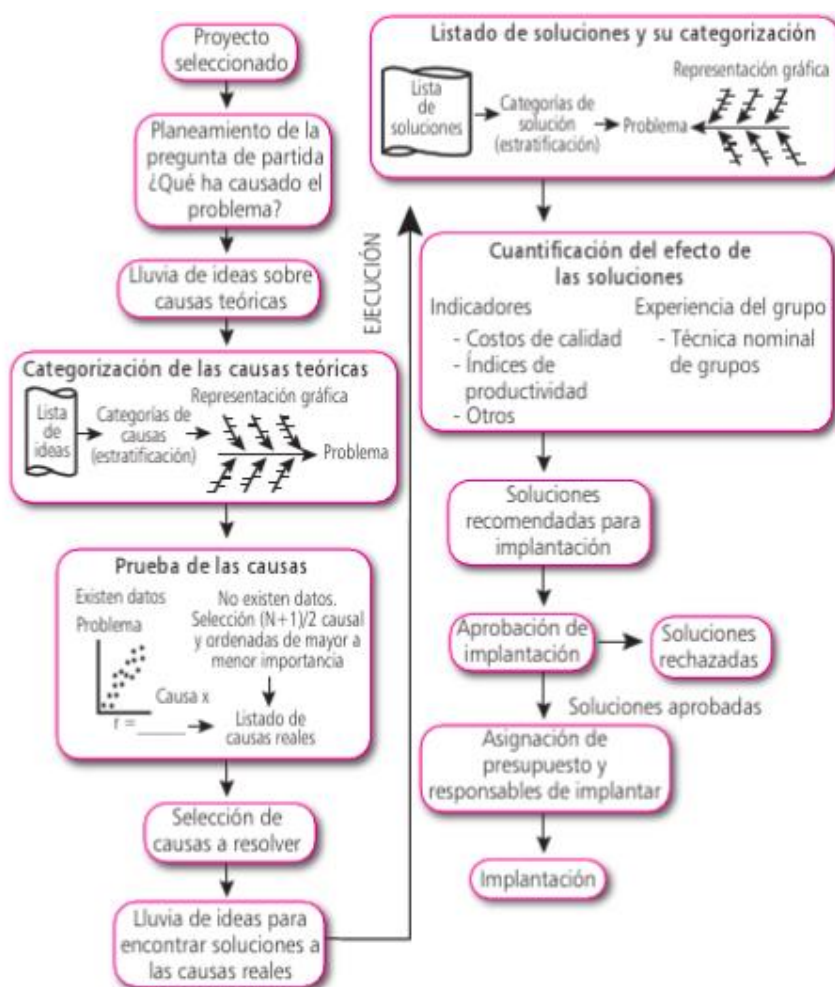
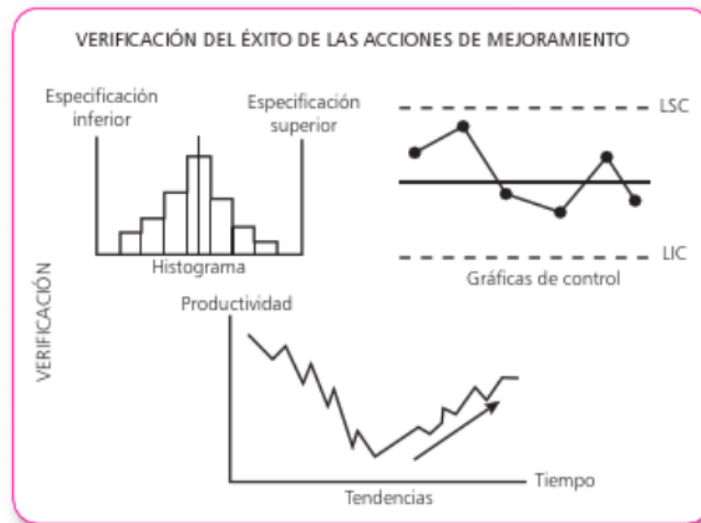


Figura 7. Diagrama para la fase "Hacer"

Tomado de (Delgado, 2011)

- Verificar: Realizar la medición del rendimiento de los procesos con respecto a las métricas trazadas anteriormente y obtener los nuevos resultados. Las herramientas mencionadas en la fase planificación

(histogramas, gráficas de control y gráficas de tendencia) se vuelven a utilizar para mostrar los nuevos resultados.



*Figura 8.* Herramienta para la fase de “Verificar”

Tomado de (Delgado, 2011)

- Actuar: Plasmar oportunidades de mejora existentes y tomar acciones para con las mismas. Los ajustes necesarios que se hayan observado en la fase de verificación son puestos en marcha para mejorar la efectividad de la solución tomada.

## 2.10 Mantenimiento Productivo Total

Las constantes reparaciones, la baja utilización de los equipos y la poca disponibilidad de la maquinaria para poder realizar las tareas o cumplir con los pedidos a tiempo son muestras que no existe un programa de mantenimiento productivo total, o en sus siglas en inglés TPM (Total Productive Maintenance).

El realizar un mantenimiento correctivo cuesta, por lo menos, tres veces más que si se hace un mantenimiento preventivo. De esta manera, es más rentable en términos de producción y de costos el implementar un mantenimiento preventivo a todos los equipos de la empresa.

El mantenimiento preventivo total es una herramienta o metodología que permite la continuidad de la operación del proceso de producción por medio de la prevención, los cero defectos ocasionados por las máquinas, cero accidentes a los operarios y cero paros de la maquinaria. El objetivo del TPM es mejorar la efectividad de las máquinas y maximizar la disponibilidad de los equipos debido a descomposturas o reducción de velocidad.

El no usar un mantenimiento proactivo genera seis desperdicios o pérdidas como paros por falla, paros por preparación, paros menores (atoramientos o fallas), reducción de velocidad, rechazos y re trabajos, rechazos en arranque (producir elementos defectuosos mientras el equipo se estandariza después de algún cambio o ajuste).

El TPM busca definir las actividades de mantenimiento a realizarse en cada máquina por medio de trabajo estandarizado y fechas definidas para cada actividad. Herramientas como 5S's, Andon, Poka Yoke, entre otras, intervienen en la implementación de un programa de TPM.

Existen indicadores que miden el desempeño de la máquina y determinan la efectividad de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo como el OEE (Overall Equipment Efficiency), MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair), costo de mantenimiento, número de órdenes generadas, número de órdenes cumplidas, valor de inventario en repuestos y rotación del inventario en repuestos (Socconini, 2014).

### **3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 Entorno de la empresa**

Por varios años Vixitex ha intentado ampliar su mercado, pero dada la situación económica a nivel mundial, la agresiva incidencia en el mercado de productos chinos y de los grandes productores nacionales, que arremeten duramente con



precios rebajados, hacen que Pymes como esta tengan que sufrir con consecuencias como pérdida de mercado y posicionamiento en el mercado nacional. La competencia informal y las limitaciones como las tasas impositivas, la inestabilidad política, la corrupción y los disturbios han sido factores fundamentales para limitar el crecimiento de la empresa y el sector textil en el país.

El sector textilero en el Ecuador es un sector muy competitivo. Existen varias empresas que pelean por lograr llegar a los diferentes nichos de mercado y posicionarse de manera estratégica frente a la competencia. Esta disputa empresarial es beneficiosa para los clientes y el mercado, ya que existe una regulación de precios y productos de mejor calidad. El problema está cuando existe competencia desleal o cuando el mercado está controlado por una empresa (monopolio) o pocas empresas (oligopolio).

Existe otro problema alarmante al analizar el sector textil del país, las materias primas existentes no son de buena calidad y tampoco existe el nivel de tecnología adecuado para lograr cumplir con estándares de calidad y de producción deseados. En el Ecuador no hay la materia prima en bruto necesaria para abastecer a las empresas textileras. En cuanto al hilo, la principal fuente es la planta de algodón, que es necesario importarla para poder tratarla aquí. Pero ahí nuevamente se genera otro problema, la tecnología. Cuando se trata esta materia prima con tecnología obsoleta, el producto final no resulta de la mejor calidad. Ya que este producto final es el inicio (materia prima) de toda la cadena de producción dentro de las industrias textiles, se genera una sucesión de inconvenientes que terminan dando como resultado productos defectuosos, generación de reprocesos, altos desperdicios, entre otros.

Existe la manera de importar materia prima y tecnología, pero los costos son altamente elevados. Los impuestos, aranceles, costos de envío, y demás, hacen que el precio del producto a importar aumente de manera importante. Por lo tanto, las organizaciones no logran llegar a importar los productos

necesarios para el correcto desempeño de sus negocios. Esto genera que las empresas consuman la materia prima nacional y utilicen máquinas o equipos con tecnología obsoleta.

Para suplir los inconvenientes descritos con la materia prima, Vixitex ha estado evaluando posibilidades como préstamos bancarios para importación de materia prima o utilizar *freight forwarders* para compartir contenedores con otras empresas e importar el material necesario. El poder tener materia prima importada asegura a la empresa una mejor calidad de producto final y brinda seguridad en los procesos de confección. Esto se debe a que con materia prima de buena calidad los procesos tienen menos cantidad de fallas o paros y se trabaja de manera continua, volviendo a la empresa más productiva.

Esta empresa también se ha visto afectada en temas como el acceso a mercados locales e internacionales, tecnología obsoleta, materia prima defectuosa y talento humano no capacitado. Estos son factores que han incidido en la productividad y potencial de crecimiento.

## **3.2 Funcionamiento interno**

### **3.2.1 Mapa de procesos**

Con respecto al funcionamiento interno de la empresa, existe el mapa de procesos que explica la relación e interacción entre áreas para poder obtener una producción eficiente, cumplir los requerimientos del cliente y ser más productivos. El mapa de procesos se divide en las categorías: Estratégicos, operativos y de apoyo. De esta manera, los procesos estratégicos son clave en el funcionamiento de la empresa y son los principales elementos de diferenciación frente a la competencia. Este tipo de procesos dan el mayor valor agregado a la empresa y, por lo tanto, su correcto funcionamiento es vital para realizar un trabajo efectivo. Los procesos operativos definen la transformación de materia prima a producto terminado, en otras palabras, se

refiere netamente al proceso productivo de medias y calcetines. Finalmente, los procesos de apoyo son los que sirven de ayuda para que todos los procesos, tanto los estratégicos como los operativos, funcionen de la mejor manera y todas las áreas se desempeñen correctamente.

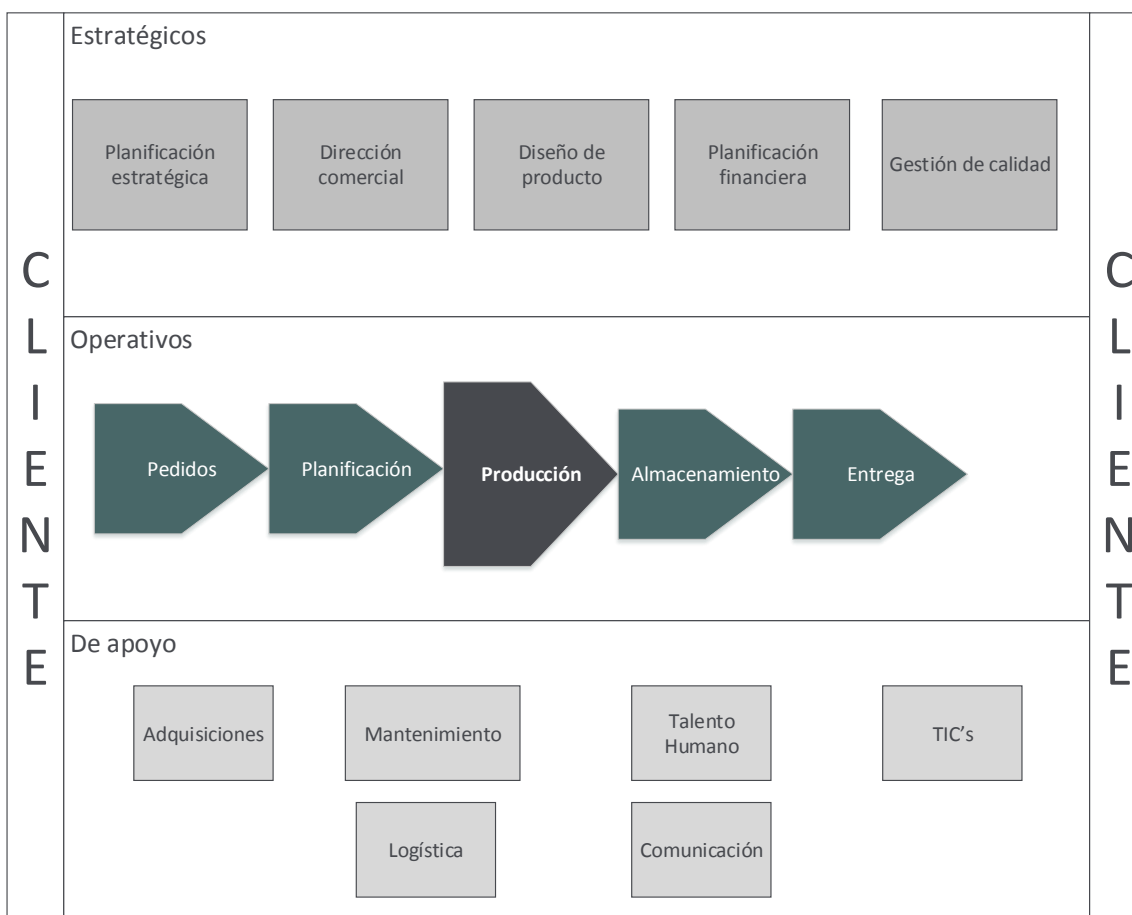


Figura 9. Mapa de procesos Vixitex

Existen cinco procesos estratégicos en Vixitex. El primero, planificación estratégica, desarrolla e implementa proyectos que lleven a la empresa a cumplir con sus objetivos. Este proceso vincula a todas las áreas de la empresa y las enfoca en el mismo camino, creando un método de trabajo eficiente. Por otro lado, la planificación financiera se encarga del presupuesto y control de la economía de todas las áreas de la empresa. Ya que Vixitex es una empresa productora de bienes materiales, es indispensable tener un proceso de dirección comercial que se encargue de vender el producto y obtener nuevos clientes, puesto que así se obtiene mayor cantidad de pedidos

y, por consiguiente, de producción. El diseño de producto es un proceso que marca la diferencia con la competencia y que, incluso, se podría considerar como un servicio adicional. La empresa se enfoca mucho en el desarrollo del diseño de producto y es uno de sus pilares estratégicos. Finalmente, la gestión de la calidad está presente en toda la cadena de producción de la empresa. Los estándares que se manejan son muy elevados ya que se busca satisfacer y conservar a los clientes.

### **3.2.2 Diagrama de procesos**

El elemento de producción es el más grande, el más crítico y el central en la cadena de producción de la empresa, ya que los procesos de todas las áreas se juntan ahí. En la producción se engloba todo lo que es recepción de materia prima, tejeduría, acabados y empaque. Por este motivo, debe haber una buena coordinación para que el proceso de producción funcione de la mejor manera, pero esto no llega a pasar ya que existen muchas oportunidades de mejora en esta área.

Al ser una empresa formada hace varios años, la metodología usada en el proceso de producción siempre fue la misma y no hubo constante innovación. Tampoco se estableció una cultura de mejora continua desde el año 1995, cuando la empresa comenzó su producción. Si bien hubo varios cambios como en layout de planta o en el diseño del producto, nunca se modificó ni mejoró el proceso de producción ni se llegó a establecer trabajos estandarizados.

Vixitex siempre ha sido una empresa que se ha mantenido en la vanguardia con respecto a la moda, diseño de producto y materias primas. Pero en lo que respecta al proceso productivo la empresa carece de herramientas para la eliminación de desperdicios/tiempos muertos y organización de la producción. La producción se divide en dos partes: producción de medias y área de acabados. El siguiente diagrama de procesos describe cómo se producen las medias, va desde el ingreso de materia prima hasta el almacenamiento de producto terminado:

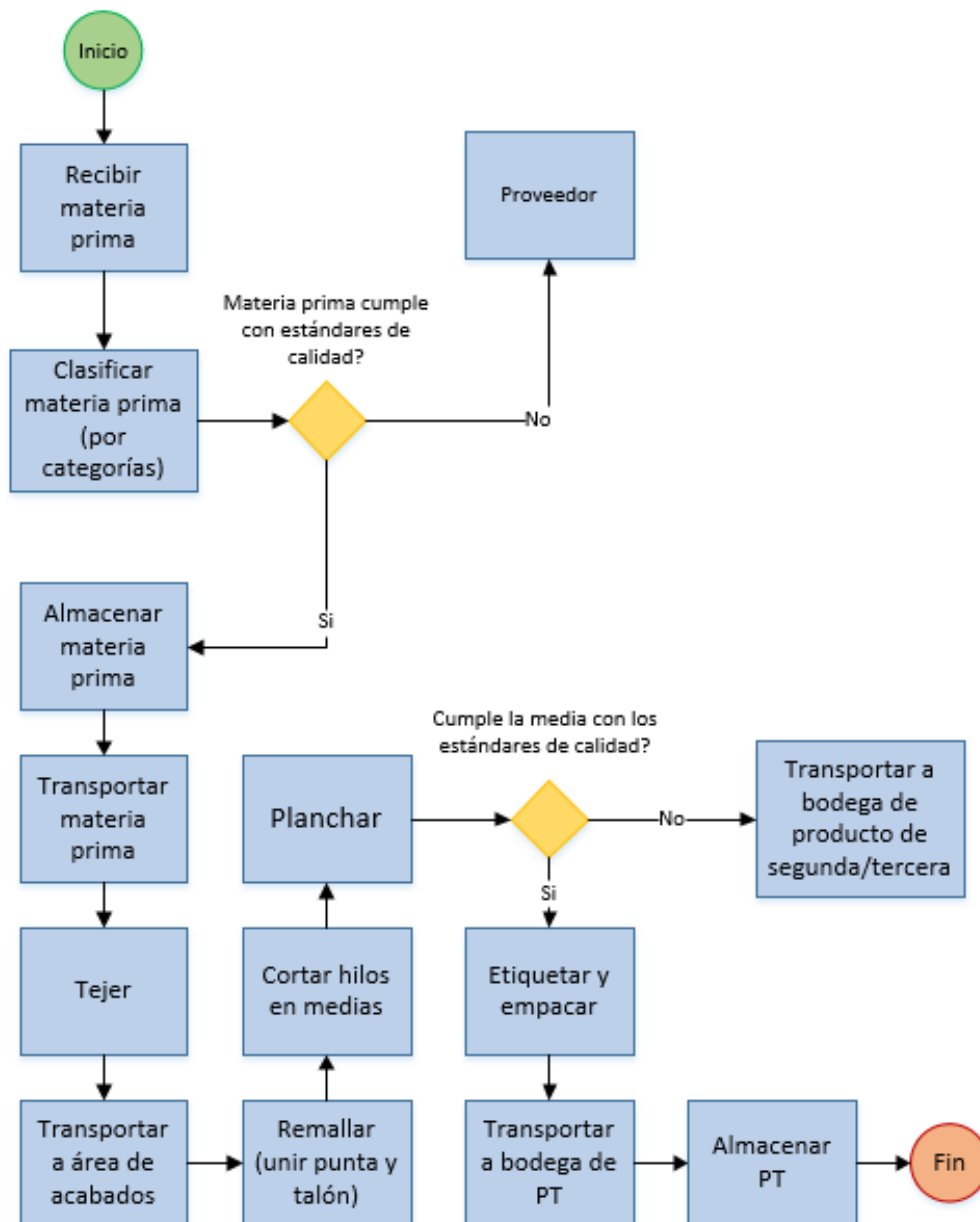


Figura 10. Diagrama de procesos Vixitex

Desde la recepción de materia prima, que es el primer proceso en el diagrama, no existe una herramienta de control de producto ingresado ni ninguna estandarización en la recepción, manejo y transporte de materia prima. Tampoco existe un método de etiquetado y visualización de la materia prima para su posterior distribución por la planta. En la producción de medias en maquinaria tampoco existe herramientas de control de producción, estandarización, orden y limpieza, mejora continua, solución de problemas y mantenimientos productivos. Lo mismo pasa en el área de acabados. Los

colaboradores productivos realizan su trabajo de la misma manera en que lo hacían desde hace más de 20 años, de forma monótona y sin organización o control alguno.

### 3.3 Generalidad de la maquinaria

En el área de tejeduría existen 16 máquinas de producción de calcetines. Se diferencian entre sí por la marca, la cantidad de agujas del cilindro y el sistema operativo que maneja cada una. De las 16 máquinas mencionadas, 11 de estas producen medias deportivas y cinco producen medias casuales. Teniendo en cuenta que las tallas de las medias dependen del número de agujas presentes en el cilindro, no todas las máquinas pueden producir el mismo tamaño, modelo y diseño de media. Es por esto que de las cinco máquinas que fabrican medias casuales, una de ellas produce medias casuales para niños, otra produce medias casuales para mujer y los tres restantes producen medias casuales para hombre. A continuación, se presenta una tabla que detalla la cantidad de máquinas así también como sus especificaciones y características básicas:

Tabla 10  
*Descripción maquinaria*

Maquinaria	Tipo de media	Tallas	Cantidad
MATEC - 108 agujas	Deportiva	3-5 hasta 8-9	1
MATEC - 116 agujas	Deportiva	3-5 hasta 8-9	1
MATEC SD - 108 agujas	Deportiva	4-6 hasta 10-12	1
IRMAC - 120 agujas	Deportiva	5-7 hasta 11-13	1
IRMAC - 136 agujas	Deportiva	5-7 hasta 11-13	1
IRMAC - 96 agujas	Deportiva	3-5 hasta 7-8	1
LONATI GO - 144 agujas	Deportiva y casual	Casual: 5-7 hasta 9-11 Deportiva: 8-9 hasta 11-13	2
LONATI - 108 agujas	Deportiva y casual	Casual: 3-5 hasta 7-8 Deportiva: 3-5 hasta 8-10	2
LONATI B - 108 agujas	Deportiva	Bebe	1
SOOSAN DE - 144 agujas	Deportiva y casual	Casual: 9-11 hasta 11-13 Deportiva: 8-9 hasta 13-15	3
SOOSAN - 156 agujas	Casual	9-11 hasta 11-13	1
SOOSAN - 164 agujas	Casual	9-11 hasta 11-13	1
<b>Total</b>			<b>16</b>

En el anexo 1 se puede encontrar las fichas técnicas y las descripciones de las máquinas mencionadas. En el mismo anexo se encuentran detalladas las máquinas del área de producción de acabados, compresores y máquinas de soporte.

### **3.4 Distribución de planta**

Las máquinas listadas y descritas anteriormente son ubicadas estratégicamente en la planta. Se procedió a realizar un *layout* de la distribución de toda la planta y de todas las áreas, tanto administrativas como productivas. Es importante conocer sobre cómo están repartidas las áreas dentro de la empresa para entender el funcionamiento de esta, los flujos de materiales y producción.

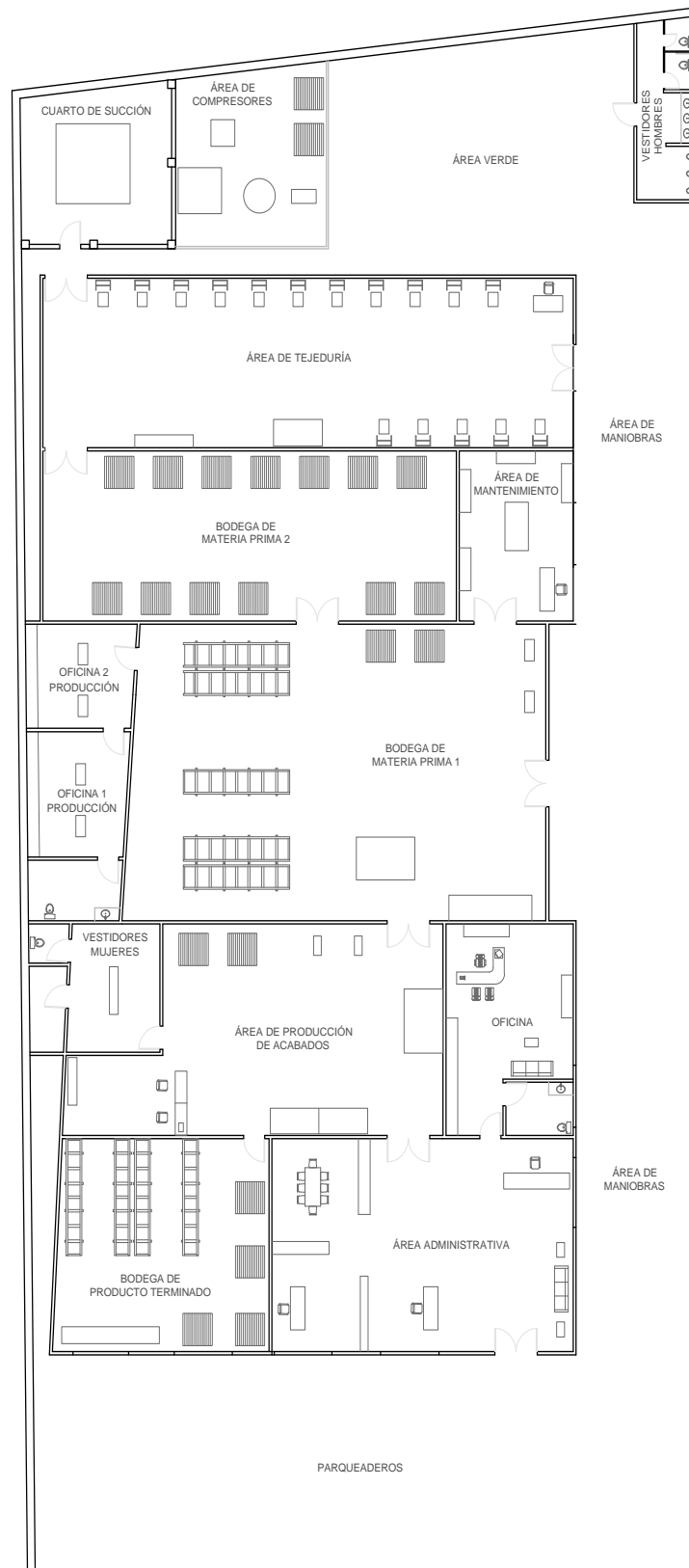


Figura 11. Layout actual de planta Vixitex



Analizando el gráfico de abajo hacia arriba, el área administrativa está destinada para las oficinas, salas de reuniones, salas de espera y baños administrativos. La oficina del gerente general se encuentra ubicada en esta área también.

Pasando a la siguiente área se encuentra el área de producción de acabados y etiquetado. Las maquinas remalladoras y las planchas se encuentran ubicadas en este espacio. También se puede observar las mesas de los puestos de trabajo de los operarios. Debido a que en esta área solo trabajan mujeres, el baño y los vestidores de las mujeres se encuentra en esta área. Es importante recalcar que este espacio está ubicado alado de la bodega de producto terminado. Esto se debe a que, una vez acabado y empacado el producto, este debe pasar a su almacenaje final para el despacho, por lo tanto, es importante que estas áreas estén juntas.

La bodega principal, llamada bodega de materia prima 1, de la empresa se encuentra en la mitad del área de producción de acabados y el área de tejeduría. La bodega se encuentra ubicada estratégicamente para poder abastecer de materia prima a las dos áreas principales de producción como es el área de tejeduría y de producción de acabados, tomando el mismo tiempo en llegar a las dos áreas mencionadas. En la bodega principal también se encuentra un cuarto de bodega de repuestos para la maquinaria, donde también se realizan labores de mantenimiento y, por lo tanto, se la denomina área de mantenimiento.

En el área de tejeduría se pueden evidenciar las 16 máquinas de producción de medias descritas anteriormente como también las mesas de trabajo de los operarios. En este galpón también existe una bodega donde se almacena la materia prima que se utilizará, en mayor parte, para abastecer al área de tejeduría. A esta bodega se la denomina “bodega de materia prima 2”. El resultado de esta ubicación es que los operarios se demoren menos tiempo en abastecer a las máquinas de tejeduría y optimizar el tiempo de trabajo.

Finalmente, en la parte superior del *layout*, se encuentra ubicada el cuarto de succión de pelusas, el área de compresores y los baños y vestidores de los hombres. El baño de hombres se encuentra cerca al área de tejeduría debido a que en esta área solo existen trabajadores del sexo masculino y, por lo tanto, también es un método de optimización del tiempo de trabajo.

### 3.5 VSM

El siguiente VSM muestra el proceso productivo actual. Los procesos que fueron mencionados anteriormente se ubican en el VSM con sus tiempos de producción por unidad. El problema de carencia de herramientas de planificación, control y mejora de la producción pueden implementarse a lo largo de todo el VSM. El tiempo de producción del par de medias es un tanto elevado para poder cumplir con los objetivos de ser más productivos y competitivos.

El takt time establecido para la producción de un par de medias es de 12,05 segundos y el VSM anterior muestra el tiempo que se demora el par en cada proceso. Se puede observar que el cuello de botella es la “producción en maquinaria” ya que este proceso se demora 21,6 segundos en realizarse, casi el doble que lo que establece el takt time. Los otros procesos están bien con respecto al tiempo del proceso establecido, pero existe gran variabilidad ya que no siempre los operarios realizan las acciones de la misma manera. Por esta razón, los procesos de “producción de acabados” y “etiquetado y empaque” pueden llegar a sobrepasar el takt time también ya que tienen tiempos elevados.

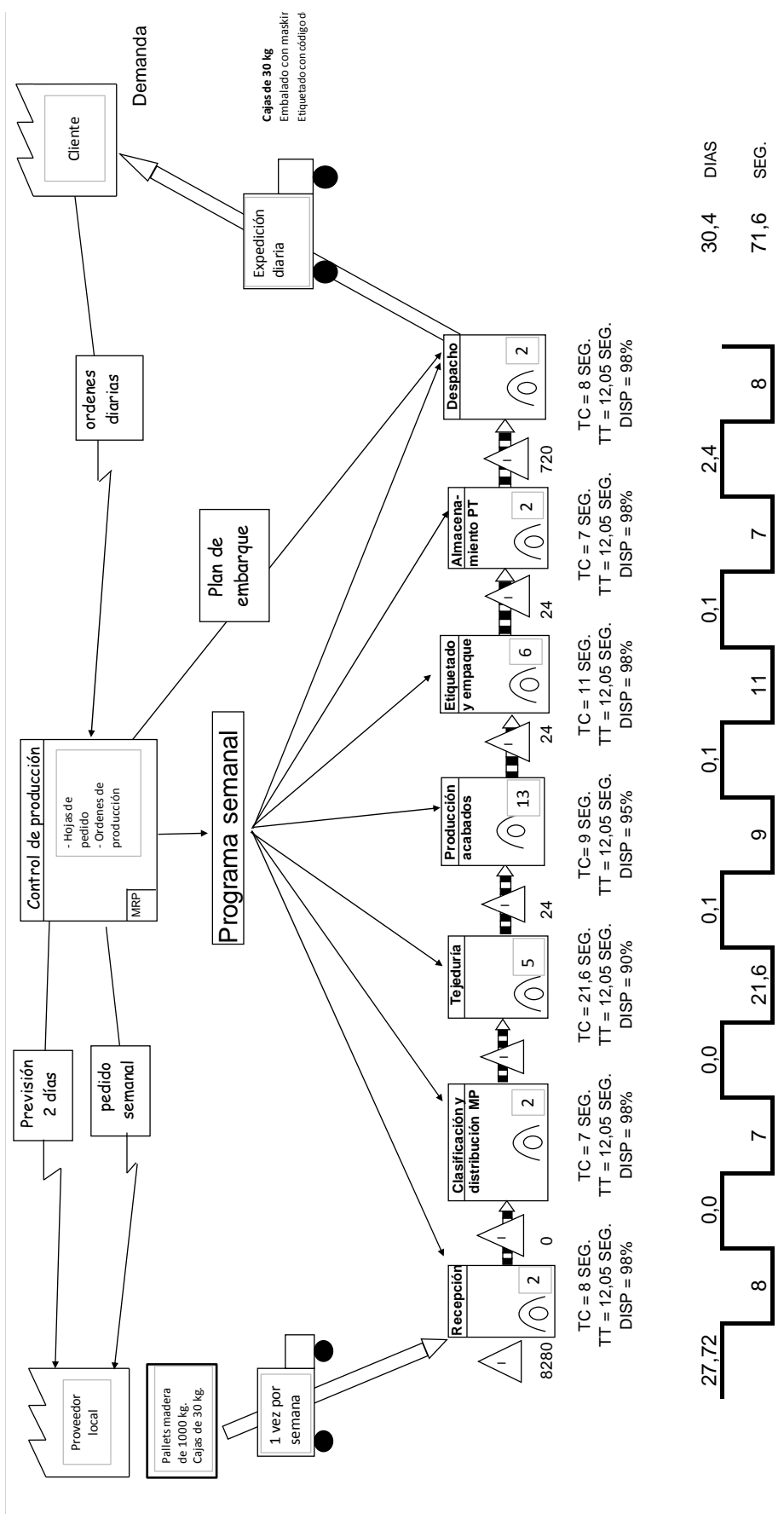


Figura 12. VSM (Value Stream Map)

En “clasificación y distribución de MP” existe una variabilidad muy grande en los tiempos en que se tarda el operario en realizar sus operaciones. Con respecto a la clasificación de materia prima, no se tiene un espacio fijo para cada producto que llega por lo que el operario debe buscar un lugar disponible y eso hace que los tiempos que se demora en clasificar la materia prima y almacenarla sean diferentes cada vez. El operario se demoró 6 segundos, 8 segundos y 11 segundos en clasificar y almacenar la materia prima en tres diferentes pedidos. El mismo problema existe en la recolección de materia prima, ya que el operario que llega a recoger la materia prima tiene que buscar en qué lugar de la bodega se encuentra esta. Los tiempos que se demora el operario para este proceso fueron 9 segundos, 8 segundos y 11 segundos para tres diferentes tipos de materia prima requeridas en las áreas de producción. Finalmente, en el transporte de materias primas a las áreas de producción no existe una ruta definida, por lo que el operario se demora 10 y 13 segundos (primera ruta vs. segunda ruta) en transportar la materia prima al área de producción en maquinaria. Para transportar la materia prima hasta el área de acabados y etiquetados el operario tarda entre 7 y 9 segundos (primera ruta vs. segunda ruta).

En el área de producción en maquinaria existen dos operarios realizando la misma operación. Ellos se encargan del abastecimiento de materias prima a las máquinas, recolección de producto pre acabado y división del producto en docenas para su transporte al área de acabado final. Para abastecer la materia prima en las máquinas el operario A se demora 15 segundos mientras que el operario B tarda 12 segundos. En el proceso de recolección de producto pre acabado el operario A se demora 10 segundos mientras que el operario B se demora 13 segundos. Finalmente, para la división y preparación del producto por docenas el operario A tarda 4 segundos mientras que el operario B tarda 6 segundos.

En el “área de producción de acabados” y “etiquetado y empaque” el problema es exactamente igual que en la “producción en maquinaria”. Los tiempos en

abastecimiento de materia prima son diferentes ya que el operario C se demora 7 segundos y el operario D se demora 10 segundos en realizar lo mismo. La otra operación donde también existe una variación de tiempo significativa es en el empaque de producto final etiquetado donde los operarios tienen una diferencia de 3 segundos por docena empacada.

Para el almacenamiento de producto terminado se tiene los mismos problemas que en la “clasificación y distribución de MP”, ya que el operario no tiene un espacio asignado en la bodega por lo que cada vez que almacena una caja tiene que buscar el espacio disponible y eso hace que el tiempo varíe en cada ocasión.

Para realizar mantenimiento, el operario no tiene un tiempo establecido y se demora aproximadamente 10 minutos más por cada mantenimiento en buscar las herramientas y los materiales necesarios para realizar su trabajo. Este problema también es un factor en la variación de los tiempos de producción en las áreas mencionadas de la planta ya que las herramientas y materiales no tienen un espacio fijo.

En julio un cliente realizó un pedido de 6800 pares para entregarse el 15 de agosto y la planta solo pudo producir 6000 pares de ese pedido hasta ese día. Vixitex tuvo que pedir una extensión de tiempo de entrega para poder cumplir con el pedido, pero no cumplió con el cliente y los plazos iniciales. No hubo repercusiones con el cliente debido a que la empresa notificó el inconveniente a su debido tiempo y, por lo tanto, el cliente aplazó la entrega una semana más y el pedido se entregó el miércoles 22 de agosto.

### **3.6 Pedidos incumplidos**

En la empresa existen dos tipos de pedidos, los que tienen una fecha determinada de entrega y los que pueden ser entregados al cliente cuando se acabe la producción, sin necesidad de una fecha establecida con anterioridad.

Desde enero de 2018 hasta noviembre del mismo año se han realizado 80 pedidos con fecha de entrega específica, de los cuales 20 fueron entregados al cliente fuera del plazo establecido. Es decir, el 25% de las ordenes realizadas con fecha de entrega determinada, no fueron terminadas a tiempo. La siguiente tabla muestra las causas de los retrasos antes mencionados:

Tabla 11  
Causas de pedidos con retrasos

Descripción	Pedidos con retraso
Diseños muy complejos	3
Máquinas ocupadas en otros pedidos	5
Falta de materia prima	4
Falta de repuestos para máquinas	3
Plazo muy corto por parte del cliente	4
Retraso entrega de etiquetas proveedor	1
<b>Total pedidos retrasados</b>	<b>20</b>
<b>Total pedidos registrados con fecha</b>	<b>80</b>

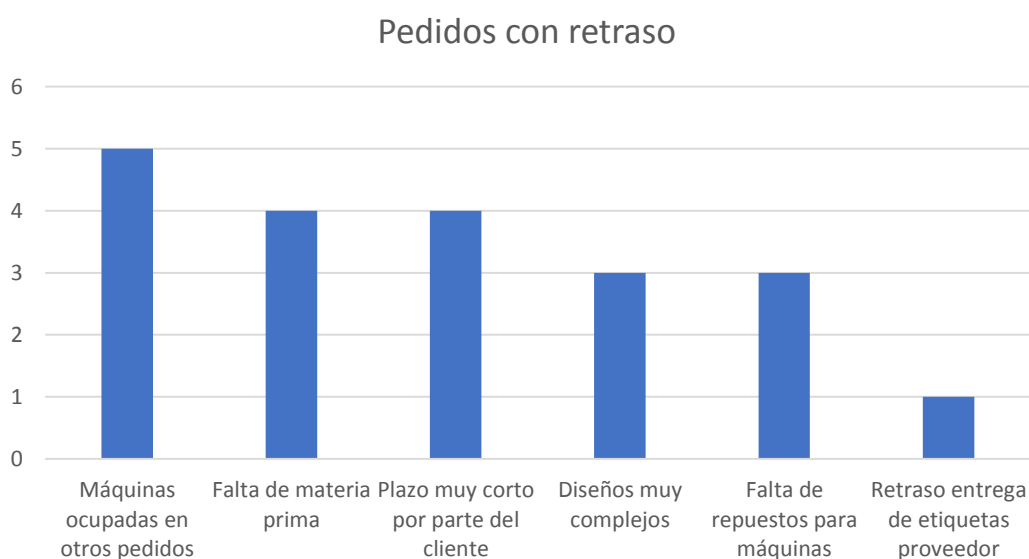


Figura 13. Histograma de pedidos con retrasos

### 3.6.1 cinco por qué pedidos con retrasos

Uno de los principales motivos de retraso en los pedidos se da debido a que las máquinas son utilizadas en producir otras órdenes y, por lo tanto, no

pueden trabajar a su máxima capacidad. La afectación en el tiempo de entrega también ocurre por la falta de materia prima disponible en la planta y ya que algunos clientes establecen el plazo de entrega con márgenes muy cortos. Estos tres motivos mencionados causan el 65% de los retrasos de los pedidos. Para conocer la causa raíz de cada elemento presente en la tabla es necesario aplicar la metodología de los 5 por qué:

1) Máquinas ocupadas en otros pedidos:

- ¿Por qué las máquinas están ocupadas en otros pedidos y no pueden cumplir con los plazos de entrega establecidos? Porque no todas las máquinas están siempre disponibles ni funcionando a su máxima capacidad.
- ¿Por qué las máquinas no están siempre disponibles ni funcionando a su máxima capacidad?  
Porque existe veces que las máquinas están dañadas. No se les hace funcionar a su máxima capacidad para evitar desgaste de las máquinas y posteriores fallos.
- ¿Por qué existe máquinas dañadas y se evita el desgaste de las otras?  
Porque al momento de realizar el mantenimiento el proveedor no tiene el repuesto en stock y la máquina permanece parada. Se evita el desgaste para así cuidar a la máquina y evitar el mantenimiento y las paras de la misma.

2) Falta de materia prima:

- ¿Por qué no hay los colores de materia prima requeridos por el cliente?  
Porque no es conveniente tener inventario de muchos colores.
- ¿Por qué no es conveniente tener inventario de varios colores?  
Porque no se sabe los colores que quieren los clientes en sus pedidos.
- ¿Por qué no se sabe qué colores quieren los clientes?

Porque no se ha realizado un estudio de los colores preferidos por los clientes.

- ¿Por qué no se ha realizado dicho estudio?

Porque no se tiene en el personal a una persona que se encargue del análisis de datos y de la realización de este tipo de estudios.

- ¿Por qué no se tiene a una persona que realice este tipo de trabajo en el personal?

Porque el personal es encargado de la producción, mientras que el área administrativa busca clientes, se encarga de temas económicos y de coordinación de producción.

### 3) Plazo muy corto por parte del cliente:

- ¿Por qué los clientes dan plazos muy cortos para realizar el pedido?

Porque se demora mucho tiempo en la aceptación del diseño del producto final.

- ¿Por qué los clientes se demoran en la aprobación del diseño?

Porque no hay una comunicación efectiva al momento de enviar los diseños y de tener la retroalimentación.

- ¿Por qué no existe comunicación efectiva con los clientes?

Porque los canales de comunicación no son formales.

- ¿Por qué los canales de comunicación no son formales?

Porque el método de trabajo en temas de comunicación informal se ha realizado durante mucho tiempo.

- ¿Por qué el método se ha realizado de la misma manera por mucho tiempo?

Porque no se ha innovado.

### 4) Diseños muy complejos:

- ¿Por qué el realizar diseños muy complejos tarda mucho tiempo?

Porque se tiene que bajar la velocidad de la máquina para obtener el diseño final.

- ¿Por qué se tiene que bajar la velocidad de la máquina?



Porque la máquina al trabajar a velocidades más bajas teje de manera más uniforme.

- ¿Por qué se teje de manera más uniforme al trabajar a velocidades bajas?

Porque se define mejor los movimientos de la máquina.

- ¿Por qué se define mejor los movimientos de la máquina?

Porque al bajar la velocidad se controla mejor los tiempos y espacios de definición.

- ¿Por qué se controlan mejor los tiempos y espacios de definición?

Porque se coordinan aspectos como la tensión, colores, unión de hilaturas y espacios.

#### 5) Falta de repuestos para máquinas:

- ¿Por qué no hay un stock de repuestos necesario para las máquinas?

Porque no se sabe que piezas pueden fallar en la máquina y, por lo tanto, no se puede pedir al proveedor con anticipación.

- ¿Por qué no se sabe qué piezas pueden fallar en la máquina con anticipación?

Porque no hay un estudio realizado para poder identificar la frecuencia de fallo de piezas y partes de la máquina.

- ¿Por qué no existe el estudio de identificación o prevención?

Porque no existe el personal que realice ese estudio dentro de la empresa.

- ¿Por qué no existe el personal que realice estudios de mantenimiento dentro de la empresa?

Porque los colaboradores tienen el conocimiento para realizar el mantenimiento de las máquinas, más no del estudio para prevención.

- ¿Por qué los colaboradores solo saben reparar y no prevenir?

Porque en la empresa se realizan mantenimientos correctivos y no preventivos o predictivos.

Al realizar el análisis utilizando la herramienta de los “5 por qué” y buscar la causa raíz del problema, se evidenció que hay una relación de problemas con lo que respecta a la maquinaria y al mantenimiento de esta. De tal manera, al vincular las causas raíz, se puede evidenciar que existe una falta de mantenimiento preventivo o predictivo, ya que la empresa solo utiliza mantenimiento correctivo. Por este motivo, la empresa no utiliza las máquinas en su máxima capacidad y, por lo tanto, la producción se la realiza a un ritmo más bajo y los pedidos no se cumplen en la fecha predeterminada. Es por esto que la organización debe iniciar un proceso de transformación e innovación para así trabajar de manera proactiva, utilizando las herramientas tecnológicas disponibles y asegurando la calidad a lo largo de toda su cadena de abastecimiento y producción.

Debido a que Vixitex ha comunicado de manera anticipada a sus clientes sobre la imposibilidad de cumplir los pedidos durante el tiempo preestablecido, la empresa no ha tenido multas ni sanciones. No obstante, el no tener penalizaciones, no significa que la organización no se vea afectada por este tipo de situaciones. Es un elemento de diferenciación frente a la competencia brindar el más alto nivel de servicio ya que posteriormente puede servir como una ventaja competitiva y poder tener un mejor posicionamiento en el mercado. Debido a este motivo, la satisfacción del cliente, que es un indicador vital de la calidad, se ve afectada de gran manera y, por lo tanto, la empresa también resulta perjudicada. Lo mismo pasa en términos de credibilidad, ya que, si este tipo de situaciones ocurren de manera constante, los clientes podrían perder la confianza en la organización. Dicho esto, la insatisfacción del cliente podría tener como resultados extremos como incluso la pérdida de una cuenta o un negocio.

### **3.7 Productos con falla**

A lo largo de todo el proceso de confección de pares de medias también existen productos defectuosos que son llamados “medias de segunda” o

“medias de tercera”. Medias de segunda son productos que tienen alguna falla mínima que hace que el producto no pase el control de calidad, pero que todavía sea útil y pueda cumplir las funciones de un par de medias. Este producto puede ser vendido a otro tipo de clientes a un precio más bajo. Este tipo de medias se venden al peso, pero es difícil que existan clientes debido a que la calidad de las medias realizadas está enfocada en la producción para otro nicho de mercado. Las medias de tercera son productos que no pasan los controles de calidad y que tampoco pueden cumplir las funciones de un par de medias, es decir, dejan de ser útiles. Esto genera que se cree un inventario estático de producto con fallas.

Los factores que hacen que una media sea de segunda es que los colores sean diferentes a los pedidos por el cliente, existan errores en el tejido (falta de uniformidad), errores de costura en puntera, talla errónea (medidas no exactas al parámetro), manchas durante el proceso y encogimiento de la media por altas temperaturas en la plancha.

En la producción de medias con diseños complejos (cinco o más colores) se alcanza de 15% a 18% de medias de segunda. En medias de diseños sencillos se alcanza del 10% al 12% de medias de segunda. En la producción de medias básicas, deportivas o de colores llanos se tiene del 4% al 6% de medias de segunda.

### **3.7.1 Análisis de medias con falla por peso**

Las medias de segunda son vendidas al peso y, por lo tanto, el control de la cantidad de producto con falla que se genera en el proceso de producción se lo hace por peso también. Es por esto por lo que el análisis preliminar de la cantidad de producto con errores se lo hizo comparando los gramos de producto con falla con los gramos totales producidos. Las siguientes tablas muestran la cantidad de medias de segunda o tercera en gramos, producidas desde el 15 de octubre de 2018 hasta el 31 de octubre del mismo año. También se detallan los pedidos realizados durante este tiempo por docenas y

su producción diaria. Dos operadores fueron los encargados de la producción. Los datos para el análisis y los pesos correspondientes a medias con errores se encuentran en el Anexo 9.

Tabla 12  
*Pedidos por clientes para análisis por peso*

Número de pedido	Cliente	Cantidad solicitada (en docenas)
S/P	VASARI	154
2854	CRISPAMONI	24
2858	BODEGA	65
2855	PROFAMILIA	16
S/P	LOURDES BORJA	3
S/P	LOLITA PACHECO	1
2856	MARCELO TOPON	2
S/P	WILSON CANDO	16 PARES
2857	MAPGRAFI	21
S/P	HUMA	3 PARES

Se realizó el siguiente análisis para poder obtener el porcentaje total de medias con falla por total de producción realizada en el periodo de tiempo antes mencionado. Primero, se sumó el peso de todas las medias con falla producidas por los dos operarios en cada día. Después, se adicionaron los resultados obtenidos por día para tener el peso total en gramos de medias de segunda y tercera dando como resultado 18.507 gramos. A continuación, se procedió a obtener el número total de medias producidas, que se obtuvo por medio de la tabla de pedidos que detalla todos los pares de medias solicitados por los clientes, dando como resultado un total de 3.451 pares de medias. Ya que el par de medias pesa aproximadamente 60 gramos, se multiplicó los pares solicitados por el cliente por el peso promedio de cada par de medias y se obtuvo el peso total de calcetines producidos, que fue de 207.060 gramos. Finalmente, se dividió el peso de medias con falla por el peso total de la producción realizada y se obtuvo un resultado de 8,94%.

El resultado obtenido indica que aproximadamente el 9% de la producción realizada en Vixitex, en el área de tejeduría, es producto que no cumple con los estándares de calidad y, por lo tanto, es catalogado como desperdicio. Dicho

de otro modo, existe un porcentaje elevado de producto que no puede ser reprocesado ni comercializado en condiciones normales por lo que generan pérdidas económicas y productivas a la empresa.

### 3.7.2 Espina de pescado

Para poder determinar las razones por las que se generan las medias de segunda y/o tercera se utilizó el siguiente diagrama de espina de pescado:

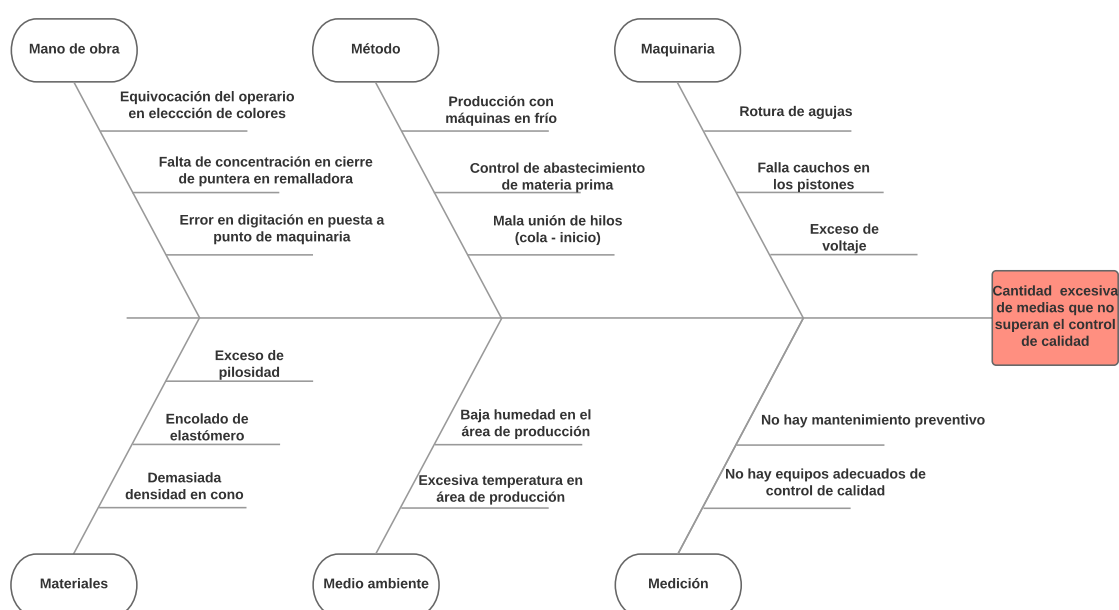


Figura 14. Espina de pescado medias con falla

Se puede ver que existe una gran cantidad de variables que afectan a la calidad de los calcetines producidos y, por lo tanto, entran en la categoría de productos defectuosos como medias de segunda o tercera. Muchas de las variables presentes en la espina de pescado son ajenas a la empresa y esto hace difícil tratarlas o corregirlas.

En los procesos de almacenamiento de materia prima y producto terminado hay un desperdicio grande en exceso de inventario. El exceso de inventario de materia prima se dio gracias a las importaciones realizadas por Vixitex para utilizar materia prima de buena calidad. La empresa importó una gran cantidad

de algodón, lycra, y naylor para poder crear productos de calidad y eliminar la cantidad de medias de segunda. Todo el producto importado tuvo que ser almacenado en las bodegas de la planta, teniendo un activo sin uso y creando valor por el costo de mantener ese inventario. Esto genera desperdicios.

Lo mismo ocurre con el inventario de producto terminado. Las cadenas de ventas compraban a la empresa una gran cantidad de medias llanas, deportivas o con diseños predeterminados. Se realizaban pedidos cada cierto tiempo. Un tiempo se realizaron pedidos grandes, pero por la situación económica del país, estas empresas decidieron importar medias y cancelaron los pedidos. Vixitex, que ya tenía listo el producto, se quedó con las medias terminadas en su bodega y también se genera un costo al tener que mantener ese inventario.

### **3.7.3 Análisis de medias con falla de manera unitaria**

En el análisis de peso realizado se pudo evidenciar la cantidad de producto con falla, pero no se puede determinar las razones que causan que el 9% de la producción tengan algún tipo de error. Con el fin de poder determinar las causas a este problema, se implementó un cuadro de control y categorización de medias de segunda y tercera en el área de tejeduría. De tal manera, se puede categorizar los problemas por medio de un diagrama de Pareto y con esto poder identificar los muchos triviales y pocos vitales del proceso. Es decir, se podrá conocer el 20% de causas que generan el 80% del problema y, por lo tanto, se podrá reconocer qué elementos se necesitan resolver con la mayor brevedad posible y cuales no tienen tanta importancia.

Para construir el cuadro de control se categorizaron las causas en tres grandes grupos: hilatura, maquinaria y procedimiento. La categoría de hilatura está relacionada con la materia prima entregada por los proveedores y como esta se comporta en el momento de entrar en producción. La posibilidad de tener una media con error en esta categoría depende del tensionamiento en el enconado,

motas en el hilo, nivel de encolamiento de la lycra y el elástico, rotura de nylon y atoramiento de los hilos en los tensores de la maquinaria.

Con lo que respecta a la maquinaria, los errores pueden ocurrir debido a fallas en los elementos de cada máquina como rotura de agujas, rotura de lengüeta de agujas, rotura de platinas, rotura de selectores, rotura de caucho de pistones, fallo eléctrico, mal funcionamiento de un dedo, transfers golpeados, tanque de pelusas sucio y levas dañadas. Si un equipo no funciona de manera perfecta y coordinada con todos sus componentes se pueden generar errores en la producción. Dicho de otra manera, si se daña alguna pieza o parte de la máquina esta inmediatamente comienza a generar producto con falla.

Puesto que no todo el proceso es automatizado, los operarios son los encargados de comenzar, controlar y mantener la producción estable. Por lo tanto, existen errores de procedimiento que pueden afectar a la producción y estos pueden ser la carga de hilo errada en cantidad y color, producción con máquinas en frío y mal hecho el nudo de unión entre hilos. Si bien las actividades a realizar por los operarios no son extensas ni complicadas, igual se pueden generar equivocaciones que resultan en productos fallidos. Es más, han existido ocasiones en que pedidos enteros son devueltos por parte del cliente ya que ha habido errores en el procedimiento y los requisitos del producto no se cumplieron en su totalidad.

El cuadro mencionado fue implementado en cada máquina. Es decir, los resultados obtenidos se pueden depurar por máquina, pedido y fecha. Con esto se busca tener resultados exactos y evidenciar dónde se producen estos errores. Los operarios llenan los cuadros a medida que se genera un producto con falla y cada cuadro es revisado al final de la jornada por un supervisor que se encarga de controlar que todas las medias con falla hayan sido registradas y categorizadas de manera correcta. Los operarios también diferencian en el cuadro las medias de segunda y las medias de tercera, para tener una información más detallada. El cuadro de resumen se detalla a continuación:

Tabla 13  
Total, de producción tejeduría

Total producción	
Pares total producidos	4140
Medias total producidas	8280

Tabla 14  
Resumen de producción de medias con falla por unidades

Resumen Producción medias con falla				
Categoría	Característica	Segundas	Terceras	Total
Hilatura	Tensionamiento	24	2	26
	Motas	47	17	64
	Atoramiento hilo en tensores	136	60	196
	Encolamiento (lycra/elástico)	74	117	191
	Rotura de nylon	19	23	42
Maquinaria	Rotura de agujas	78	11	89
	Rotura de lengüeta de agujas	0	0	0
	Rotura de platinas	0	0	0
	Rotura de selectores	5	0	5
	Fallo eléctrico	0	0	0
	Rotura de caucho de pistones	0	0	0
	Mal funcionamiento de un dedo	16	0	16
	Transfers golpeados	0	3	3
	Tanque de pelusa sucio	2	0	2
	Levas dañadas	5	0	5
Procedimiento	Carga de hilo errada	41	7	48
	Máquinas en frío	46	1	47
	Mal hecho nudo de unión	0	0	0
<b>Total</b>		<b>493</b>	<b>241</b>	<b>734</b>
<b>%</b>		<b>5,95%</b>	<b>2,91%</b>	<b>8,86%</b>



Los datos obtenidos en esta tabla son desde el 14 de noviembre de 2018 hasta el 10 de diciembre de 2018, casi un mes de implementación. A pesar de que la información obtenida con la implementación de esta hoja de control es más precisa y exacta, se obtiene un porcentaje de errores en la producción de calcetines muy similar al resultado obtenido por el estudio preliminar realizado por control de peso de producto defectuoso. El análisis por control de peso dio como resultado que el 8,94% del total de producción realizada es producto defectuoso, mientras que el resultado de la implementación de la hoja de control muestra que el 8,86% de la producción total de la empresa es producto defectuoso o con errores.

El porcentaje obtenido del total de fallos por producción realizada no es alentador. A pesar de esto, los resultados obtenidos muestran que el 5,95% del total de errores generados son de medias de segunda, es decir, producto que contiene errores, pero que puede ser vendido y utilizado por un cliente final. El 2,91% restante corresponde a medias de tercera, que es netamente un desperdicio, ya que ese tipo de producto no se puede comercializar ni reutilizar.

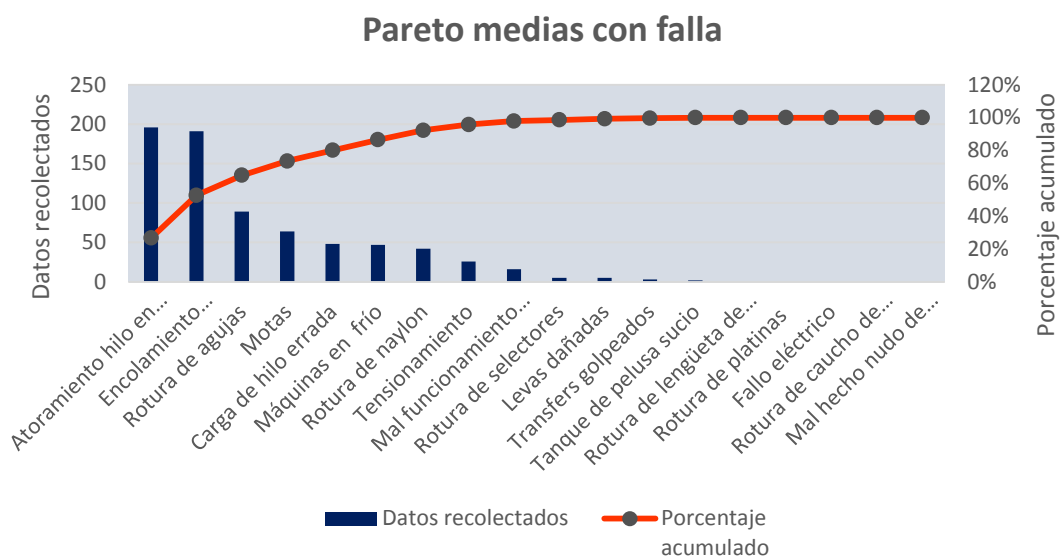
### **3.7.3.1 Diagrama de Pareto**

Si bien la categoría de hilatura es la más crítica ya que tiene los resultados más elevados, es importante realizar un diagrama de Pareto que muestre el 20% de los elementos que generen el 80% del exceso de producto defectuoso. Para poder crear este diagrama se utilizaron los datos obtenidos de la hoja de control para realizar un histograma y después se obtuvo el porcentaje acumulado de estos datos para poder obtener una línea de tendencia.

Tabla 15  
*Datos para el diagrama de Pareto*

Causa	Datos recolectados	Porcentaje acumulado
Atoramiento hilo en tensores	196	26,7%
Encolamiento (lycra/elástico)	191	52,7%
Rotura de agujas	89	64,9%
Motas	64	73,6%
Carga de hilo errada	48	80,1%
Máquinas en frío	47	86,5%
Rotura de nylon	42	92,2%
Tensionamiento	26	95,8%
Mal funcionamiento de un dedo	16	98,0%
Rotura de selectores	5	98,6%
Levas dañadas	5	99,3%
Transfers golpeados	3	99,7%
Tanque de pelusa sucio	2	100,0%
Rotura de lengüeta de agujas	0	100,0%
Rotura de platinas	0	100,0%
Fallo eléctrico	0	100,0%
Rotura de caucho de pistones	0	100,0%
Mal hecho nudo de unión	0	100,0%

Los elementos o las “causas” están ordenados de mayor a menor, en la columna de “datos recolectados” existen los datos con los que se diseña el histograma y el porcentaje acumulado es el porcentaje sumado de todos los datos de la columna “datos recolectados”, con los que se trazará la línea de tendencia. Cabe recalcar que cada número de la columna “datos recolectados” representa a una media defectuosa.



*Figura 15.* Diagrama de Pareto

El Pareto realizado muestra todos los elementos analizados y como estos afectan al problema. Cada elemento tiene su porcentaje de incidencia sobre la generación de medias con falla y, por lo tanto, existen elementos que son más críticos que otros, porque afectan más a la generación del problema por su recurrencia e impacto. Los elementos más críticos y que generan el 80% del problema son los siguientes: atoramiento de hilo en tensores de la máquina, encolamiento del hilo de lycra o elástico, rotura de agujas, creación de motas y carga de hilo errada.

De los cinco elementos mencionados, tres de ellos corresponde a la categoría de hilatura. Esto quiere decir que es un problema de las fibras con las que trabaja la empresa y son abastecidas por los proveedores, por lo que es necesario establecer una metodología para obtener un producto de calidad y poder reducir los errores en el producto generados por la materia prima. Los otros dos elementos corresponden a la categoría de maquinaria y procedimiento, respectivamente. Debido a que son elementos que tienen alta incidencia en el problema, es indispensable establecer un método de mejorar el rendimiento de las máquinas y no tener piezas o partes dañadas, así como también lograr mejorar el proceso para evitar confusión de los operarios y que se pueda realizar un trabajo más efectivo.

#### 4. CAPÍTULO IV. PROPUESTAS DE MEJORA

La cantidad excesiva de medias con falla hacen que sea indispensable implementar un sistema de control de producto que no pasa los controles de calidad en el área de tejeduría, ya que es el proceso más crítico de toda la cadena de producción. El determinar las causas por las cuales las medias pueden presentar errores y agruparlas por categorías facilita la cuantificación y se pueden obtener datos para un análisis más profundo.

Como se mencionó en el capítulo anterior, existen tres principales causas por las que se producen medias defectuosas: proveedores de materia prima, maquinaria y errores de proceso. Al implementar este análisis se puede definir qué categoría es la más crítica y, por lo tanto, poder determinar las acciones a tomar y poder contrarrestar el principal problema. Con los datos obtenidos de esta herramienta se puede realizar un diagrama de Pareto e identificar el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas de la empresa en lo que respecta a producto defectuoso.

Los errores en las medias causados por la materia prima de mala calidad, es una categoría externa a la empresa, esto quiere decir que Vixitex no puede influir en los procesos de los proveedores para poder obtener un producto de calidad y así disminuir la cantidad de fallas generadas por este motivo. Para lo que respecta a la maquinaria y a los errores de proceso, la empresa puede tomar acciones y medidas para controlar y prevenir los errores debido a que son procesos internos de la compañía.

El realizar un mantenimiento preventivo alarga la vida útil de las máquinas y hace que estas puedan producir siempre en su máxima capacidad, evitando errores y aumentando la productividad. De esta manera, y para poder efectuar un mantenimiento proactivo, es necesario establecer un plan que permita determinar qué máquinas van a ser sometidas a este mantenimiento, en qué fechas y qué acciones se realizaran. Por lo tanto, al desarrollar esta

planificación, se garantiza que todas las máquinas de la empresa sean evaluadas al menos una vez en el año y puedan producir en óptimas condiciones a lo largo de este tiempo.

Debido a que los colaboradores son los responsables de todos los procesos, se necesita una herramienta que ayude a prevenir errores, mejorar la productividad e incrementar el aprovechamiento del tiempo. Las 5S's es un método que ayuda a mejorar el orden y la limpieza dentro de las áreas de trabajo, permitiendo que los colaboradores logren encontrar cualquier cosa en su puesto de trabajo en menos de 30 segundos y, por lo tanto, realicen un trabajo efectivo. Este sistema puede ser aplicado tanto en áreas productivas como administrativas y puede lograr que el ambiente de trabajo se vuelva más placentero y, debido a esto, que los trabajadores aumenten su productividad.

#### **4.1 Hoja de control de calidad**

Para poder identificar bien el problema en la empresa fue necesario implementar una hoja de control de calidad que muestre las posibles fallas generadas en cada máquina. Para poder diferenciar los errores generados se crearon tres grandes categorías: hilatura, maquinaria y procedimiento. De tal manera, todos los elementos que respecten a hilatura están relacionados con los proveedores, la maquinaria con el mantenimiento y el procedimiento con los colaboradores y los procesos internos de la empresa. El objetivo de esta implementación fue tener datos certeros que muestren la cantidad de medias con falla generadas en el área de tejeduría, que es la más crítica dentro de la empresa, y poder identificar los problemas en específico a los que se enfrenta la organización.

En esta hoja de control también fue necesario diferenciar los productos con error que genera cada máquina. Es decir, todas las medias de segunda producidas se identificaban con color azul mientras que las medias de tercera se identificaban con color rojo. Esto sirve para el posterior análisis y poder

determinar la cantidad de producto que puede ser vendido y lo que es netamente un desperdicio para la empresa.

En la sección de información el operador tiene que llenar el nombre y número de la máquina, la semana en la que se lleno la hoja de control (ejemplo: 12/11/18 - 16/11/18), el número secuencial de pedidos o código de identificación de pedidos (de acuerdo con la orden de producción), la cantidad de producción diaria de pares de medias en relación con cada pedido producido, la fecha del día de trabajo y, finalmente, el operador encargado de esa máquina.

Para la identificación de la máquina a analizar en la hoja de control se utiliza la siguiente tabla que detalla la cantidad de máquinas existentes en el área de tejeduría, su marca y la cantidad.

Tabla 16  
*Resumen de maquinaria*

Maquinaria	Cantidad
MATEC - 108 agujas	1
MATEC - 116 agujas	1
MATEC SD - 108 agujas	1
IRMAC - 120 agujas	1
IRMAC - 136 agujas	1
IRMAC - 96 agujas	1
LONATI GO - 144 agujas	2
LONATI - 108 agujas	2
LONATI B - 108 agujas	1
SOOSAN DE - 144 agujas	3
SOOSAN - 156 agujas	1
SOOSAN - 164 agujas	1

Las máquinas que tienen cantidades superiores a uno se las identifica enumerándolas entre ellas de la siguiente manera: #1 LONATI GO – 144 agujas, #2 LONATI GO – 144 agujas, #1 LONATI GO – 108 agujas, #2 LONATI GO – 144 agujas, #1 SOOSAN DE – 144 agujas, #2 SOOSAN DE – 144 agujas, #3 SOOSAN DE – 144 agujas. En la planta las máquinas están numeradas de la misma manera, por lo que la identificación de estas puede ser visual también.

De acuerdo con la investigación realizada en el capítulo tres y con la ayuda del diagrama de la espina de pescado, se logró evidenciar que en la categoría de hilatura existen cuatro causas principales que generan producto con errores de calidad y estas son la tensión excesiva del hilo al momento de enconar, presencia de motas en el hilo que hacen que este no sea uniforme, atoramiento del hilo en los tensores de la máquina y la diferente cantidad de encolado a lo largo del hilo.

La maquinaria genera producto con errores debido a la rotura de agujas, rotura de lengüeta de agujas, rotura o falla de platinas, rotura de selectores, rotura de los cauchos de los pistones y fallas eléctricas.

Finalmente, el procedimiento en el área de tejeduría puede generar fallas debido a que los operadores realizan una carga de hilo errada o existe confusión de color con la orden de producción, las máquinas están en frío antes de comenzar la producción o el operador realiza mal el nudo de unión y este se zafa al momento de la producción.

Todos los elementos mencionados anteriormente son los que se tomaron en cuenta al momento de realizar la hoja de control presente en el Anexo 2.

#### **4.1.1 Utilización hoja de control de calidad**

Para poder completar la hoja de control el operador debe comenzar su turno llenando el número secuencial del pedido que va a trabajar de acuerdo con la orden de trabajo, la fecha y el nombre del operador encargado. A medida que comienzan a producirse medias con falla el operador debe identificar la causa del error y señalar esa categoría con una línea. Si se vuelve a generar un error causado por la misma categoría se vuelve a poner la línea. Por lo tanto, se entiende que cada línea dibujada en la hoja de control corresponde a una media de producto defectuoso. Por el contrario, si se produce una media con falla que no puede ser ubicada en ninguna categoría, el operador debe

especificar el problema en “otros”, con el fin de poder crear nuevos elementos en la categoría y ubicarlas dentro de las categorías.

Al final de cada turno un supervisor revisa la cantidad de medias con falla generadas a lo largo del día y comprueba el producto con la categorización en la hoja de control realizada por los operadores. Este doble control hace que los datos obtenidos sean veraces y que estén bien categorizados, por lo tanto, el estudio realizado es confiable y es factible priorizar las causas de los problemas.

#### 4.1.2 Resultados implementación hoja de control de calidad

Por tal motivo, transcurrida la primera semana de utilización de la hoja de control, esta tuvo que ser modificada ya que se agregaron nuevos elementos a las categorías. En la parte de hilatura se aumento el elemento de rotura de nylon. En la categoría de maquinaria se agregaron cuatro elementos: mal funcionamiento de un dedo, transfers golpeados, tanque de pelusa sucio, levas dañadas o desgastadas. La parte de procedimiento no fue modificada.

Transcurridas tres semanas de la implementación de la hoja de control se obtuvieron los datos expuestos en el final del capítulo dos. Al filtrar los datos por cada categoría se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 17  
*Total, de medias con falla por categoría*

<b>Total por categoría</b>		
Total hilatura	519	6,27%
Total maquinaria	120	1,45%
Total procedimiento	95	1,15%
<b>Total</b>	<b>734</b>	<b>8,86%</b>

Se puede evidenciar que del 8,86% de medias que no superan el control de calidad, 6,27% son causadas por problemas de hilatura. Puesto que los hilos



utilizados por la empresa son fabricados o tratados por diferentes proveedores, se puede determinar que existe un problema general de proveedores y la calidad de sus productos. Al no poder tener un control sobre procesos externos a la empresa ni sobre la materia prima que entra al proceso productivo, es fundamental realizar controles de calidad del producto entregado por los proveedores antes de que este entre en producción.

#### **4.2 Hoja de calificación de proveedores**

El inconveniente de realizar controles de calidad a la materia prima es que la empresa no cuenta con la tecnología necesaria para realizar esto y existe materia prima que no puede ser sometida a controles de calidad, ya que no existe método alguno de poder evidenciar errores de calidad del producto.

La tensión causa problemas en todos los hilos que se utilizan en la fabricación de medias (algodón, Bambú, CoolMax, nylon, spandex o lycra, elastómero o elástico). El tensiómetro es un instrumento electrónico que puede medir la tensión que existe en cada cono, pero tiene un precio elevado y la empresa no cuenta con este instrumento.

La única manera de medir el nivel de encolamiento del hilo es realizando pruebas de laboratorio en proceso químico. Los hilos que son tratados mediante el proceso encolamiento son el spandex (Lycra) y el elastómero (elástico).

Las motas son creadas por el peeling que son la acumulación de fibras sueltas de los hilos (pelusas). Al igual que la tensión, la cantidad de peeling puede ser medido por medio de un instrumento electrónico. La empresa no posee esta tecnología e implementarla tendría un costo altamente elevado.

La rotura de nylon puede ser causada por el tensionamiento, motas y desfibramiento del hilo. Sin embargo, la principal causa de rotura de nylon se

debe a que los conos donde se envuelve el hilo están maltratados. Actualmente no existe técnica para poder evidenciar la calidad de los conos.

Por lo tanto, la única manera de poder solventar el problema de baja calidad de materia prima, que causa gran cantidad de producto defectuoso, es creando una hoja de calificación de proveedores. El objetivo de calificar a los proveedores es determinar cuál de ellos tiene mayor puntaje ponderado y poder trabajar de manera constante con ellos. Por el contrario, se deberían cerrar los negocios con los proveedores que tienen el puntaje ponderado más bajo. Lo que se busca con este formato es disminuir la cantidad de producto defectuoso causado por la categoría de hilatura. En otras palabras, la hoja de calificación de proveedores busca disminuir el 6,27% de producto con errores que es generado por la materia prima entregada por los proveedores.

#### **4.2.1 Parámetros para el desarrollo de la hoja de clasificación de proveedores**

Para la creación de la hoja de calificación de proveedores primero se identificaron los elementos importantes que influyen en la calidad de la producción de calcetines. Es decir, los elementos más críticos dentro del proceso de tejeduría (en específico, de la categoría de hilatura) son los que tienen que ser calificados en esta hoja. De tal manera, los componentes seleccionados para la calificación de proveedores fueron los siguientes:

- 1) Control de calidad de sus proveedores
- 2) Stock de seguridad o disponibilidad inmediata
- 3) Devolución y seguimiento
- 4) Ventas a crédito
- 5) Precio
- 6) Carta de colores
- 7) Hoja técnica de la materia prima
- 8) Certificaciones
- 9) Separación eficiente entre conos

- 10)Empaque ordenado y correcto (distribución eficiente de conos)
- 11)Conos sin lastimar (uniformes)
- 12)Control de peso por cono
- 13)Enconado con ángulo correcto (4 a 5 grados)
- 14)Nivel de encolado
- 15)Dureza del cono
- 16)Revisión de pilosidad (prueba de fricción)

Como se puede evidenciar, las causas de los problemas de la categoría de hilatura se encuentran en la lista mencionada. Es decir, la dureza del cono, el nivel de encolado y la calidad del cono son aspectos para calificar. Existen también otros 13 componentes que intervienen en la calidad del producto y servicio ofertado por los distintos proveedores.

Ya que no todos los elementos tienen la misma importancia dentro de la calificación y existen elementos críticos, se dio un peso en porcentaje para cada componente. A la final la suma de todos los pesos da un total de 100%. Debido a que se emplea esta hoja de control para disminuir los errores generados por la categoría de hilatura, los componentes con más peso son los más críticos dentro de proceso de tejeduría. Es decir, los proveedores tendrán mejor calificación cuando sus elementos críticos cumplan los estándares de calidad en hilatura necesarios por Vixitex. Los dos elementos que tienen el peso más alto son el nivel de encolado y la dureza del cono, los dos con 15%, ya que son características que afectan a la calidad de la media producida. Con un 10% de peso también están los elementos de control de peso por cono, conos sin lastimar (uniformidad del cono) y carta de colores. La hoja de control de proveedores se encuentra en el Anexo 3.

#### **4.2.2 Utilización hoja de calificación de proveedores**

La persona encargada de calificar a los proveedores primero debe llenar los datos de información de la empresa a analizar. Se debe completar los cuadros

de materia prima que se ofrece, nombre de la empresa, dirección, ciudad, números de teléfono y fecha en la que se realiza la calificación. Una vez completados los campos de información se procede a calificar los elementos de la hoja de calificación mencionada y se ubican los datos en la columna de “calificación”. Para este paso se utiliza una escala de uno al cinco, siendo uno el nivel más bajo de calificación y cinco el nivel más alto. A continuación, se presenta el sistema de calificación:

Tabla 18  
*Sistema de calificación de proveedores*

Sistema de calificación	
Parámetros	Puntuación numérica
No existe	1
Informal	2
Regular	3
Aceptable	4
Muy buena	5

Una vez completado el proceso de calificación, se procede a multiplicar el peso de cada elemento con la calificación dada por Vixitex y se los ubica en la columna de “total ponderado”. Después, se suma todos los datos ya ponderados y se obtiene un valor total que representa la calificación final de la empresa. El valor final obtenido es sobre cinco puntos y se analiza con la siguiente tabla:

Tabla 19  
*Resumen de calificaciones a proveedores*

Calificación a proveedor		
Proveedor	Puntaje	Valoración
Tipo A	4,5 a 5	Aprobado
Tipo B	3,5 - 4,49	Confiable
Tipo C	2,5 - 3,49	Regular
Tipo D	1,5 a 2,49	No confiable
Tipo E	0 a 1,49	Rechazado

Si una empresa obtiene resultados que los coloca como proveedores “tipo A”, se los aprueba inmediatamente y serían proveedores altamente confiables. Con los proveedores “tipo A” se debería crear alianzas estratégicas y trabajar de manera frecuente. Los proveedores “tipo B” son proveedores confiables, es decir, existe certeza de que los productos que ofrecen son de buena calidad y cumplen los requisitos establecidos por Vixitex. Se debería trabajar de manera regular con estos proveedores. Los proveedores “tipo C” son valorados como regulares, esto quiere decir que se debería acudir a ellos de manera muy inusual, ya que no tienen una calificación que genere confianza. Los proveedores no confiables son los “tipo D”, con ellos se debería trabajar solo en casos urgentes o puntuales. Por último, proveedores “tipo E” son los proveedores que se deben rechazar inmediatamente y no trabajar con ellos en ninguna circunstancia.

Lo que generan estas categorizaciones de proveedores son que, se cumplan los estándares de calidad de materia prima y que Vixitex pueda tener mayor beneficio en lo que respecta a servicio al cliente, pero lo más importante es que se reduzca la cantidad de medias de segunda generadas por la categoría de hilatura, que actualmente es la que genera mayor desperdicio.

Debido a que, dentro de la categoría de “Hilatura”, los elementos más preocupantes son el atoramiento de los hilos en los tensores de la máquina y el encolamiento de los hilos, se procedió a crear hojas de control de calidad específicamente para estos elementos. Este control, que se lo realizaría dentro de la empresa, puede servir como un segundo filtro para los proveedores y sus productos, específicamente para los proveedores de hilos encolados, que son los más críticos dentro del área de tejeduría. Aproximadamente el 40% de medias con falla generadas por errores de hilatura, son debido al encolamiento de los hilos. La misma cifra se obtiene al analizar el atoramiento de los hilos en los tensores. Como se mencionó anteriormente, Vixitex no puede controlar estos factores y por eso es necesario establecer controles exhaustivos para los proveedores y la materia prima que ingresa al proceso productivo, en específico al proceso de tejeduría.

### **4.3 Hoja de calidad – Atoramiento de hilo en tensores**

Debido a que el atoramiento de hilo en los tensores de las máquinas es el elemento que produce más fallas dentro de la categoría de “Hilatura”, se procedió a crear una hoja de control donde se muestre las causas por la que se puede atorar el hilo en los tensores de la máquina e identificar el proveedor de ese hilo en específico. La hoja de control también mostrará los datos como el número secuencial de pedidos, producción diaria y fecha de producción. La hoja de calidad del atoramiento de hilo en tensores se puede observar en el Anexo 4.

Las ocho causantes del atoramiento de hilo en los tensores son las siguientes: acumulación de pelusa en el hilo, dureza de enconado, atascamiento del hilo en el cono, irregularidad en el diámetro del hilo, exceso de torsión del hilo, colas largas en nudo de unión, exceso de tensión en el resorte de la máquina y platillos de ajuste de tensión lastimados.

Para la utilización de esta hoja de control los operarios deben llenar los campos de información primero. Es decir, escribir en qué máquina se utilizará esta hoja de control y en qué semana. Una vez terminado esto se procede a llenar el número secuencial de pedido, la cantidad de medias que se produjeron en el día, la fecha en la que se realizó la producción y el proveedor del hilo utilizado. Finalmente, y al igual que en las otras hojas de control, se procede a identificar las causas de las fallas de las medias y ubicarlas en las categorías mencionadas. Se procede a realizar una raya por cada media de segunda o tercera que se genere en cada categoría. El color azul mostrará las medias de segunda mientras que el color rojo hará referencia a las medias de tercera.

### **4.4 Hoja de calidad - Encolamiento**

La hoja de control de calidad creada para los hilos encolados es similar a la hoja de control de medias con falla y a la hoja de control por atoramiento de

hilo en tensores. Debido a esto, los operarios son los encargados de llenar las hojas de control de calidad. Cada máquina debería tener una hoja de control de calidad nueva para cada semana. Los datos que se obtengan de esta implementación podrán utilizarse para determinar qué proveedor posee el mejor hilo encolado dentro de los ofertantes. La hoja de calidad de encolamiento se encuentra en el Anexo 5.

El operario que sea el encargado de llenar esta hoja de calidad deberá comenzar por la sección de información general. En “máquina” se llenará el campo como se especificó anteriormente, se identificará el número de máquina con su respectivo nombre y número de agujas. En cuanto a la “semana” se completará el recuadro poniendo la fecha de inicio y la fecha de fin de la semana. Una vez llenada la sección de información se procederá a completar el resto de la hoja.

Cada operador debe comenzar su turno llenando el número secuencial del pedido que va a trabajar, de acuerdo con la orden de trabajo, la fecha y el nombre del operador encargado. A medida que comienzan a producirse medias con falla, el operador debe identificar el proveedor del hilo encolado que está siendo utilizado en ese momento y rayar una línea en el recuadro que identifique dicho proveedor. Si se vuelve a generar un error causado por un hilo del mismo proveedor, se vuelve a poner otra línea. Por lo tanto, se entiende que cada línea dibujada en la hoja de control corresponde a una media de producto defectuoso.


De la misma manera y utilizando los colores de identificación antes mencionados, las medias de segunda serán registradas con color azul mientras que las medias de tercera serán registradas con color rojo. Esto ayudará a la tabulación y clasificación de datos, que serán necesarios para identificar los mejores proveedores de hilos encolados y mejorar el proceso de tejeduría, evitando desperdicios.

#### **4.5 Análisis de datos obtenidos**

De la misma manera, se procedió a tabular los resultados obtenidos por máquina, para poder identificar si existe alguna máquina crítica al momento de producción y muestre alta cantidad de desviaciones a los resultados obtenidos en el estudio anterior. Esta tabulación también mostrará el comportamiento de la máquina frente a la producción realizada durante el tiempo de estudio. Cabe recalcar que las máquinas Soosan son las que han trabajado constantemente y produciendo la mayor cantidad de docenas, mientras que las Irmac y la Lonati, han trabajado en menor capacidad. El siguiente cuadro muestra la tabulación mencionada.



Tabla 20  
Resumen medias con falla por máquina

 <b>Resumen medias con falla - maquinaria</b>								
Categoría	Característica	# 1 SOOSAN 144 AGUJAS	# 2 SOOSAN 156 AGUJAS	# 3 SOOSAN 168 AGUJAS	# 4 LONATI 144 AGUJAS	# 5 IRMAC 120 AGUJAS	# 6 IRMAC 136 AGUJAS	Total
Hilatura	Tensionamiento	4	5	5	6	5	1	26
	Motas	3	40	2	3	11	5	64
	Atoramiento hilo en tensores	51	35	37	25	29	19	196
	Encolamiento (lycra/elástico)	44	60	48	22	7	10	191
	Rotura de nylon	4	4	7	23	4	0	42
Maquinaria	Rotura de agujas	33	20	9	5	2	20	89
	Rotura de lengüeta de agujas	0	0	0	0	0	0	0
	Rotura de platinas	0	0	0	0	0	0	0
	Rotura de selectores	5	0	0	0	0	0	5
	Fallo eléctrico	0	0	0	0	0	0	0
	Rotura de caucho de pistones	0	0	0	0	0	0	0
	Mal funcionamiento de un dedo	0	16	0	0	0	0	16
	Transfers golpeados	0	0	3	0	0	0	3
	Tanque de pelusa sucio	0	0	2	0	0	0	2
	Levas dañadas	5	0	0	0	0	0	5
Procedimiento	Carga de hilo errada	6	13	29	0	0	0	48
	Máquinas en frío	47	0	0	0	0	0	47
	Mal hecho nudo de unión	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		<b>202</b>	<b>193</b>	<b>142</b>	<b>84</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>734</b>
<b>%</b>		<b>2,44%</b>	<b>2,33%</b>	<b>1,71%</b>	<b>1,01%</b>	<b>0,70%</b>	<b>0,66%</b>	<b>8,86%</b>

Al tabular los datos, se obtienen los siguientes resultados, que no muestran una gran variación en comparación al comportamiento general de la muestra. A pesar de esto, se puede evidenciar que existen dos grandes desviaciones en las máquinas #1 Soosan 144 agujas y #2 Soosan 156 agujas. La primera, es que, en la categoría de “Procedimiento”, en el elemento de “Máquinas en frío”, la máquina Soosan 144 agujas genera 47 medias con falla mientras que ninguna otra máquina generó ni un solo error durante este periodo de tiempo.

La segunda, se refiere a la categoría “Hilatura”, en el elemento de *Motas*, dónde la máquina Soosan de 156 agujas generó 40 medias con errores, mientras que las demás máquinas no tuvieron tan alta cantidad de fallas.

La segunda desviación mencionada, correspondiente a la categoría de “Hilatura”, debe ser manejada con la hoja de calificación de proveedores debido a que las motas se forman por la calidad del hilo utilizado. Si a pesar de implementar el control de calificación de proveedores sigue existiendo desviaciones importantes, se debe identificar de manera urgente el proveedor de ese hilo y reportarlo de manera inmediata.

#### **4.6 Checklist de puesta en marcha**

Para la primera desviación, correspondiente a la categoría de “Procedimiento”, es indispensable asegurar que todos los procesos y/o actividades realizadas por los operadores sean ejecutadas de manera secuencial y efectiva. De tal manera, se podrá mejorar el procedimiento realizado por los empleados al momento de intervenir con la máquina y, por lo tanto, se reducirán los errores por parte de los operadores a lo largo de la cadena de producción. Para lograr tener un mejor ambiente de trabajo, aumentar la satisfacción laboral y aumentar la productividad de los operarios, es necesario tener un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro. Debido a esto, se logra trabajar de manera más rápida y evitando cualquier tipo de riesgo o accidente laboral.

Debido a que los operarios no intervienen regularmente en el proceso productivo, se debe realizar un trabajo estandarizado en sus actividades. El proceso más crítico dentro del área de tejeduría es la puesta en marcha de la máquina ya que intervienen varios factores antes de iniciar el proceso de producción. Los operarios son los responsables de recibir y entender las órdenes de pedidos, enviadas por la administración o el departamento de ventas. Es indispensable que los trabajadores entiendan completamente la orden de pedido, debido a que los datos mostrados ahí serán la línea de

partida para la producción de todo el pedido. Es por esto que el operario debe entender con exactitud la información presentada como, por ejemplo, colores a utilizarse, cantidades y tallas. La orden de producción también debe tener la muestra final como referencia, aprobada por el cliente, y con esta se debe comenzar la producción. Una vez realizado este paso, el operario debe cargar la máquina con el hilo adecuado, tal como se especifica en la orden de producción o en la muestra final. Finalmente, se debe comenzar la producción de manera progresiva. Debido a que las máquinas se encuentran frías y los pedidos son nuevos, es necesario que la máquina se adapte a la producción y comience a sacar el producto deseado a la velocidad deseada.

Para asegurar que los operadores realizan todos estos pasos críticos, descritos anteriormente, se procedió a realizar un *checklist* de puesta en marcha de la maquinaria para los pedidos nuevos. Para crear el *checklist* mencionado se tuvo que observar e identificar todos los pasos a seguir por los operadores al momento de recibir una orden de producción. Después se identificó la secuencia exacta en la que se realizaban estas actividades. Finalmente, se procedió a identificar las actividades más críticas y determinar la secuencia más efectiva para realizar este proceso. Por lo tanto, el *checklist* creado tiene una secuencia lógica en las actividades a realizar por el operador y busca que las actividades críticas sean realizadas de manera cuidadosa para obtener el correcto funcionamiento del proceso y reducir los errores dentro del procedimiento realizado por los operarios. La hoja de trabajo estandarizado sobre la puesta en marcha de la producción se encuentra en el Anexo 6.

Finalmente se obtuvieron 15 actividades o pasos a seguir por los operadores para la correcta puesta en marcha de la maquinaria y la correcta realización de los pedidos. Es esencial que al recibir la orden de pedido el operario identifique todos los componentes y que tenga una muestra física de las medias a realizarse. Por este motivo, las actividades del uno al siete están directamente relacionadas a la comprensión de la hoja de pedido. Debido a las diferencias en hilo, diseño y colores utilizados en la muestra y en el comienzo de la

producción, es importante comparar la muestra con el diseño creado en la computadora y con las primeras medias realizadas en la producción. Otro elemento importante de este *checklist* es que exige el control de la cantidad de hilos a utilizarse para cada pedido y evitar el desperdicio de materia prima. Los operarios deben calcular la cantidad de hilo necesario para el pedido, obtenerlo y registrarlo para poder comenzar la producción. Finalmente, las actividades doce a la quince están relacionadas a la calibración de la maquinaria para comenzar la producción. Es elemental realizar una correcta calibración para evitar errores de hilatura y generación de producto defectuoso, que resultaría en desperdicio.

#### **4.6.1 Utilización *checklist* de puesta en marcha**

La utilización del *checklist* comenzará llenando el cuadro de información. El operador debe completar los campos del número secuencial de pedido, fecha en el que se realizará el *checklist*, el cliente que realizó el pedido y el operador responsable de la puesta en marcha y el comienzo de la producción. Una vez realizado esto, se debe comenzar a llenar los campos de las actividades de manera secuencial, cada actividad si fue realizada o completada, el operario debe registrarla con un visto en el cuadro de "Si", por el contrario, si la actividad no fue cumplida el operario debe marcar el recuadro de "No". Para poder avanzar en la realización del *checklist* es necesario completar la actividad anterior. Es decir, si la actividad anterior está marcada como "Si", se podrá seguir, pero si existe uno "No", el operario no puede avanzar al siguiente punto hasta cambiar el estado de "No" a "Si". Una vez completado el *checklist*, se comienza la producción. Para finalizar, el operario debe firmar el *checklist* y archivarlo. Si después de este control se llegaría a tener errores en la producción por la puesta en marcha de la maquinaria, el único responsable será el operario que realizó este proceso y la empresa deberá tomar las medidas y correcciones respectivas.

La implementación de esta propuesta buscará reducir los productos defectuosos generados por las máquinas en frío. Por tal motivo, los puntos del doce al quince del *checklist* hacen referencia a la calibración de la maquinaria y se deja a la misma ya comenzando la producción progresivamente.

#### 4.7 Kanban en bodega

Para tener un mayor control de inventario a lo largo del proceso de producción se propone establecer tarjetas Kanban de retirada. Es decir, utilizar una herramienta que muestre la clase y la cantidad de materia prima que se debe retirar de las bodegas de la empresa para completar las órdenes de producción. De tal manera, cada vez que llegue una orden de trabajo al operador este debe calcular la cantidad de materia prima que se necesitará para completar el pedido y solicitar el mismo a la bodega por medio de una tarjeta Kanban.

La tarjeta debe tener también la ubicación del material en la bodega, el código del material, la persona solicitante, debe especificar para qué pedido se solicita el material y en qué máquina se utilizará dicha materia prima. Toda tarjeta de retirada debe ser ingresada en el sistema y archivada para el registro de la empresa.

Al utilizar esta herramienta es necesario calcular la cantidad de piezas a almacenar por material utilizando la demanda semanal del mismo, el tiempo de entrega del producto final, el número de ubicaciones o de espacios disponible para dicho material en la bodega, y la variación de la demanda. Se utilizará la siguiente ecuación para el cálculo mencionado:

$$\text{Piezas por Kanban} = D \times TE \times U \times (1 + \%VD)$$

Dónde:

- D: Demanda semanal
- TE: Tiempo de entrega
- U: Número de ubicaciones o espacios disponibles

- VD: Variación de la demanda

Una vez realizado el cálculo por todos los materiales que serán utilizados en el proceso de producción se debe calcular el número de contenedores necesarios para cada material también. Para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Número de contenedores} = \frac{\text{Cantidad de piezas por Kanban}}{\text{Capacidad del contenedor}}$$

Realizado este cálculo, se podrá implementar Kanban para la retirada de material en todas las áreas de la empresa y se podrá tener un control eficiente de inventario y de la cantidad de material utilizado en el proceso de producción, evitando los desperdicios que normalmente se tiene a lo largo de la cadena de producción y que generan grandes pérdidas para la empresa.

#### **4.8 Checklist para implementación de 5S's**

Para que los operarios realicen su trabajo de manera más segura y eficiente, reduciendo tiempos y movimientos innecesarios, se debe tener las áreas de trabajo limpias y ordenadas. Esto también hará que todos los procesos a lo largo de la cadena de producción dentro de la empresa sean más productivos. Como se pudo observar, la categoría de "Procedimiento", también influye en la generación de productos defectuosos y, por medio del diagrama del Pareto realizado, se evidenció que es necesario tratar esa causa para resolver el problema planteado.

La *Carga de hilo errada* es uno de los factores que más influencia tiene en el momento de generar medias de segunda o tercera. Una de las causas más importante para que los operarios no realicen esta operación de la manera adecuada es debido a que intentan hacer más rápido su trabajo y se saltan los pasos debidos o que existe confusión debido a que el área está desordenada y sucia. La elección de colores, la ubicación y la carga de hilo a las torretas

puede fallar debido a que no existe un orden establecido y tampoco un etiquetado correcto del producto disponible.

Para poder solucionar este problema, es necesario establecer un programa de orden y limpieza en toda la empresa. Por medio de la herramienta de las 5S's se puede implementar el programa mencionado, partiendo desde lo más básico y llegando hasta la mejora continua y mejoramiento constante del sistema. Para la organización es importante que se genere una cultura de orden y limpieza, en la que participen todos los clientes, tanto internos como externos, y que se establezca parámetros para medir y mejorar los estándares constantemente.

Debido a que el programa de 5S's se divide en cinco partes fundamentales como la selección, organización, limpieza, estandarización y seguimiento, se puede crear una cultura a partir del compromiso de todos los empleados. Si se establece el *checklist* en todos los departamentos de la empresa de la manera correcta, se logrará eliminar gran cantidad de desperdicio. La implementación de 5S's comienza desde seleccionar el área en la que se va a trabajar, seleccionar los objetos indispensables para el trabajo, limpiar y etiquetar el área para así poder finalizar el proceso con la estandarización y el seguimiento del programa mediante auditorías internas.

#### **4.8.1 Utilización *checklist* de 5S's**

Las categorías mencionadas anteriormente tienen elementos que describen las acciones a realizar por los operarios encargados de implementar el sistema en la empresa. Es necesario completar una categoría para poder avanzar a la siguiente debido a que las actividades a realizar son consecuentes y requieren de un nivel de madurez mayor. El *checklist* de implementación de 5S's en la organización se encuentra en el Anexo 7.

Los operarios encargados de la implementación del programa de 5S's dentro de la empresa deben guiarse por este *checklist*. Para poder llenar, completar e implementar este plan es necesario llenar los campos vacíos por cada categoría. Es decir, es necesario determinar quién es la persona responsable y encargada de completar cada elemento, llenar la fecha en la que fue completado cada elemento y determinar si el elemento a la final fue completado o no. Como se mencionó anteriormente, es necesario que se completen todos los elementos de una categoría para poder pasar a la siguiente. También es importante recalcar que no existe una persona determinada como responsable de completar e implementar el plan de orden y limpieza dentro de las áreas, existen varios responsables y encargados de implementar el plan por cada área y, por lo tanto, ellos son los responsables de cada elemento asignado.

#### **4.8.2 Categorías del *checklist* de 5S's**

La primera categoría, seleccionar, busca definir los límites de las áreas o los puestos de trabajo en las que se realizará la implementación. Una vez realizado esto es necesario determinar el estado en el que se encuentra el área antes de iniciar la implementación y registrarlas. En este caso, los documentos que funcionan como registros previos son las fotografías del área. Una vez completado este paso, se debe proceder a clasificar las herramientas o los objetos que son necesarios para la operación que se realiza en el puesto de trabajo y las demás deben ser eliminadas. Con esto se busca dejar en los puestos de trabajo solo el material necesario e indispensable para la operación y eliminar todo el exceso para evitar confusiones de los operarios al usar herramientas o realizar su trabajo. Los artículos eliminados de los puestos de trabajo son etiquetados y clasificados debido a que pueden ser utilizados en otras áreas. Los artículos que no funcionen o que sean obsoletos, serán eliminados de manera permanente.



Para la segunda categoría, organizar, ya busca hacer más eficiente el trabajo de los operarios ubicando las herramientas de trabajo de manera estratégica. Lo importante de este elemento es que la ubicación la realizan los propios trabajadores debido a que ellos realizan la operación de manera regular. En este punto también entran conceptos de ubicación de herramientas y artículos pensando en la ergonomía y en la facilidad del alcance y utilización de los aparatos por los operarios. La ubicación realizada por los propios trabajadores debe ser enfocada a la reducción de tiempos innecesarios, es decir, reducción de desperdicios y aumento de la productividad. Una vez completado este elemento se procede a etiquetar los artículos y los lugares en los que se ubicará cada artículo dentro del área de trabajo para así evitar confusiones. Es importante utilizar herramientas como el Andon o el Poka Yoke para el etiquetado y ubicación de las herramientas de trabajo. Andon debido a que es necesario establecer un control visual del lugar exacto en el que se ubicará la herramienta y la segmentación de estas dentro del área de trabajo. Poka Yoke se deberá utilizar para asegurar que los empleados ubiquen los dispositivos en el lugar correcto y no existan confusiones en las ubicaciones de estos. Para finalizar, se debe tomar fotos para el registro mencionado.

Una vez depuradas y ubicadas de manera estratégica las herramientas y los artículos de trabajo se procede a la siguiente categoría, la limpieza. Los puestos de trabajo ya fueron optimizados, pero se van a seguir ensuciando todos los días. De tal manera, es importante mantener los espacios del área siempre limpios. Esto causa, además de satisfacción laboral, que el proceso realizado por los operadores sea más seguro y más eficiente también. Para comenzar con la limpieza es necesario identificar los lugares estratégicos del área. Usualmente estos lugares son los que más se frecuentan, los que más se ensucian o los más críticos. El área debe tener los utensilios necesarios para realizar la limpieza y se debe crear un cronograma o un *checklist* para realizar la limpieza del área, es indispensable que todos los operarios tengan actividades de orden y limpieza asignadas para asegurar el compromiso de todos los trabajadores en este tema. Es importante que todas las personas que

trabajen en el área identifiquen fuentes de contaminación para así poder eliminarlas y tener un espacio más limpio. Una vez completados los pasos descritos se procede a tomar fotos para el registro de la empresa.

Realizados y completados los pasos para implementar orden y limpieza en el área de trabajo se debe comenzar la etapa de estandarización. Lo primero es desarrollar un kit de herramientas que son utilizadas en la implementación de 5S's, su funcionamiento y ejemplos de aplicación. Esto se lo realiza a manera de capacitación para los empleados para que ellos puedan identificar oportunidades de mejora en lo que respecta a orden y limpieza y se puedan realizar planes de mejora continua para resolver estos inconvenientes. Una vez completado esto se deben definir y establecer parámetros e indicadores que midan el orden y la limpieza, así como también la efectividad de las herramientas implementadas. Con estos parámetros creados se puede desarrollar un plan de auditoría interna para controlar y documentar el estado de la implementación de 5S's. Las auditorías mostrarán las oportunidades de mejora por cada área y darán una retroalimentación por parte de la alta gerencia, para establecer una cultura de mejora continua también. Finalmente, se procede a implementar un control visual de los indicadores y su comportamiento en relación con los objetivos establecidos por los líderes de la empresa.

#### **4.9 Tablero PHVA**

Se recomienda crear un tablero PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y desplegarlo en todas las áreas como un control visual para todos los trabajadores. Para la planificación se deben determinar los indicadores a analizar, en hacer se muestra las gráficas de los comportamientos reales comparados con los objetivos establecidos por cada indicador, en verificar se determina si el proceso está cumpliendo los estándares o si existen oportunidades de mejora y, finalmente, en actuar se establecen propuestas de mejora para los estándares que no cumplen con los objetivos estipulados y se

fija una fecha máxima para su resolución, así como también se determina el responsable de implementar esa oportunidad de mejora.

Finalmente, y para seguir con el proceso de mejora continua, se debe dar seguimiento al programa. Para esto es necesario establecer un mapa o un layout de la planta con respecto a 5S's y crear y empoderar a líderes en temas de orden y limpieza que estarán encargados de desarrollar planes para el involucramiento del personal en temas relacionados. Establecer programas de "buenas prácticas" ayuda a la mejora continua del sistema. Es decir, si un área de trabajo tiene propuestas interesantes que ayuden en la implementación, control y mejora del programa de 5S's, comunica a las demás áreas para que se pueda implementar y así todos puedan innovar constantemente y que las mejoras se registren a lo largo de toda la empresa. Las reuniones de las áreas con los líderes de la empresa en temas de orden y limpieza deben ser realizadas de manera regular para revisar los resultados de auditoría, identificar oportunidades de mejora a nivel macro y poder dar retroalimentación a cada área. Es importante que la retroalimentación sea visible para todos los empleados para que así también los planes de mejora sean implementados.

Ya que este plan se pretende desplegar en todas las áreas de la empresa, es importante utilizar herramientas de control visual para facilitar y reducir el tiempo de las actividades de los operarios. Una vez implementado el sistema de orden y limpieza en la empresa, es importante que las áreas siempre estén señalizadas, en especial las bodegas. Al implementar Kanban y tener ubicaciones específicas para cada material, se debe etiquetar los espacios de la bodega de manera que los operarios sepan a donde acudir por cada tarjeta Kanban o cada requerimiento dentro del proceso. Es decir, cada material debe tener su título y estar especificado correctamente para que todos los operarios puedan verlo. Es importante también identificar la cantidad de producto restante en cada ubicación de la bodega, esto también ayuda a tener un control más eficiente de inventarios y de la implementación de Kanban.

#### **4.10 Andon**

Aparte del Kanban, el tablero PHVA también cuenta como una herramienta Andon debido a que muestra a todos los operarios cómo se está comportando cada área con respecto a los indicadores y objetivos establecidos. Los Poka Yokes establecidos en la implementación del plan de 5S's y en las máquinas ayudan a identificar errores dentro del proceso y su acción inmediata resulta beneficiosa para la empresa en términos de tiempo de respuesta.

Cada área debe ser delimitada, etiquetada y señalizada por medio de esta herramienta. De esta forma se podrá lograr tener una distribución adecuada de materiales o herramientas necesarios para cada operación y asegurar la calidad en el proceso de cada área. El Andon ayuda a identificar los problemas con mayor facilidad y, por lo tanto, se los puede resolver de manera rápida también.

Lo mismo pasa en las demás áreas de la empresa donde la ayuda visual ayudará a preservar la seguridad de los trabajadores y mejorar la comunicación dentro de la empresa. La señalética de seguridad también cuenta como una herramienta de control visual y ayuda a que los operarios utilicen su equipo de protección personal para realizar sus operaciones.

#### **4.11 Plan de mantenimiento**

Como se mostró en el diagrama de Pareto, todas las categorías necesitan ser analizadas y mejoradas para lograr resolver el problema de la cantidad de medias con falla. Las categorías de "Hilatura" y "Procedimiento" ya fueron analizadas y se establecieron propuestas de mejora que tendrán un impacto y mejorarán la calidad de los productos, reduciendo la cantidad de producto defectuoso creado. Como se muestra en la figura X, la "Rotura de agujas" generan 89 medias defectuosas en el periodo de tiempo analizado, lo cual ubica a este elemento como uno de los más críticos en la generación de

medias de segunda o tercera. También en el análisis de los cinco por qué, realizado en el capítulo anterior, se pudo evidenciar que los problemas en la maquinaria son la principal causa de entregas atrasadas o que no cumplen con los plazos establecidos por los clientes. Es por esto por lo que se debe presentar una propuesta para mejorar la categoría de “Maquinaria” y poder aumentar el rendimiento de las máquinas de tejeduría, así como también reducir la cantidad de producto defectuoso que se produce en las mismas.

Para solventar el problema de la maquinaria se propone realizar un plan de mantenimiento a todas las máquinas de tejeduría, que es el área más crítica dentro de la empresa. Con esto se busca tener a todas las máquinas siempre disponibles para realizar pedidos, que el producto que sea realizado por las máquinas sea de mejor calidad y evitar los productos con fallas. Se sugiere que a cada máquina se le realice mantenimiento al menos una vez al año. Es decir, se pretende cambiar el mantenimiento correctivo, realizado actualmente, por mantenimiento preventivo. El objetivo fundamental de este mantenimiento es no tener que parar la producción debido a fallas en las máquinas de tejeduría y poder producir sin errores, de manera constante.

#### **4.11.1 Análisis de categorías**

Para la realización del plan de mantenimiento primero se analizaron los datos de los altos y bajos en la producción. Los meses en los que se produce más son febrero y marzo, debido a la entrada a clases en la costa, julio y agosto, por entrada a clases en la sierra, y octubre y noviembre, por épocas de navidad y fin de año. Existen otros meses que también existe un alza de la producción, pero la demanda no es constante. En estos periodos establecidos la empresa tiene varios pedidos y su producción aumenta de gran manera y regularmente ocupan su máxima capacidad, por lo que no es posible realizar mantenimiento. Por el otro lado, diciembre y enero son los meses más bajos en lo que respecta a producción y ventas debido a que la demanda baja después de navidad y año nuevo. Por tal motivo, existen seis meses, en los que la empresa no utiliza

su máxima capacidad, en los que se puede realizar mantenimiento. En los meses en que la producción es baja se puede realizar mantenimiento a mayor cantidad de máquinas y poder tener la maquinaria lista para los pedidos y los aumentos de producción.

Para el plan de mantenimiento, la manera más fácil de que se cumpla con todos los pasos que se deben realizar para poder realizar el mantenimiento preventivo de cada máquina se creó un *checklist* y se lo dividió por categorías, dependiendo de las piezas a tratar. En el mantenimiento preventivo se debe observar el correcto funcionamiento y el estado en el que están la tapa, las torres de selección, el cilindro, las agujas, los selectores, las platinas, y los piñones del motor. Si las partes funcionan de manera correcta y no tienen ningún error, se las vuelva a colocar, mientras que si existe algún elemento que esté deteriorado o próximo a fallar, se reemplaza por uno nuevo y se deja al sistema en perfecto estado.

#### **4.11.2 Análisis de fechas para mantenimiento**

Las 16 máquinas del área de tejeduría fueron distribuidas para la realización de su mantenimiento en un mes del año en específico, de acuerdo con los parámetros establecidos anteriormente. El departamento de mantenimiento se tiene que encargar que el mantenimiento preventivo realizado a las máquinas se cumpla en el plazo establecido. El *checklist* del plan de mantenimiento se encuentra en el Anexo 8.

Como se muestra en el plan de mantenimiento, en enero se realizará mantenimiento a las máquinas con el menor número de agujas. Esto se debe a que estas máquinas realizan medias de tallas pequeñas y que son necesarias para completar los pedidos de entrada a clases en la costa. Febrero y marzo se produce a gran capacidad, por lo que no existe mantenimiento a ninguna máquina. Abril, mayo y junio son meses donde si bien existe producción, esta no es tan elevada y se pudo realizar mantenimiento. Es por esto por lo que en

cada mes se realizará mantenimiento de dos máquinas. Para la entrada a clases de la sierra y comienzo de producción de medias casuales se necesita medias de tallas más grandes, por lo que en los meses mencionados se realizará mantenimiento a las máquinas con número de agujas más elevado. Julio y agosto son los meses de alta producción por entrada a clases en la sierra. Septiembre es un mes en el que se puede realizar mantenimiento a dos máquinas. De manera estratégica, en ese mes se realizará el mantenimiento a dos máquinas con mayor número de agujas, que producen medias casuales, que son las que tienen la demanda más alta en el mes de diciembre. Se realiza mantenimiento en septiembre para que las dos máquinas queden en perfecto estado para comenzar la producción en su máxima capacidad en octubre y noviembre. Finalmente, en diciembre, que es un mes con baja producción, se realizará el mantenimiento del restante de máquinas y poder cumplir con que el 100% de máquinas sean realizadas mantenimiento durante el año.

Si bien este es el cronograma y el plan de mantenimiento, existen épocas en que la producción baja demasiado y debido a esto, es necesario realizar mantenimiento a las máquinas. De tal manera, el departamento de mantenimiento mientras más mantenimientos preventivos realicen a sus máquinas, mejor será el rendimiento de estas.

Como se mencionó anteriormente, el plan de mantenimiento está dividido por las piezas o partes a las que se tendrá que realizar alguna acción. La tapa de la máquina debe ser desmontada y lavada con diésel. Las torres de selección deben ser desmontadas y lavadas con diésel, una vez realizada esta acción se debe limpiar la pieza y poner líquido de contacto a las partes electrónicas de la pieza para su correcto funcionamiento. El cilindro debe ser desmontado y lavado con diésel para poder recalibrarlo con las medidas y los estándares originales. Las agujas también son lavadas con diésel para su posterior revisión, si las agujas o la lengüeta de estas está en perfectas condiciones se las vuelve a instalar, pero si existe alguna que presente problemas en la revisión se debe reemplazar estas agujas por nuevas. Los selectores deben ser desmontados y lavados con diésel. El procedimiento para las platinas es

similar al de las agujas, deben ser retirados y lavados con diésel para su posterior revisión, las platinas que no estén en buen estado deberán ser cambiadas por nuevas. Los piñones del motor deben ser revisados y lavados con diésel. Todos los elementos mencionados deben ser revisados con precaución, si existen piezas defectuosas deben ser cambiadas y si existe problemas al momento de realizar el mantenimiento se debe llamar al proveedor especializado en cada máquina para que solucione los inconvenientes. El mantenimiento electrónico también es realizado por un proveedor calificado.

Finalmente, la máquina se vuelve a armar en la secuencia inversa con la que fue desarmada y se corre una prueba de selección y mantenimiento. Esta prueba viene configurada en la máquina, por lo que esta realiza el proceso de manera autónoma. El encargado del mantenimiento debe correr las pruebas de manera progresiva, a medida que comienza a armar cada parte de la máquina. Esto se realiza para poder evidenciar el correcto funcionamiento de todas las partes y de tener el correcto performance de la máquina.

#### **4.11.3 Utilización del *checklist* de plan de mantenimiento**

Para poder realizar el *checklist* de la máquina el operador responsable debe completar los cuadros de manera secuencial. Es decir, el mantenimiento comienza por la tapa y termina con los piñones, antes de volver a montar el sistema. Es necesario que el operario cumpla un paso para poder continuar al siguiente. Para facilidad del operador lo único que se debe hacer es determinar la máquina a la que se le va a dar el mantenimiento y seguir las instrucciones mencionadas. Cuando la tarea haya sido completada se marca el recuadro con una X y se continua hacia la siguiente actividad. Una vez completadas todas las actividades y cuando la máquina esté a punto, se terminará el *checklist*.

Debido a que la rotura de agujas es el principal problema al que se enfrenta esta categoría en lo que respecta a la alta producción de medias con falla se propone realizar un estudio para determinar los factores y la frecuencia en la



que las agujas fallan. Para esto se debe cambiar todas las agujas de una máquina determinada por agujas nuevas y analizar los factores y la frecuencia a la que se comienza a romper las agujas. El estudio podrá mostrar datos estadísticos que permitan determinar cuándo fallaran las agujas y, por lo tanto, se podrá establecer un método de mantenimiento predictivo en lo que respecta a agujas y poder solucionar el problema más crítico de la categoría de “Maquinaria”.

## **5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1 Análisis de la propuesta de mejora**

#### **5.1.2 Categoría de hilatura**

La categoría de “Hilatura” es la categoría más crítica dentro de la empresa por la cantidad de problemas que genera en el proceso de tejeduría. La cantidad de medias con falla generadas dentro de esta categoría sobrepasa el promedio normal de producto con falla que debería ser realizado en toda la cadena de producción. Es decir, el promedio normal de medias de segunda o tercera que debería generar la empresa ronda el 5%, de acuerdo con las especificaciones de la maquinaria y el estudio del proceso de producción. A pesar de esto, solo la categoría de hilatura genera el 6,27% de producto defectuoso.

Debido a que los problemas de hilatura radican, principalmente, en la calidad de la materia prima entregada por los proveedores se procedió a realizar estandarizaciones que permitirán controlar el problema en la fuente. Es decir, las soluciones planteadas buscan disminuir la cantidad de producto con errores generado en el proceso de producción, pero fuera de la empresa, donde se origina el problema. En este caso, el inconveniente se genera con los proveedores. Por tal motivo, se generó una hoja estandarizada de calificación de proveedores que busca reducir la cantidad de materia prima de baja calidad que entra al proceso de producción, y con esto, reducir la cantidad de producto con fallas generado en dicho proceso.

A pesar de este control en la fuente, se establecieron dos métodos de control más, pero dentro de la empresa. Se crearon hojas de control de calidad del producto entregado por los proveedores en los elementos más críticos dentro de la categoría de “Hilatura”, una hoja de control que se enfoca en diferenciar las causas por las que se produce el “Atoramiento de hilo en tensores” y la otra que busca identificar el proveedor que genere la mayor cantidad de fallas por el hilo encolado. Estas hojas de control funcionarán como un filtro más para los proveedores y tienen como objetivo el poder seleccionar la mejor materia prima.

Las propuestas mencionadas buscan reducir en un 50% a la cantidad de problemas generados por la categoría de “Hilatura”. Es decir, se busca reducir el porcentaje de producto que no supera los controles de calidad del 6,27% al 3,13%. Con esta implementación, el porcentaje general de errores también se verá reducido de gran manera.

Esta cifra es alcanzable debido a dos razones fundamentales. La primera es que el diagrama de Pareto muestra que tres de las cinco causantes fundamentales del problema pertenecen a la categoría de “Hilatura”, por lo que existe un gran número de medias con falla generadas por esta categoría. La segunda es que las dos primeras causantes del problema pertenecen a elementos de la categoría de “Hilatura”. Es decir, los dos elementos mencionados, producen 387 productos con falla del total de 734 productos con errores generados. Esto quiere decir que el 52,73% de las medias de segunda o tercera generadas en la planta son causadas por estos dos elementos.

### **5.1.2 Categoría de maquinaria**

Las propuestas realizadas en la categoría de maquinaria tienen dos objetivos fundamentales. El primero es aumentar la disponibilidad de las maquinarias para poder reducir el porcentaje de pedidos atrasados. La segunda es reducir la cantidad de producto defectuoso creado, principalmente, en el proceso de tejeduría. Para lograr estos dos objetivos fundamentales se procedió a realizar un plan de mantenimiento estandarizado para las dieciséis máquinas del área de tejeduría, que son las que más producen medias defectuosas.

El plan de mantenimiento propuesto está enfocado en cambiar el mantenimiento correctivo, que actualmente es realizado por la empresa, en mantenimiento preventivo. Con esto se busca evitar errores en la producción, así como también el tener la maquinaria siempre disponible y lista para trabajar. Se construyó el plan de mantenimiento en base a las fechas de altos y bajos de producción para así poder establecer un procedimiento estandarizado y una fecha específica para la realización del mantenimiento. De tal manera, todas las máquinas del área de tejeduría tendrán que pasar por mantenimiento al menos una vez en el año, como mínimo.

Implementando el mantenimiento preventivo planteado se busca reducir en un 10% el porcentaje de errores generado por la categoría de “Maquinaria”. El porcentaje que se reduce es más bajo, comparado con la categoría de “Hilatura”, debido a que el diagrama de Pareto solo muestra un elemento a tratarse de la categoría de “Maquinaria”. Por lo tanto, existe menos cantidad de producto defectuoso generado por las máquinas.

Por otro lado, se estima que implementando la propuesta de mantenimiento preventivo se aumente la disponibilidad de las máquinas de gran manera, reduciendo un 50% de pedidos con retraso. La herramienta de los 5 por qué determinó que la mayoría de los pedidos con retrasos se debe a que las máquinas no están disponibles o están trabajando en otros pedidos y, por lo tanto, no se cumplen los plazos establecidos por el cliente. Debido a esto, la reducción del 50% de pedidos con retraso es factible ya que el mantenimiento preventivo busca que las máquinas estén aptas para producir el momento que se requiera y, por lo tanto, que no existan paras en la línea.

### **5.1.3 Categoría de procedimiento**

Se realizaron dos propuestas de mejora para resolver las causantes del problema creadas por la categoría “Procedimiento”. De acuerdo con el diagrama de Pareto, existe un elemento de esta categoría que entra en las

causas que son indispensables resolver para eliminar el problema en su gran mayoría. Existen varias medias de segunda y tercera creadas por “Máquinas en frío” y en un error general de los operarios al leer e implementar la hoja de producción.

Para resolver estos inconvenientes se procedió a crear una estandarización del proceso de puesta en marcha de las órdenes de producción mediante un *checklist*. El objetivo principal de este *checklist* es reducir los errores que se generan al comenzar la producción en el área de tejeduría y, por lo tanto, reducir los errores generados por el elemento de “Máquinas en frío”. Los operarios al completar el *checklist* deben dejar las máquinas listas y comenzadas la producción de manera correcta, evitando todo tipo de errores en la producción y evitando reprocesos.

También se procedió a crear un *checklist* para la implementación de 5S's a lo largo de toda la empresa. El objetivo de mejorar el orden y la limpieza es incrementar la efectividad de todos los procesos, crear un ambiente de trabajo seguro e incentivar a los empleados creando un ambiente laboral amigable. El implementar esta herramienta genera que los empleados realicen su trabajo de manera más rápida y segura, lo que crea una reducción de desperdicio y, por lo tanto, un aumento en la productividad de la empresa.

Al implementar estas herramientas, aparte de una mejora general dentro de los procesos y procedimientos de la empresa, busca reducir un 10% del porcentaje de producto defectuoso generado por la categoría “Procedimiento”. Esto es realizable debido a que, al igual que el proceso de “Maquinaria”, existe un elemento que muestra el diagrama de Pareto que debe ser solventado de manera inmediata para reducir la mayoría del problema. Debido a que solo es un elemento y que no existe un número elevado de errores generados por el mismo, se establece una reducción del 10% del problema general de la categoría.

## 5.2 Análisis general

### 5.2.1 Cantidad de productos defectuosos

Al implementar las propuestas de mejora mencionadas anteriormente y analizar los porcentajes de mejora que se obtendrán, se creó el siguiente cuadro de resumen.

Tabla 21

*Mejora de los errores por categoría*

Mejora de errores por categoría			
	Porcentaje original	Reducción	Porcentaje mejorado
<b>Hilatura</b>	6,27%	50%	3,14%
<b>Maquinaria</b>	1,45%	10%	1,31%
<b>Procedimiento</b>	1,15%	10%	1,04%
<b>Total</b>			<b>5,48%</b>

Como se puede observar, el porcentaje total de fallas producidas se ve reducido del 8,86% a un 5,48%. Es importante recalcar que los porcentajes de las categorías también tienen menor desviación. Es decir, no hay tanta diferencia entre los porcentajes de las categorías como en el estudio realizado donde la diferencia de la categoría de “Hilatura” con las otras dos categorías resultaba de cinco puntos porcentuales.

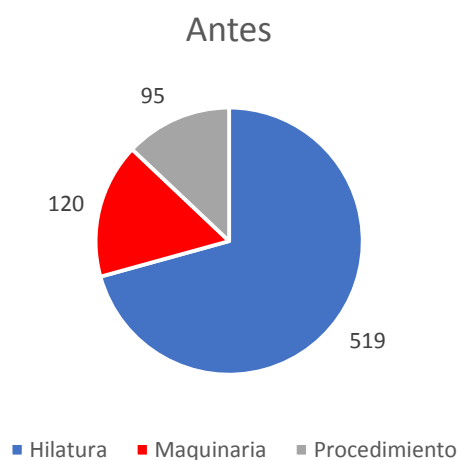
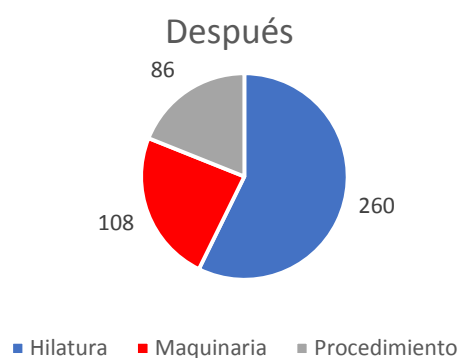


Figura 16. Distribución de errores antes de la implementación

Como se muestra en la figura, antes las fallas generadas a lo largo del proceso eran dominadas casi por su totalidad por la categoría de “Hilatura”. Casi el 75% de todo el grafico es ocupado por la categoría mencionada, mientras que el porcentaje restante ocupan las categorías “Maquinaria” y “Procedimiento” casi de manera equitativa.



*Figura 17.* Distribución de errores después de la implementación

Al reducir los proveedores y tener materia prima de calidad, la categoría de “Hilatura” reduciría de gran manera. A pesar de todavía dominar el diagrama de pastel, la distribución es más uniforme y las otras dos categorías restantes ya toman más fuerza, lo que significa que el problema principal comienza a decrecer. Del aproximado 75% que ocupaba la categoría de “Hilatura” en el diagrama anterior, la cifra reduce a aproximadamente el 50% mientras que las categorías restantes siguen distribuidas de manera casi uniforme.

### 5.2.2 Ahorros generados

De acuerdo con los datos de producción obtenidos y analizados, la empresa ha realizado ventas de \$ 119.758,98 durante el año 2018. Este valor hace referencia a solo el producto vendido, es decir al producto que pasó el control de calidad y fue despachado hacia el cliente final. Es decir, hace referencia al 91,14% de producto producido durante todo el año, ya que el restante 8,86% fue producto con fallas.

Para determinar la cantidad de producto defectuoso en dólares se utiliza la siguiente ecuación:

$$\$ \text{ producto con errores} = \frac{\text{ventas totales} * \% \text{ de fallas}}{\% \text{ de producto ok}}$$

Al aplicar los datos mencionados se obtienen los siguientes resultados:

$$\$ \text{ producto con errores "antes"} = \frac{119.758,98 * 8,86\%}{91,14\%} = \$ 11.642,14$$

Lo que quiere decir que la empresa generó producto defectuoso que está valorado en \$ 11.642,14 dólares, una cifra muy elevada. A pesar de esto, no significa que la cantidad mencionada sea pérdida para la empresa ya que, como mencionamos anteriormente, las medias de segunda todavía pueden ser vendidas y utilizadas. Es por esto que se debe realizar otro análisis para poder determinar la cantidad de producto que resulta como pérdida.

Los resultados del análisis realizado con la implementación de la hoja de control muestran los siguientes porcentajes:

Tabla 22  
*Categorización de medias con falla*

<b>Categorización medias con falla</b>	
<b>Medias de segunda</b>	5,95%
<b>Medias de tercera</b>	2,91%
<b>Total</b>	<b>8,86%</b>

La tabla muestra que el 5,95% de la producción realizada son medias de segunda. Esto quiere decir que aproximadamente el 6% de la producción con falla, todavía puede ser vendida. El 2,91% de la producción de la empresa son medias de tercera. Es decir, aproximadamente el 3% de toda la producción realizada por la empresa es categorizada como pérdida, ya que es un producto que no puede ser reutilizado ni vendido a un cliente final.

Para determinar la representación de estos porcentajes en dólares se realizan las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \$ \text{ medias de segunda/tercera} &= \frac{\text{ventas totales} * \% \text{ de segundas/terceras}}{\% \text{ de producto ok}} \\ \$ \text{ medias de segunda} &= \frac{119.758,98 * 5,95\%}{91,14\%} = \$ 7.818,37 \\ \$ \text{ medias de tercera} &= \frac{119.758,98 * 2,91\%}{91,14\%} = \$ 3.823,77 \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos muestran que la empresa genera \$ 7.818,37 dólares de medias de segunda. Si bien la totalidad de este producto no se considera pérdida, existe una disminución importante de su precio de venta y esta diferencia de precios es un valor que deja de ganar la empresa, por lo que se considera que un porcentaje importante de este valor si es considerado como pérdida. Por otro lado, el valor de \$ 3.823,77 que representa la cifra de medias de tercera es considerado como pérdida total para la empresa debido a que este producto se cataloga como viruta o desperdicio.

Al implementar las propuestas de mejora planteadas anteriormente y manteniendo el nivel de producción del año analizado se obtendrían los siguientes resultados:

$$\$ \text{ producto con errores "después"} = \frac{119.758,98 * 5,48\%}{91,14\%} = \$ 7.200,78$$

El valor total de producto defectuoso que se llegaría a tener de manera inicial se reduce de gran manera, inclusive llega a bajar casi hasta el valor de las medias de segundas que se generaron inicialmente. A pesar de que el valor sigue siendo elevado y puede seguir decreciendo, la reducción inicial de la implementación es importante.

$$\text{Diferencia} = \$ 11.642,14 - \$ 7.200,78 = \$ 4.441,36$$



La implementación inicial de las propuestas de mejora planteadas lograrían que la empresa deje de perder activos por productos defectuosos. En el análisis preeliminar realizado se puede evidenciar que la empresa dejaría de perder \$ 4.441,36 por producto defectuoso. Este análisis fue realizado únicamente con producto tangible, pero dentro de los desperdicios mencionados también pueden existir reprocesos, excesos de inventario y otros factores que generen costos adicionales a la empresa. Por tal motivo, el valor obtenido no refleja lo que realmente pierde la organización al enfrentarse a problemas como el mencionado debido a que el valor llega a ser mayor y la afectación a la economía de la empresa es más importante.

### 5.2.3 Costo de reprocesos

El generar 734 medias con falla significa que la empresa debe volver a fabricar la misma cantidad de pares para poder cumplir con las órdenes de producción y con el pedido del cliente. Esta refabricación tiene el mismo costo que la producción normal de una media. A estos costos se los llama costos de reprocesos. La siguiente tabla muestra el costo de reprocesos, por mes, que se tiene actualmente.

Tabla 23  
*Costos de reprocesos actual*

Costos reprocesos actual		
Costo de producción por media	Medias con falla	Costo de reproceso
\$ 0,26	734	\$ 190,84

El costo de producción por media es de 26 centavos y se multiplica por la cantidad de medias con falla obtenidas en el periodo analizado, en este caso fueron de 734 medias. Por lo tanto, el cálculo obtenido es que la empresa gasta \$190,84 en reprocesos actualmente.

Una vez implementadas las propuestas de mejora planteadas en el proyecto, se pretende que el número de medias con error disminuya a un 5,48%. Esto significa que existirán menos reprocesos en la empresa y, por lo tanto, los costos de reprocesos disminuirían.

Tabla 24  
*Costo de reprocesos propuesto*

Costos reprocesos propuesto		
Costo de producción por media	Medias con falla	Costo de reproceso
\$ 0,26	453	\$ 117,78

Debido a que el costo de producción permanece igual y las medias con falla reducen a 453, se obtiene un costo de reproceso de \$117,78, menor al costo actual. La diferencia entre el costo actual y el costo propuesto es de \$73,06 que representa una mejora del 61,72%. Cabe recalcar que estos valores muestran el ahorro mensual que tendrá la empresa una vez implementadas las mejoras.

### 5.3 MTBF

El MTBF (*Mean Time Between Failures*) describe el tiempo medio entre fallos que se fabrican durante el proceso de producción. Es decir, este indicador muestra cada qué tiempo se produce un error en el producto y hará que el proceso o la máquina se detengan hasta poder retomar nuevamente la producción sin errores. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$MTBF = \frac{\text{tiempo operativo}}{\# \text{ de fallas}}$$

El análisis de este indicador se realizó a cada máquina debido a que cada una trabajó diferente número de horas durante el mes analizado y también produjeron diferente cantidad de errores. En cada tabla se observará el MTBF

original, de acuerdo al número de fallas creadas en cada máquina y que constituyen parte del 8,86% de errores generales que se producen en la empresa. También se puede observar que en la propuesta de mejora la cantidad de errores disminuye en cada máquina, tomando en cuenta el nuevo porcentaje de 5,48% de fallos analizado anteriormente. Cabe recalcar que las tablas muestran la diferencia del indicador MTBF utilizando el mismo tiempo de trabajo al que fue sometida la máquina durante el tiempo de análisis del proyecto y los errores generados.

Tabla 25  
MTBF # 1 SOOSAN 144 AGUJAS

<b># 1 SOOSAN 144 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	19	<b>Días</b>	19
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	19	<b>Paro planificado</b>	19
<b>Tiempo disponible</b>	133	<b>Tiempo disponible</b>	133
<b>Número de fallos</b>	202	<b>Número de fallos</b>	125
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>39,5</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>63,8</b>

Para la primera máquina Soosan de 144 agujas se puede observar que el tiempo entre fallas aumenta a casi el doble. Originalmente se tiene casi 40 minutos entre falla y falla, mientras que en la propuesta de mejor se tendría un tiempo de aproximadamente 64 minutos entre fallas.

Tabla 26  
MTBF # 2 SOOSAN 156 AGUJAS

<b># 2 SOOSAN 156 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	19	<b>Días</b>	19
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	19	<b>Paro planificado</b>	19
<b>Tiempo disponible</b>	133	<b>Tiempo disponible</b>	133
<b>Número de fallos</b>	193	<b>Número de fallos</b>	119
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>41,3</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>67,1</b>

Se puede observar que en esta máquina Soosan de 156 agujas también existe un incremento en el tiempo entre fallas de 41 minutos a una hora con siete minutos.

Tabla 27  
MTBF # 3 SOOSAN 168 AGUJAS

<b># 3 SOOSAN 168 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	19	<b>Días</b>	19
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	19	<b>Paro planificado</b>	19
<b>Tiempo disponible</b>	133	<b>Tiempo disponible</b>	133
<b>Número de fallos</b>	142	<b>Número de fallos</b>	88
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>56,2</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>90,7</b>

Para la última máquina Soosan de 168 agujas, que trabajo todos los días analizados también se tuvo un incremento en el MTBF de 56 minutos a una hora y media aproximadamente.

Tabla 28  
MTBF # 4 LONATI 144 AGUJAS

<b># 4 LONATI 144 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	10	<b>Días</b>	10
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	10	<b>Paro planificado</b>	10
<b>Tiempo disponible</b>	70	<b>Tiempo disponible</b>	70
<b>Número de fallos</b>	84	<b>Número de fallos</b>	52
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>50,0</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>80,8</b>

La máquina Lonati de 144 agujas fabricó durante 10 días y su MTBF también incrementó de 50 minutos a aproximadamente una hora y veinte minutos.

Tabla 29  
 MTBF # 5 IRMAC 120 AGUJAS

<b># 5 IRMAC 120 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	9	<b>Días</b>	9
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	9	<b>Paro planificado</b>	9
<b>Tiempo disponible</b>	63	<b>Tiempo disponible</b>	63
<b>Número de fallos</b>	58	<b>Número de fallos</b>	36
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>65,2</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>105,0</b>

La máquina Irmac de 120 agujas que trabajó durante 9 días también tuvo una mejora en el indicador analizado ya que paso de 65 minutos entre fallas a una hora y 45 minutos entre fallas.

Tabla 30  
 MTBF # 6 IRMAC 136 AGUJAS

<b># 6 IRMAC 136 AGUJAS</b>			
<b>Modelo original</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
<b>Días</b>	9	<b>Días</b>	9
<b>Horas</b>	8	<b>Horas</b>	8
<b>Paro planificado</b>	9	<b>Paro planificado</b>	9
<b>Tiempo disponible</b>	63	<b>Tiempo disponible</b>	63
<b>Número de fallos</b>	55	<b>Número de fallos</b>	34
<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>68,7</b>	<b>MTBF (minutos/falla)</b>	<b>111,2</b>

Finalmente, la máquina Irmac de 136 agujas, que también trabajó durante 9 días mejoró su tiempo entre fallas ya que paso de casi 69 minutos a 111 minutos.

Se procedió a verificar el porcentaje de mejora del indicador MTBF en cada máquina y se obtuvo un promedio de mejora del indicador de un 61,88% al implementar las propuestas de mejora planteadas y reducir la cantidad de errores que se generan en el proceso de producción. Esta mejora también afecta directamente a la disponibilidad de las máquinas y solventa el otro problema principal planteado en el análisis de la situación actual.

## 5.4 Análisis económico

Para realizar el análisis económico y calcular si la inversión a realizarse para el proyecto es rentable y en qué tiempo, es necesario identificar los valores de inversión y de costos que tendrán las propuestas de mejora. También se utilizarán los valores calculados en este capítulo para identificar el ahorro productivo del proyecto. El cálculo mencionado se lo realizará por meses.

Tabla 31  
*Inversión del proyecto*

Inversión	
ítem	Precio
Computadora	\$400
Programa 5S's	\$140
Capacitación general	\$300
Tablero	\$50
<b>Total</b>	<b>\$890</b>

La tabla de inversión muestra los valores que representan activos fijos. Es decir, son valores por los que la empresa debe pagar una sola vez para hacerse del bien o del servicio. Los elementos que se consideran como inversión son una computadora, el plan de implementación de 5S's, las capacitaciones generales sobre las propuestas de mejora y utilización de *checklists*, y el tablero PHVA o de gestión de indicadores.

Tabla 32  
*Costos del proyecto*

Costos	
Ítem	Precio
Mantenimiento maquinaria	\$65
Materiales	\$40
<b>Total</b>	<b>\$105</b>

Por otro lado, la tabla de costos muestra los valores variables para poder implementar las propuestas de mejora planteadas. En este caso se toman dos

costos variables que son el mantenimiento de la maquinaria y los materiales a utilizarse para los *checklists*, etiquetado de áreas y herramientas, tarjetas Kanban, entre otros. Estos costos suman un total de \$ 105 dólares mensuales.

Una vez determinados los costos, se debe determinar los ahorros económicos o los beneficios que se alcanzarán con la implementación de las propuestas de mejora. Para obtener los valores, se utilizó el análisis realizado en este capítulo y explicado anteriormente.

Tabla 33  
*Ahorro productivo*

<b>Ahorro Productivo</b>		
	<b>Porcentaje errores</b>	<b>Costo Errores</b>
<b>Actual</b>	8,86%	\$ 11.642,14
<b>Propuesto</b>	5,48%	\$ 7.200,78
<b>Ahorro Productivo</b>	<b>3,38%</b>	<b>\$ 4.441,36</b>

Tabla 34  
*Ahorro reprocesos*

<b>Ahorro Reprocesos</b>		
	<b>Porcentaje errores</b>	<b>Costo Reprocesos</b>
<b>Actual</b>	8,86%	\$ 2.290,08
<b>Propuesto</b>	5,48%	\$ 1.413,36
<b>Ahorro Productivo</b>	<b>3,38%</b>	<b>\$ 876,72</b>

La tabla muestra que la implementación de las propuestas de mejora genera un ahorro del 3,38% en lo que respecta al porcentaje de producto que no supera el control de calidad. Es decir, se reduce el 3,38% de producto defectuoso en el proceso de producción. Este porcentaje de mejora representa \$ 5.318,08, que será el valor que pague la inversión realizada.

A continuación, se detalla la tabla de cálculo del TIR y VAN, de acuerdo con la inversión y los costos mencionados, así como de los ahorros generados en el proyecto. El análisis se lo realiza por meses.

Tabla 35  
Cálculo del TIR y VAN

Mensual	0	1	2	3	4	5	6
- Inversiones del año (inicial o posterior)	\$ (890,00)						
+ Reventa de inversiones (valor total de reventa)							
= Flujo anual de inversión (I)							
+ Flujo de beneficios de producción (ahorros productivos)		\$ 443,17	\$ 443,17	\$ 443,17	\$ 443,17	\$ 443,17	\$ 443,17
- Flujo de costos de producción (costos adicionales)							
- Flujo de gastos operativos (gastos adicionales)	\$ -105	\$ -105	\$ -105	\$ -105	\$ -105	\$ -105	\$ -105
+/- Otros							
= Flujo anual de operación antes de impuestos (O)							
<b>Flujo anual libre del proyecto (I+O)</b>	<b>\$ (995,00)</b>	<b>\$ 338,17</b>	<b>\$ 338,17</b>	<b>\$ 338,17</b>	<b>\$ 338,17</b>	<b>\$ 338,17</b>	<b>\$ 338,17</b>

VAN \$ 99,30

TIR 25,14%

El VAN (Valor Actual Neto) indica si la inversión realizada resulta rentable. Si el VAN es positivo indica que la inversión realizada producirá ganancias. Por otro lado, si el VAN resulta negativo, la inversión generará pérdidas. El TIR (Tasa Interna de Retorno) muestra en cuánto tiempo la empresa generará retorno sobre la inversión realizada.

El valor de la inversión se ubica en “Inversiones del año (inicial o posterior)”. En lo que respecta a costos, se ubica en “Flujo de gastos operativos (gastos adicionales)”. Debido a que el valor de costos está planificado para ser un gasto mensual, se muestra que la tabla tiene ese gasto constante en todos los meses. Para el mes 0, la inversión inicial y los costos se suman, debido a que estos gastos son necesarios para la iniciación del proyecto.

Por otro lado, el ahorro productivo anual es dividido por los doce meses del año, teniendo un valor de \$ 443,17 y se ubica en el “Flujo de beneficios de producción (ahorros productivos)”. A este valor se resta el de los costos mencionados anteriormente para obtener el “Flujo anual libre del proyecto (I+O)”, que servirá para calcular el VAN y el TIR. Todos los meses se le resta el valor de costos debido a que el mantenimiento preventivo y los gastos en las herramientas para la implementación de las propuestas se los realiza cada mes.



Si bien los mantenimientos no se los realiza todos los meses y, existen épocas donde se realizan más mantenimientos que otras, el costo total de esos mantenimientos y los costos se los depreció a 12 meses para tener una cifra regular y poder realizar el análisis económico.

Los cálculos realizados muestran que en el sexto mes se obtendrá un valor de VAN y TIR positivos. El valor del VAN será de \$ 99,30 y el TIR de 25,14%. Estos valores significan que la inversión a partir del décimo mes será rentable y se comenzará a obtener retorno. Es decir, a partir de este mes la empresa tendrá la inversión pagada y comenzará a generar ganancias. Estos valores muestran que el proyecto resulta beneficioso para la empresa tanto económicamente como productivamente.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

La identificación de problemas fue realizada por un levantamiento de procesos y de información en el área de producción mediante la aplicación de un trabajo estandarizado. El primer análisis realizado por peso mostró que existe un 8,94% de producto que no supera los controles de calidad, mientras que el segundo estudio realizado por unidades evidenció que 8,86% de producto es defectuoso o contiene errores.

Durante estos análisis y por medio de un levantamiento de información base se pudo evidenciar que la empresa entregaba el 25% de sus pedidos fuera de fecha. Es decir, una cuarta parte de los pedidos que contaban con fecha límite de entrega eran despachados atrasados. De tal manera, los clientes no recibían el nivel de servicio necesario y a pesar de que no hayan existido represalias ni multas, la empresa termina afectada por la calidad en tiempos de entrega.

Identificados los dos problemas principales fue necesario definir las causas primordiales que ocasionan estos inconvenientes. Implementando la herramienta de los 5 por qué se determinó que la causa fundamental para los pedidos atrasados se debe a que la maquinaria no siempre está disponible para trabajar en algunos pedidos. Por otro lado, en lo que respecta a la cantidad de producto defectuoso, una espina de pescado y un posterior análisis con un diagrama de Pareto se evidenciaron cinco causas que generan la mayor parte de los problemas.

De tal manera, las causas fueron divididas, al igual que en la hoja de control, por categorías principales como "Hilatura", "Maquinaria" y "Procedimiento". Tres causas fueron por la categoría de hilatura, mientras las dos restantes pertenecían a la categoría de maquinaria y procedimiento, respectivamente.

Debido a que la causa principal para el problema de tiempos de entrega es la disponibilidad de las máquinas, esa causa también se pudo ubicar en la categoría “Maquinaria”.

Para la categoría de “Hilatura” es importante la implementación de un método de trabajo estandarizado por medio de la creación de una hoja de calificación de proveedores que disminuya la cantidad de proveedores que tiene la empresa y solo se utilicen los proveedores que tengan la mejor calidad de materia prima. Debido a que esta categoría es la más crítica, también se necesita un control más profundo de la materia prima utilizada, por lo que hojas de control de proveedores en lo que respecta a encolamiento y a las causas de los atoramientos de los hilos en los tensores es una herramienta importante dentro del proceso de control.

En lugar del plan de mantenimiento correctivo, que es utilizado actualmente, se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo que aumenta la disponibilidad de las máquinas y elimina la cantidad de errores generadas por la categoría de “Maquinaria”. La propuesta realizada de TPM busca que se de un mantenimiento preventivo a cada máquina de la empresa durante el año calendario, distribuidos en meses claves de bajos de producción. Las máquinas estarán en su máxima capacidad para realizar la producción en los meses con alzas de producción y estarán disponibles lo restante del año.

Los *checklist* de trabajo estandarizado sobre la puesta en marcha de la maquinaria para la producción eliminarán la mayoría de los errores generados al momento del inicio de la producción de los pedidos. Esto combinado con la implementación del programa de orden y limpieza (5S's) a lo largo de toda la organización mejorarán el rendimiento de la categoría de “Procedimiento”, aumentando la productividad de la empresa y reduciendo la cantidad de errores que se generan por parte del cliente interno.

Al implementar las mejoras mencionadas se tendrá una disminución importante de los problemas planteados reduciendo la cantidad de producto defectuoso a 5,48%. Los 3,39% de producto defectuoso que se disminuiría inicialmente representan un ahorro para la empresa de \$ 5.318,08. Este ahorro, comparado con la inversión y los gastos necesarios para su implementación, muestran que el proyecto generará rentabilidad y que los gastos estarán cubiertos en los seis primeros meses.

Por otro lado, la implementación del proyecto también mejorará la calidad en tiempos de entrega de la empresa y reducirá la cifra mencionada a solo 12,5%, inicialmente. Por lo que, con lo que respecta a este problema en específico, se obtuvo una mejora del 50%. Se pretende que las cifras de mejora aumenten a medida que la empresa tenga la madurez necesaria en el manejo y control de las propuestas realizadas en este proyecto.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda que la empresa continúe con la implementación y la obtención de datos de productos con falla en el área de producción, utilizando los formatos presentados en este proyecto, para la realización de futuros estudios y para poder tener un mayor control de la producción en el área de tejeduría, principalmente.

También es importante comenzar con la implementación de la hoja de control de proveedores para así poder reducir la cantidad de empresas que abastecen a Vixitex con producto de baja calidad y con esto poder evidenciar los resultados mencionados en este proyecto.

Debido a que este proyecto busca estandarizar procesos y obtener datos para el control y la mejora de la producción, se considera importante realizar un estudio estadístico con los datos obtenidos durante un año para determinar nuevas oportunidades de mejora y que resuelvan los problemas en su totalidad.

En el estudio mencionado se podría implementar otro tipo de mantenimiento en ciertos componentes de las máquinas, como es el mantenimiento predictivo, y con esto generar mayor ahorro a la empresa y reducir la cantidad de producto defectuoso.

Es de mayor beneficio la implementación de un software de control de producción en la empresa, tomando en cuenta los requerimientos del cliente, finanzas de la empresa y control de los proveedores. De tal manera se busca mejorar la eficiencia de los inventarios tanto de materia prima como de producto final y tener una mejor comunicación y control a lo largo de la empresa.

La instalación de un ERP de acuerdo con las necesidades de la empresa mejoraría la operación de gran manera y ayudaría a controlar todos los procesos internos, generando datos para mejorar la toma de decisiones importantes. Esta implementación ayudaría al control y optimización de inventarios, tanto de materia prima como de producto terminado. Este programa también eliminará los problemas de calidad en tiempos de entrega y ayudará a reducir la cantidad de producto defectuoso generado.

Finalmente, es importante implementar una cultura de mejora continua en todas las áreas de la empresa con proyectos Kaizen. Si bien los problemas pueden ser mejorados, pero nunca pueden ser eliminados en su totalidad. Es por esto que la identificación constante de nuevos problemas ayudará a la empresa a generar mayor rentabilidad, mejorando su productividad, calidad y eficiencia. Para la identificación de nuevos problemas y control de los procesos también es importante la realización de auditorías internas en todas las áreas y así poder crear los proyectos Kaizen mencionados con el control y registro adecuado.

## REFERENCIAS

- AENOR, & Renault Consulting. (2012). *Lean certification. Certificación de un sistema de gestión lean*. Madrid: AENOR.
- AITECO Consultores. (2016). *Quié es un proceso*. Recuperado el 04 de enero de 2019, de <https://www.aiteco.com/que-es-un-proceso/>
- Álvarez, J. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid: AENOR.
- Andris, B. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México DF: McGraw-Hill.
- Chávez, J., Rivera, M., Sanchez, M., Ontiveros, M., Alvarado, L., & Quijada, J. (2018). Sistema de monitoreo para un equipo de estudios de tiempos y movimientos. *Pistas Educativas*, 892 - 908. Recuperado el 12 de enero de 2019, de [www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1121/988](http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1121/988)
- Cuatrecasas, L. (2012). *Procesos en Flujo Pull y Gestión Lean Sistema Kanban*. Madrid: Díaz de Santos.
- Delgado, J. (2011). Metodología de solución de problemas para el mejoramiento continuo mediante el uso del ciclo PHVA. En J. H. Delgado, *Desarrollo de una cultura de calidad* (págs. 166 - 170). México D.F.: McGraw-Hill.
- Inmaculada Blaya. (2006). *Gestión por procesos*. Recuperado el 09 de enero de 2019, de [http://calidad.umh.es/files/2010/11/Gestion\\_Procesos.pdf](http://calidad.umh.es/files/2010/11/Gestion_Procesos.pdf)
- Maldonado, J. (2011). *Gestión de procesos (o gestión por procesos)*. Madrid: B-EUMED.
- Martínez, J. (2015). *Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 9001:2015*. AENOR. Recuperado el 11 de enero de 2018, de AENOR: [http://sirse.info/wp-content/uploads/2015/11/PUB\\_DOC\\_Tabla\\_AEN\\_11328\\_1.pdf](http://sirse.info/wp-content/uploads/2015/11/PUB_DOC_Tabla_AEN_11328_1.pdf)
- Pro Optim. (2017). *Mapa procesos*. Recuperado el 05 de enero de 2019, de <http://blog.pro-optim.com/noticias/la-importancia-del-mapa-de-procesos/>

- Rachel, J. (2015). *Diagrama de analisis de proceso*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://es.slideshare.net/jimraq/dop-de-la-fabricacion-de-catres>
- Ruiz, P. (2013). *La gestión de costes en Lean Manufacturing*. Navarra: Unir.
- Socconini, L. (2014). *Certificación Lean Six Sigm Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: ICG Marge SL.
- Socconini, L. (2015). *Lean Manufacturing paso a paso*. México D.F.: Norma.
- Tolosa, L. (2017). *Técnicas de mejora continua en el transporte*. Barcelona: Marge Books.
- Visual Workplace Inc. (s.f.). *PROJECT CHECKLIST*. Recuperado el 07 de enero de 2019, de <http://ficec3r3xz218zuwm3hnz00z.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/08/5S-Project-Checklist.pdf>

## **ANEXOS**



## Anexo 1: Fichas técnicas de maquinaria

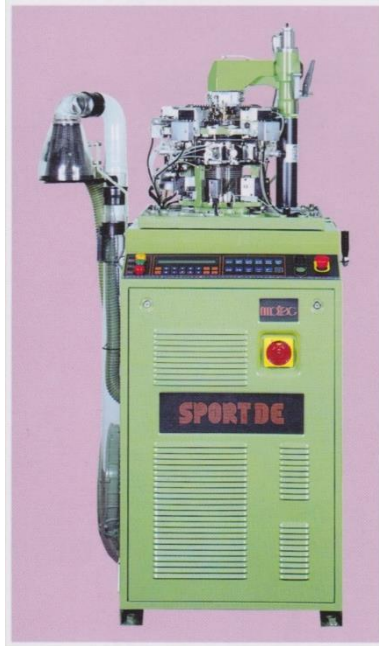
Las máquinas mencionadas en la tabla tienen las siguientes características básicas:

### 1) MATEC MONO 4:



- Diámetros: 3 ½" – 3 ¾" – 4"
- Agujas: de 64 a 200
- Alimentadores: 4
- Guiahilos electrónicos: 25
- Velocidad mecánica máxima: 350 rpm

### 2) MATEC Sport DE:



- Diámetros: 4"
- Agujas: de 64 a 160
- Alimentadores: 5
- Guiahilos electrónicos: 26
- Velocidad mecánica máxima: 350 rpm

### 3) IRMAC Speed:



- Diámetros: 4"
- Agujas: 24 a 120 agujas

- Guiarhilos electrónicos: 24
- Velocidad mecánica máxima: 350 rpm

4) LONATI GO:



- Diámetros: 4"
- Agujas: 134 – 168 agujas
- Velocidad mecánica máxima: 370 rpm

5) LONATI:



- Diámetros: 3 ½” – 3 ¾” – 4”
- Agujas: 108 – 168 agujas
- Velocidad mecánica máxima: 370 rpm

6) SOOSAN DE:



- Diámetros: 3 ½”
- Agujas: 84 – 240 agujas
- Velocidad mecánica máxima: 400 rpm

7) SOOSAN:



- Diámetros: 3 ¾”
- Agujas: 76 – 200 agujas
- Velocidad mecánica máxima: 300 rpm

Debido al interés de la empresa en realizar un producto de calidad y evitar daños en la maquinaria, el área de tejeduría trabaja a 200 rpm y utiliza un solo alimentador. A excepción de la máquina MATEC Sport DE, que produce medias con otras especificaciones y trabaja con más alimentadores y a mayor velocidad, las demás máquinas cumplen con los más altos estándares de calidad. Es por esta razón que las máquinas en un turno de trabajo (ocho horas) producen de 48 a 52 pares de medias en promedio. Sin embargo, si las máquinas trabajasen a la velocidad teórica especificada en los catálogos, la empresa podría producir 84 pares en un turno de ocho horas, casi el doble de lo que se produce actualmente.

Para el funcionamiento de las máquinas del área de tejeduría se utiliza un compresor que abastece a toda la planta y que está compuesto por elementos adicionales como un tanque de almacenamiento de aire, un filtro, un secador que enfría el aire y, por último, las tuberías que transportan el aire comprimido hacia las máquinas. El compresor tiene las siguientes características.

1) CompAir Cyclon:



- Rango de presión: 7.5 – 13 bar
- Rango de volumen: 262 – 180 cfm
- Nivel de ruido: 70 dB
- Conexiones de tubería: 1 ½" BSP

Existe otro compresor como respaldo del CompAir Cyclon. Esto se debe a que, si este se daña, la producción no puede parar. Por lo tanto, este compresor solo se prende si el principal tiene alguna falla o está en mantenimiento. El compresor de respaldo tiene las siguientes características.

## 2) SHAMAL ULISSE 1:



- Presión: 10 bar
- Volumen: 10 litros
- Potencia: 15 HP
- Nivel de ruido: 70 dB

En el área de acabados se utilizan remalladoras, que son máquinas que se utilizan para unir la punta de las medias, y las planchas. Debido a que estas máquinas requieren ser controladas por un operario, se trabaja a velocidades variables, definidas por el propio colaborador, su entrenamiento y su capacidad de trabajo. Sin embargo, las máquinas en esta área no producen constantemente, por lo que el mantenimiento realizado a las mismas es más leve y menos recurrente.

Actualmente la empresa cuenta con cuatro planchas y dos remalladoras. Las planchas son un molde de metal que tiene resistencias eléctricas adentro y permiten que el molde se caliente a 60 grados centígrados. La única variación entre ellas son el tamaño del molde, que se realiza de acuerdo con las tallas. Todas las remalladoras tienen las siguientes características básicas.

### 1) Rosso 025 Electronic:



- Velocidad: 4000 RPM
- Motor: 0,7 KW

Existe también una máquina de planchar medias que actualmente se encuentra sin ser utilizada debido a que tiene un daño y todavía no existe el repuesto para su reparación, por lo que no interviene en el ciclo de producción de la empresa. La máquina de planchar tiene las siguientes características.

### 1) FIRSAN F-830:



- 8 hormas rotativas intercambiables
- Vaporización y humedecimiento
- Producción con un solo operario: 40 docenas por hora






### Anexo 3: Hoja de calificación de proveedores


 <b>Hoja de calificación a proveedores</b>				
<b>Materia prima:</b>				
<b>Empresa:</b>				
<b>Dirección:</b>				
<b>Ciudad:</b>				
<b>Teléfono:</b>				
<b>Fecha:</b>				
#	Criterios	Peso	Calificación	Total ponderado
1	Control de calidad de sus proveedores	3%		0
2	Stock de seguridad o disponibilidad inmediata	5%		0
3	Devolución y seguimiento	2%		0
4	Ventas a crédito	1%		0
5	Precio	5%		0
6	Carta de colores	10%		0
7	Hoja técnica de la materia prima	5%		0
8	Certificaciones	4%		0
9	Separación eficiente entre conos	5%		0
10	Empaque ordenado y correcto (distribución eficiente de conos)	5%		0
11	Conos sin lastimar (uniformes)	10%		0
12	Control de peso por cono	10%		0
13	Enconado con ángulo correcto (4 a 5 grados)	2%		0
14	Nivel de encolado	15%		0
15	Dureza del cono	15%		0
16	Revisión de pilosidad (prueba de fricción)	3%		0
<b>Total</b>				<b>0</b>




## Anexo 5: Hoja de calidad – Encolamiento

 <b>Hoja de calidad - Encolamiento</b>							
Máquina							
Semana							
Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4

## Anexo 6: Estandarización de puesta en marcha de producción

 <b>Puesta en Marcha - Producción</b>			
Número secuencial de pedido:			
Fecha:			
Cliente:			
Operador:			
#	Actividades	Sí	No
1	Recibí la hoja de pedido		
2	Recibí la muestra física		
3	Revisé todas las tallas de la hoja de pedido		
4	Revisé las cantidades por talla de la hoja de pedido		
5	Revisé el diseño a utilizarse en la hoja de pedido		
6	Revisé los colores a utilizarse en la hoja de pedido		
7	Revisé explicaciones especiales que requiere el cliente en la hoja de pedido (si aplica)		
8	Busqué el diseño en la computadora		
9	Cargué el diseño en la máquina		
10	Comparé el color de hilo a usarse con la muestra física		
11	Anoté el peso de los hilos a utilizarse en la orden de producción		
12	Cargué los hilos a utilizarse en las posiciones específicas		
13	Ajusté la tensión de cada uno de los hilos		
14	Hice funcionar a la máquina para comprobar el orden y posicionamiento de los hilos en función de los guía hilos		
15	Comencé la producción		

## Anexo 7: Checklist implementación 5S's

 <b>Checklist Implementación 5S's</b>			
<b>Seleccionar (Seiri)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Completado</b>
Definir los límites de cada área			
Tomar fotos del área antes de 5S's			
Identificar herramientas necesarias			
Clasificar, etiquetar y remover artículos innecesarios			
Tomar fotos del área después de estos pasos			
<b>Organizar (Seiton)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Completado</b>
Los artículos que den valor agregado al proceso son localizados en lugares estratégicos por miembros que trabajen en esa área de trabajo			
Ubicar artículos en lugares estratégicos para eliminar movimientos innecesarios			
Pensar en ergonomía y seguridad de los trabajadores			
Crear límites y etiquetar el lugar de todos los artículos ubicados			
Medir y documentar las mejoras realizadas			
Tomar fotos de las mejoras implementadas			
<b>Limpieza (Seiso)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Completado</b>
Los trabajadores identifican lugares estratégicos para implementar limpieza			
Utensilios de limpieza son entregados al área			
Fuentes de contaminación son identificados y eliminados			
El área está limpia			
Se desarrollaron checklist semanales para mantener limpio el área de trabajo			
Tomar fotos de las mejoras implementadas			
<b>Estandarizar (Seiketsu)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Completado</b>
Desarrollar un kit de herramientas sobre 5S's y sus aplicaciones			
Definir y establecer parámetros e indicadores de medición de orden y limpieza			
Desarrollar procedimientos de auditoría sobre 5S's			
Implementar sistemas de retroalimentación de la gerencia sobre los nuevos procesos estandarizados			
Establecer un control visual sobre los indicadores de 5S's y observar el cumplimiento de los mismos			
<b>Seguimiento (Shitsuke)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Completado</b>
Crear un mapa de 5S's y establecer líderes de aplicación de la herramienta			
Establecer un plan de "buenas prácticas" de los empleados en tema de 5S's			
Organizar reuniones cada dos semanas para dar seguimiento y revisar el estado actual de esta herramienta			
Desplegar todos los datos, retroalimentación y resultados de auditoría a cada área			

## Anexo 8: Plan de mantenimiento

Checklist Plan de Mantenimiento												Responsable	
Tapa	Torres de selección	Cilindro	Agujas	Selectores	Platinas	Pifones	Sistema General						
Sacar tapa y lavar la lavaria con diesel	Sacar torres y limpiarlas con diesel (parte mecánica)	Limpiar torres y poner líquido de contacto (parte electrónica)	Desmontar cilindro	Recalibrarlo con pie de rey adecuado y limpiarlo con diesel	Sacar agujas y lavarlas con diesel	Revisar agujas, especialmente la lengüeta de agujas (agujas buenas se vuelven a poner y las malas se cambian por nuevas)	Sacar selectores y lavarlos con diesel	Sacar platinas y lavarlas con diesel	Revisión de platinas (platinas buenas se vuelven a poner, platinas malas se cambian por nuevas)	Sacar piñones y lavarlos con diesel	Volver a armar la máquina al revés (agujas y platinas al último)	Correr test de selección y mantenimiento a medida que se arma la máquina para ver su funcionamiento y performance	
Enero	LONATI B - 108 agujas #1 LONATI - 108 agujas #2 LONATI - 108 agujas IRMAC - 96 agujas												
Febrero	XX												
Marzo	XX												
Abril	MATEC - 116 agujas #1 LONATI GO - 144 agujas #2 LONATI GO - 144 agujas												
Mayo	#1 SOOSAN DE - 144 agujas #2 SOOSAN DE - 144 agujas												
Junio	#3 SOOSAN DE - 144 agujas												
Julio	XX												
Agosto	XX												
Septiembre	SOOSAN - 156 agujas SOOSAN - 164 agujas												
Octubre	XX												
Noviembre	XX												
Diciembre	MATEC - 108 agujas IRMAC - 136 agujas IRMAC - 120 agujas MATEC SD - 108 agujas												



## Anexo 9: Datos para análisis de medias con falla por peso

### HOJA DE DESPERDICIO

<b>FECHA</b>	<b>TEJEDOR 1</b>	<b>TEJEDOR 2</b>
<b>15/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	700	200
CRISPAMONI	600	25
BODEGA	50	300
<b>TOTAL</b>	<b>1350</b>	<b>525</b>
<b>16/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	700	400
CRISPAMONI	50	2
BODEGA	25	200
<b>TOTAL</b>	<b>775</b>	<b>602</b>
<b>17/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	400	500
CRISPAMONI	25	100
BODEGA	100	500
<b>TOTAL</b>	<b>525</b>	<b>1100</b>
<b>18/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	600	490
CRISPAMONI	210	250
PROFAMILIA	150	50
<b>TOTAL</b>	<b>960</b>	<b>790</b>
<b>19/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	220	500
PROFAMILIA	280	120
LOURDES BORJA	275	100
CRISPAMONI	520	0

LOLITA PACHECO	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>1395</b>	<b>720</b>

<b>22/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	0	150
PROFAMILIA	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>200</b>

<b>23/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	0	700
PROFAMILIA	0	800
MARCELO TOPON	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1550</b>

<b>24/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	0	800
PROFAMILIA	0	300
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1100</b>

<b>25/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	400	800
PROFAMILIA	200	200
WILSON CANDO	200	0
<b>TOTAL</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>

<b>26/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	210	170
PROFAMILIA	200	210
MAPGRAFI	100	50
<b>TOTAL</b>	<b>510</b>	<b>430</b>

<b>29/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
VASARI	610	590
MAPGRAFI	50	200
BODEGA	100	190

<b>TOTAL</b>	<b>760</b>	<b>980</b>
--------------	------------	------------

<b>30/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
-----------------	----------------------	-------------------------

VASARI	370	500
--------	-----	-----

BODEGA	290	200
--------	-----	-----

<b>TOTAL</b>	<b>660</b>	<b>700</b>
--------------	------------	------------

<b>31/10/18</b>	<b>LUIS POMASQUI</b>	<b>DIEGO CALUGULLIN</b>
-----------------	----------------------	-------------------------

HUMA	450	0
------	-----	---

VASARI	425	200
--------	-----	-----

<b>TOTAL</b>	<b>875</b>	<b>200</b>
--------------	------------	------------







Máquina: # 1 SOOSAN 144 AGUJAS  
Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hilatura			Maquinaria					Procedimiento			Otros	
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada		Máquinas en frío
S/N	36 PARES	11/26/2018	1			II										
S/N	24 PARES	11/27/2018	2			I II										
S/N	36 PARES	11/27/2018	1				IIIIII									
S/N	60 PARES	11/27/2018	2				IIIIIIII									III DIFERENCIA EN HILOS
S/N	36 PARES	11/28/2018	2			II							IIIIIIII I			
S/N	24 PARES	11/29/2018	1			IIIIII										
S/N	36 PARES	11/29/2018	2				IIII IIIII									
S/N	24 PARES	11/30/2018	1			III										
S/N	24 PARES	11/30/2018	2			I										

Máquina: # 2 SOOSAN 156 AGUJAS  
Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hilatura		Maquinaria					Procedimiento					
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión
S/N	24 PARES	11/26/2018	1			II										
S/N	36 PARES	11/26/2018	2					IIIIIIII								
S/N	24 PARES	11/27/2018	1			I			III							
S/N	24 PARES	11/27/2018	2				IIII		I						II	
S/N	48 PARES	11/28/2018	2			IIII			IIIIII							
S/N	24 PARES	11/29/2018	1			IIIIII			IIII							
S/N	24 PARES	11/29/2018	2				IIIIII		I							
S/N	36 PARES	11/30/2018	1			III										
S/N	24 PARES	11/30/2018	2			II			III							

Máquina: # 3 SOOSAN 168 AGUJAS  
Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hilatura		Maquinaria					Procedimiento					
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión
S/N	36 PARES	11/26/2018	2													
S/N	24 PARES	11/27/2018	1													
S/N	48 PARES	11/27/2018	2			II										
S/N	72 PARES	11/28/2018	2			I	IIIIIIII									
S/N	24 PARES	11/29/2018	1			IIII	II									
S/N	36 PARES	11/29/2018	2			IIIIII										
S/N	24 PARES	11/30/2018	1			II										
S/N	24 PARES	11/30/2018	2						III							

Máquina: # 4 LONATI 144 AGUJAS  
 Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
 SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Tensionamiento			Hilatura				Maquinaria					Procedimiento		
				Motas	Atoramiento hilo en tensores (lycra/elástico)	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión			
S/N	21 PARES	11/28/2018	2															
S/N	48 PARES	11/30/2018		II														
S/N	48 PARES	11/30/2018			IIII													

Máquina: # 5 IRMAC 120 AGUJAS  
 Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
 SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Tensionamiento			Hilatura				Maquinaria					Procedimiento		
				Motas	Atoramiento hilo en tensores (lycra/elástico)	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión			
S/N	24 PARES	11/28/2018	2															
S/N	12 PARES	11/29/2018	1															
S/N	48 PARES	11/29/2018	2	II														
S/N	48 PARES	11/30/2018	1	II														
S/N	36 PARES	11/30/2018	2		II													

Máquina: # 6 IRMAC 136 AGUJAS  
 Semana: 26/11/18 - 30/11/18

TERCERA  
 SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Tensionamiento			Hilatura				Maquinaria					Procedimiento		
				Motas	Atoramiento hilo en tensores (lycra/elástico)	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión			
S/N	12 PARES	11/28/2018	2															
S/N	12 PARES	11/30/2018	1			II												
S/N	12 PARES	11/30/2018	2			IIII												

Máquina: # 1 SOOSAN 144 AGUJAS  
 Semana: 03/12/18 - 06/12/18

TERCERA  
 SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Tensionamiento			Hilatura				Maquinaria					Procedimiento		
				Motas	Atoramiento hilo en tensores (lycra/elástico)	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío	Mal hecho nudo de unión	Otros		
S/N	24 PARES	12/3/2018	1															
S/N	12 PARES	12/4/2018	1															
S/N	24 PARES	12/4/2018	2	II														
S/N	24 PARES	12/5/2018	1		III													
S/N	12 PARES	12/5/2018	2															
S/N	12 PARES	12/6/2018	1			II												
S/N	24 PARES	12/6/2018	2			IIIIII												III ROTURA DE NYLON

Máquina: # 2 SOOSAM 156 AGUJAS  
Semana: 03/12/18 - 06/12/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hiatura		Maquinaria				Procedimiento			Otros		
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico		Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada
S/N	36 PARES	12/3/2018	1		III										
S/N	24 PARES	12/4/2018	1												
S/N	36 PARES	12/4/2018	2		I										
S/N	12 PARES	12/5/2018	1			II									
S/N	24 PARES	12/5/2018	2		IIIIII										III FALLO DE UN DEDO
S/N	24 PARES	12/6/2018	1			IIIIIIII									

Máquina: # 3 SOOSAM 188 AGUJAS  
Semana: 03/12/18 - 06/12/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hiatura		Maquinaria				Procedimiento			Otros		
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico		Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada
S/N	24 PARES	12/3/2018	1		IIIIII										
S/N	36 PARES	12/4/2018	1			IIIIII									
S/N	36 PARES	12/4/2018	2				I								
S/N	12 PARES	12/5/2018	1				II								
S/N	48 PARES	12/5/2018	2			IIIIIIII		II							
S/N	12 PARES	12/6/2018	1			II									
S/N	36 PARES	12/6/2018	2				IIIIIIII								IIII ROTURA DE NYLON

Máquina: # 4 LONATI 144 AGUJAS  
Semana: 03/12/18 - 06/12/18

TERCERA  
SEGUNDA

Número secuencial de pedidos	Producción diaria	Fecha	Operador	Hiatura			Maquinaria					Procedimiento			
				Tensionamiento	Motas	Atoramiento hilo en tensores	Encolamiento (lycra/elástico)	Rotura de agujas	Rotura de lengüeta de agujas	Rotura de platinas	Rotura de selectores	Fallo eléctrico	Rotura de caucho de pistones	Carga de hilo errada	Máquinas en frío
S/N	36 PARES	11/3/2018	1			IIII									
S/N	48 PARES	11/4/2018	1				IIIIIIIIII		I						
S/N	12 PARES	12/4/2018	2	IIII											
S/N	60 PARES	12/5/2018	1		III										
S/N	60 PARES	12/5/2018	2			IIIIIIIIII		II							
S/N	36 PARES	12/6/2018	1			III									
S/N	36 PARES	12/6/2018	2					II							





