



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE
TEJEDURÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL

AUTOR

Diego Sebastián Santillán Saltos

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE
TEJEDURÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**

**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

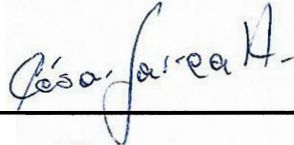
Diego Sebastián Santillán Saltos

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la calidad en el área de tejeduría de una empresa textil, a través de reuniones periódicas con el estudiante Diego Sebastián Santillán Saltos, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



César Alberto Larrea Araujo
Magíster en Gerencia Empresarial
C.I. 1707315212

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la calidad en el área de tejeduría de una empresa textil, del estudiante Diego Sebastián Santillán Saltos, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



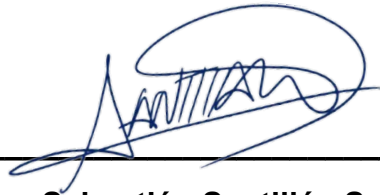
Andrés Aníbal Cevallos Jaramillo

Máster en Ingeniería Industrial

C.I. 1705310280

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”.



Diego Sebastián Santillán Saltos

C.I. 1726278060

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, cuyo esfuerzo y sacrificio han permitido gozar de grandes logros en mi vida. A mi hermana, cuyo cariño y complicidad son su mejor muestra de apoyo. A mi tutor, César, cuya guía a lo largo de este tiempo ha sido primordial para la consecución del presente trabajo. A quienes ya no están, pero cuyo cariño es la inspiración para seguir adelante.

DEDICATORIA

Para ti que vislumbras un futuro incierto, solo regresa a estas líneas y acuérdate que todo saldrá bien. Siempre sale bien.

RESUMEN

Ante la urgente necesidad de reducir costos e incrementar la utilidad en Industrial Textiles ITTS, el presente trabajo se orienta en la formulación de una serie de propuestas de mejora basadas en el concepto de *Lean Manufacturing*. Este proyecto proporciona una visión holística, pero a la vez aterrizada en torno a las potenciales herramientas LEAN que pudieren generar una reducción en el porcentaje de producto no conforme, desperdicios y tiempos no operativos que se traducen en costos asociados a una disponibilidad reducida.

Esta investigación realiza un análisis preliminar de la situación actual de la compañía, detalla las principales falencias encontradas y ejecuta una evaluación cuantitativa de estas. Además, analiza la relación entre la ocurrencia de fallos y la formación de tela de segunda y examina las diferentes variables que contribuyen en su formación; se emplearon herramientas estadísticas como Pareto, Regresión Lineal y Cartas de Control. En una segunda etapa se estudia las causales de tales fallos mediante un análisis de causa raíz, diagrama Ishikawa, metodología 5 ¿Por qué?, y un AMEF. En un tercer espacio se deja por sentado una propuesta DMAIC de mejora, con una serie de pautas a modo de herramientas para dar solución al problema. Entre las principales destacan el Sistema de Gestión de Calidad mediante el método Cuatro Puntos utilizado en la industria textil, implementación de *KANBAN* y *ANDON* para el control de producción, y el cálculo del OEE.

Mediante la implementación del actual proyecto será posible ahorrar hasta \$42 680 anuales, un 25% del total de costos asociados a una disponibilidad, calidad y rendimiento reducidos.

ABSTRACT

In the face of an urgent need to reduce costs and increase the profit for Industrial Textiles ITTS, this assignment focuses on the proposal of several improvements of a Lean-based concept. This project provides a holistic, but at the same time, a landed view around some potential Lean Manufacturing tools which could help to reduce the percentage of nonconforming product, wastes, and non-operative times, some of the main costs related to a reduced availability.

This research begins with a preliminary analysis of the company's actual situation, details the main shortcomings found and executes a quantitative evaluation. Also, studies the relation between the failure emergence and the formation of 'second cloth' and watches those different variables which contributes on its development. It was used statistical tools such as Pareto, Linear regression, and Control charts. On a second phase the root causes were analyzed by using tools like Ishikawa Diagram, Five Why's, and FMEA. On a third stage a DMAIC improvement proposal is set, with some guidelines used as solution tools for the problem. Stands out the development of a Quality Management System through the Four Points method, the implementation of KANBAN and ANDON for production control, and the estimation of OEE indicator.

By implementing this project, Textiles ITTS could achieve savings for 42 680 USD annually, 25% of the total associated costs to less availability, quality, and performance.

Índice

1. Capítulo I. Introducción	1
1.1. Contexto Organizacional	2
1.2. Contexto Temporal	4
1.3. Justificación	13
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General.....	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5. Alcance.....	14
2. Capítulo II. Marco Referencial.....	15
2.1. Desperdicios en la producción	15
2.2. Mejora continua	15
2.2.1. Ciclo PHVA.....	16
2.2.2. Metodología DMAIC	17
2.3. Lean Manufacturing.....	19
2.3.1. Generalidades	19
2.3.2. ANDON.....	20
2.3.3. KANBAN.....	21
2.3.4. AMEF.....	22
2.3.5. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> - OEE	23
2.4. Calidad	26
2.4.1. Sistema de los 4 puntos e inspección visual de textiles	26
2.4.2. Cartas y gráfico de control para atributos	32
2.4.2.1. Cartas de control	32
2.4.2.2. Muestreo.....	34
2.4.3. <i>Total Quality Management</i> (TQM)	35
2.5. Gestión por procesos	37
2.5.1. Mapeo de valor	38
2.5.2. Cursograma analítico.....	39
2.5.3. SIPOC	40
2.5.4. Modelamiento de procesos.....	41

2.5.4.1. Lenguaje BPMN.....	42
2.6. Análisis de causas.....	42
2.6.1. Diagrama Espina de Pescado (Ishikawa).....	42
2.6.2. Cinco ¿Por qué?.....	44
2.6.3. Diagrama de Pareto.....	44
3. Capítulo III. Análisis de la Situación Actual.....	46
3.1. Mapa de Macroprocesos.....	46
3.2. Levantamiento de procesos.....	47
3.2.1. Cursograma Analítico.....	49
3.3. Principales fallos y defectos encontrados.....	51
3.3.1. Descripción de defectos en tejeduría.....	51
3.3.2. Priorización de defectos.....	53
3.3.2.1. Análisis de Pareto.....	56
3.3.3. Análisis general de defectos y mecanismos de control.....	58
3.3.3.1. Regresión Lineal.....	58
3.3.3.2. Cartas y Gráfico de Control.....	61
3.3.3.3. Nivel Seis Sigma.....	63
3.3.3.4. Análisis de la Capacidad de Inspección de Calidad.....	64
3.4. Análisis de Causas.....	64
3.4.1. Diagrama de Ishikawa.....	64
3.4.2. Análisis del Modo y Efecto de los Fallos - AMEF.....	65
3.4.3. Proveniencia de fallos.....	66
3.4.4. Análisis de Producto no Conforme.....	71
3.4.4.1. Sobre Segundas y Caídas.....	76
4. Capítulo IV. Propuesta de Mejora.....	79
4.1. Plan para la mejora de la calidad (<i>Team Charter</i>).....	79
4.1.1. Introducción.....	79
4.1.2. Problem Statement.....	79
4.1.3. Business Case.....	80
4.1.4. Opportunity Statement.....	80
4.1.5. Goal Statement.....	80
4.1.6. Project Scope.....	81

4.1.7. Policy Statement.....	81
4.1.8. Team Selection.....	81
4.2. Desarrollo de la Propuesta de Mejora	82
4.2.1. Definir	82
4.2.1.1. SIPOC	82
4.2.1.2. Critical to Quality (CTQ).....	83
4.2.1.3. Project Charter.....	84
4.2.2. Medir.....	86
4.2.2.1. Producto no conforme	86
4.2.2.2. Escenario Económico	86
4.2.2.3. Cálculo OEE	88
4.2.3. Analizar.....	90
4.2.3.1. Análisis Costo Beneficio	90
4.2.3.2. Simulación de Escenarios	91
4.2.3.3. Análisis de disponibilidad.....	98
4.2.3.4. Costo de Disponibilidad Reducida	101
4.2.4. Mejorar	103
4.2.4.1. Sistema de Gestión de Calidad - TQM	103
4.2.4.2. Redistribución de telas	106
4.2.4.3. Sistema Andon	110
4.2.4.4. Sistema Kanban	111
4.2.5. Controlar.....	113
4.2.5.1. Formulario Control de Producción	113
4.3. Análisis Costo Beneficio de la Propuesta.....	116
5. Conclusiones y recomendaciones	120
5.1. Conclusiones.....	120
5.2. Recomendaciones.....	121
Referencias	123
ANEXOS	127

1. Capítulo I. Introducción

Si existe algún factor que pudiese marcar la pauta entre el éxito o el fracaso de una organización es la calidad. Ante un mundo completamente globalizado, donde las empresas compiten a diario en un mercado cambiante y cada vez más exigente, es necesario generar una ventaja competitiva lo suficientemente sólida para mantener la fidelidad de los clientes. Un componente generalizado, en el cual la gran mayoría de compañías deben centrar sus esfuerzos es el aseguramiento de la calidad. Un producto no se logrará vender si no cumple con las exigencias del consumidor, o un servicio no será bien recibido si no se lo ejecuta satisfaciendo la necesidad del cliente. *¿Cómo lograr un éxito sostenido en función de una calidad inquebrantable?* A lo largo del presente proyecto, se pretende explorar aquellos métodos, herramientas y técnicas que deberán emplearse en la organización actual para liderar el mercado fidelizando al consumidor y produciendo bienes y servicios acordes a lo que determina la demanda.

Quizás el término que engloba de mejor forma el conjunto de técnicas y herramientas enfocadas en la reducción del desperdicio y la mejora de la calidad es el *Lean Manufacturing* (o Manufactura Esbelta). Operar bajo estándares de calidad donde el aprovechamiento de recursos y el ahorro en costos, es una práctica que cada vez se va poniendo más en boga. La tendencia hacia la optimización hace de la Manufactura Esbelta, una filosofía de producción mucho más eficiente en cuanto al consumo de bienes, materiales, energía y capital humano. Consecuentemente, esta macro herramienta presenta una serie de instrumentales adicionales que por separado atacan problemas en particular; fallos en el producto, elevados índices de desperdicio, orden y limpieza, control de la producción, gestión de la calidad, etc.

Aplicables a toda industria, la familia de herramientas LEAN será, sin duda, una gran aliada del sector textil ecuatoriano, el cual en la última década ha ido perdiendo fuerza frente a una inminente internacionalización de la materia prima y la feroz competencia que impone Colombia, Perú, China y demás países asiáticos. Para Industrial Textiles ITTS, la implementación de mejores prácticas

de manufactura enfocadas en la mentalidad cero defectos, constituye una gran oportunidad. Este proyecto promete una reducción significativa de los costos que la empresa mantiene en materia de inventarios, reprocesos y producto no conforme.

Este documento excluye el nombre original de la empresa, así como de sus productos y datos únicos para precautelar la privacidad de la organización, de sus miembros y del proceso productivo. La información recopilada en el presente trabajo de titulación fue proporcionada por la empresa y con conocimiento autorizado verbal de su directiva.

1.1. Contexto Organizacional

Textiles ITTS CIA. LTDA. es una empresa ecuatoriana fundada en el año de 1985, su giro de negocio tiene por principal actividad productiva la fabricación y comercialización de tejidos de algodón y poliéster, adicionalmente brinda el servicio de acabados.



Figura 1. Vista Panorámica de la planta.

La industria se encuentra ubicada en Quito, en la parroquia de Calacalí en la Av. Manuel Córdova Galarza. Tienen cerca de 50 colaboradores, quienes laboran en horario de 7:00 am a 19:00 pm y 19:00 pm a 7:00am, entre personal operativo y administrativo. Actualmente, producen varias clases de textiles entre los cuales destacan tela piqué, PALORA, jersey, DUBAI (jersey), botera, fleece, jersey spandex, jersey spandex estampada, interlock deportiva, fleece y fleece jaspe. Entre los servicios que la empresa proporciona se encuentran el tinturado, perchado, esmerilado, ramado y acabado en telas. De acuerdo con el siguiente

diagrama pastel, los tres principales productos estrella de ITTS son la tela Piqué, PALORA y DUBAI.

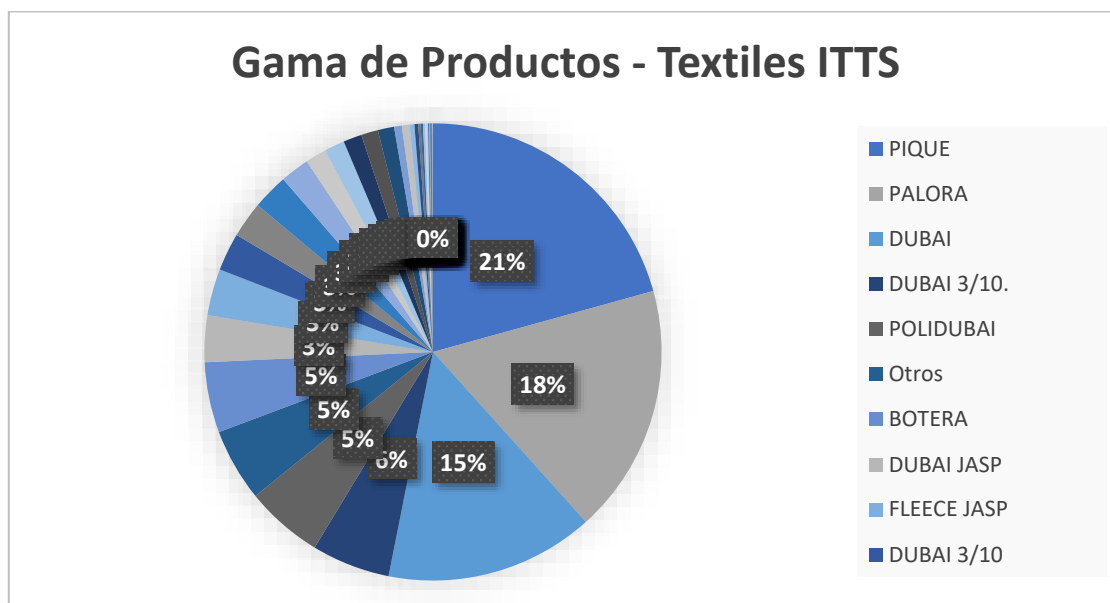


Figura 2. Diagrama de Pastel - Cartera de Productos Textiles ITTS.

La empresa trabaja esencialmente con materias primas importadas, provenientes en un 80% de Paquistán, Vietnam y Tailandia. Las fibras nacionales se adquieren principalmente de Hiltexpoy, Piolera Ponte Selva, Textiles del Valle entre otros. Entre sus principales clientes se encuentran confeccionistas de la ciudad de Quito, Santo Domingo, Loja, Atuntaqui, Riobamba, Cuenca y Guayaquil. ITTS percibe ventas anuales por más de \$3 100 000, un total de costos y gastos de alrededor de \$2 770 000 (Textiles ITTS CIA. LTDA., 2018).



Figura 3. Categorización de Materias Primas.

1.2. Contexto Temporal

En la actualidad Textiles ITTS mantiene una utilidad considerable respecto a sus ventas a pesar del debilitado ambiente económico que se vive dentro del sector textil ecuatoriano. El país enfrenta una crisis económica nunca vivida, de acuerdo con Javier Díaz, presidente ejecutivo de la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador (AITE), las ventas cayeron en un 23% entre enero y agosto de 2019 y se perdieron cerca de 4000 plazas de empleo pleno (ECONOMÍA, 2019). Para ITTS el 2019 fue un año complicado, afectados esencialmente por la importación y contrabando de telas provenientes de China, Colombia y Perú; que, según Juan Francisco Costa, vicepresidente de la Cámara de la Mediana y Pequeña Empresa de Pichincha hay un perjuicio para el sector de aproximadamente 150 millones de dólares (Galarza, 2019). Este 2020 es mucho peor para la industria textil, cuyas ventas locales se perdieron en un 7% (año 2019) y los ingresos se redujeron en un 85% por la crisis del Coronavirus (Rodríguez, 2020).



Figura 4. Vista panorámica de la planta - Sección Acabados.

Con miras a futuro, la empresa decidió en 2019 apostar por un cambio en su producción y escalar el nivel de manufactura 1.5 veces más de la actual. Durante el mes de mayo de 2019, Textiles ITTS inició con el traslado de sus instalaciones de la parroquia de Calderón, donde funcionó por más de 15 años, a su nueva facilidad ubicada en Calacalí. El traslado responde al cambio de uso de suelos en el sector donde funcionaba la antigua planta, de industrial a residencial y comercial. La nueva fábrica implicó para la organización una inversión de cerca de 2 500 000 dólares, provenientes de un préstamo a la Corporación Financiera Nacional. La planta tiene una extensión de aproximadamente 10 000 m² (ver

Figura 5), cuenta con todos los servicios básicos, y se encuentra ubicada en un sector que promete albergar a una población de empresas manufactureras que buscan mudar sus instalaciones a las afueras de Quito.

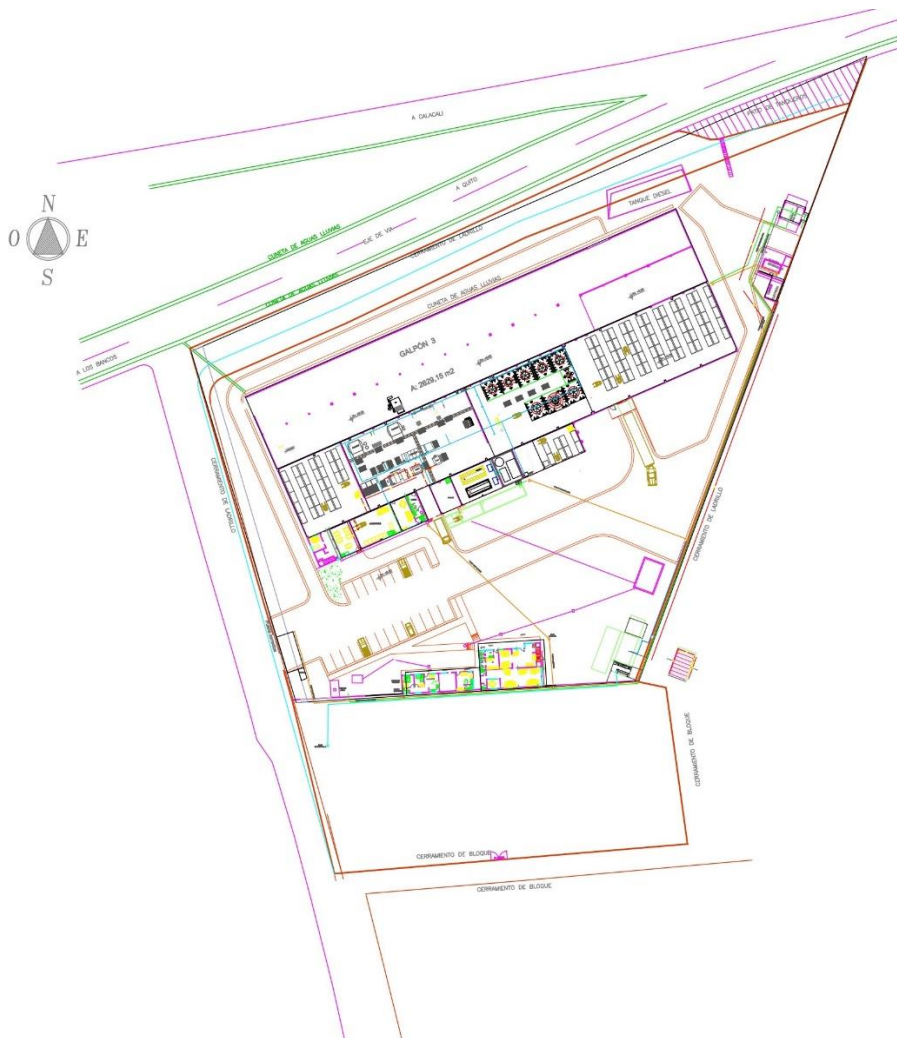


Figura 5. Layout Planta Textiles ITTS Calacalí.

En cuanto al sistema de producción interno, la textilera cuenta con una nave principal dividida en cuatro secciones destinadas al almacenamiento de insumos (bodega de materia prima), sección de tejeduría, sección acabados y almacén de producto terminado. En su primera sección, se reciben los contenedores de hilos y se los apila de acuerdo con el número de lote, procedencia y color.



Figura 6. Almacenaje de materia prima.

En su mayoría, la materia prima es de origen asiático y se la importa cada tres meses aproximadamente; su compra considera especialmente su bajo costo y su costo por volumen.

En promedio, el stock de hilo está disponible para hasta 5 meses de producción; cabe aclarar que la materia prima importada es recibida y contratada siguiendo los parámetros establecidos según un informe USTER de regularidad, pilosidad, resistencia y tenacidad. Sin embargo, en la práctica el hilo que se recibe no siempre cumple con las especificaciones del laboratorio: puede ser una fibra regular, pero con pelusa o desbabado, nudos, *splicer* mal elaborado, conos sin cola de transferencia o mucha cascarilla, eventos detectados en plena producción.

A continuación, un breve detalle de la maquinaria que Textiles ITTS ha obtenido a lo largo de los años, la mayoría de ellas de antigüedad y un par de nuevas, originarias de China, Italia y Alemania.

Tabla 1.

Inventario de maquinaria.

Tipo	Cantidad	Fabricante	Área
Circular	3	Reltex	Tejeduría
	5	Fukuhama	
	1	Samgyong	
Rectilínea	6	APM	

	1	Phoenix	Acabados
Tintura 100 kilos	1	Tecnox	
Tintura 150 kilos	1	Tecnox	
Tintura 500 kilos	1	Canlar	
Tintura 300 kilos	1	Canlar	
Tintura 450 kilos	1	Fongs	
Tintura 5 kilos	1	Tupésa	
Secadora	2	Eliot	
	1	Hidroextractor	
Compactadora	1	Monti Antonio	
Compactadora	1	Asia Star	
Calandra	1	Monti Antonio	

En cuanto al área de tejeduría, la principal diferencia entre ambas clases de maquinaria es la forma de tejer la tela; las circulares forman la tela tubular y las de tejido plano lo hacen como un lienzo extendido. En las siguientes imágenes se puede apreciar la distribución en planta de las máquinas.



Figura 7. Distribución de máquinas rectilíneas y punto de revisión.



Figura 8. Distribución de máquinas circulares.

Adicionalmente, las máquinas circulares poseen sensores para la identificación de desperfectos como fallas de aguja, reventones, huecos y caídas de tejido.

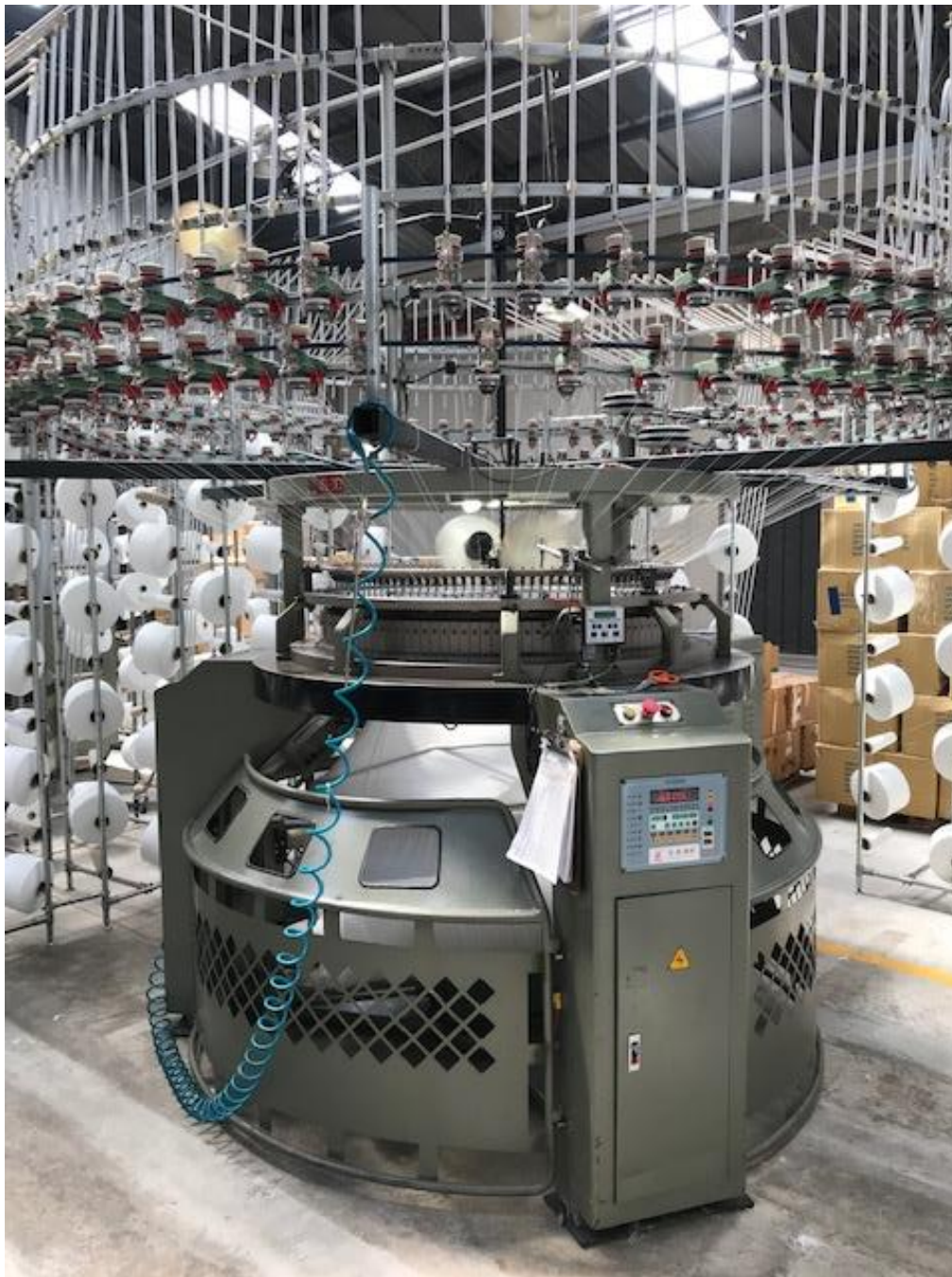


Figura 9. Máquina circular Fukuhama.

Los mantenimientos se dan cada 10 000 kg o según la máquina lo requiera, al final de año se ejecuta un cronograma de reparaciones más profundas.

Ahora bien, con respecto al proceso de tejeduría en sí, este inicia en la bodega de materia prima. Los conos de hilo pasan a la fase de tejido, en esta sección se cargan los conos en las filetas, una especie de soporte que alimenta a las máquinas con la fibra (ver *Figura 10*).



Figura 10. Filetas de máquina circular.

Cada extremo, de cada rollo debe ser cruzado por las agujas de la máquina circular, para posteriormente ser calibrada según el tipo de tela que se va a producir. Durante el proceso de tejido, suelen existir defectos marcados por la máquina, los cuales se detallan en una Hoja de Control (*Figura 11*) que además

especifica número de lote, peso, pieza, operador, hora de inicio y fin y posibles observaciones.

Control de Producción Tejeduría													Rev 275.2017					
MÁQUINA		Fecha		FALLAS														
COLOR OVAL	Artículo	Artículo Pina	Lote	Grav. Pina	Peso Kg	PA	PC	CD	DT	HC	VA	VA	II	IF	TURNO ON	TURNO OFF	Observaciones	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
TOTAL PZ 6			TOTAL KG TURNOS 239.50			PRODUCCIÓN DIARIA POR CADA TURNO A SACAR												
RESPONSABLE TURNO 1			Ceballos															
1	2412	2412		239														
2				241	45.60													
3				242	45.60													
4				243	45.60													
5				244	45.60													
6				245	45.60													
7				246	45.60													
8				247	45.60													
9				248	45.60													
10																		
11																		
12																		
13																		
TOTAL PZ 6			TOTAL KG TURNOS 239.50			TOTAL PEZAJE 11												
RESPONSABLE TURNO 2			Ceballos			TOTAL PRODUCCIÓN 50.50												
LESIONES DE FALLOS			PNC: PA, PC, CD, DT, HC, VA, VA, II, IF															

Figura 11. Hoja de Control de Producción.

Cuando la tela en crudo termina de tejerse, se retira de la máquina, se pesa y se coloca una Tarjeta de Ruta (Figura 12) con sus respectivos datos.

		TARJETA DE RUTA 1	
		Nº 00	
TEJEDURIA	MAQUINA	5	
	PIEZA	2412-2413	
	TRAMA	2412 PUNTO	
	DIVISA	A301	
	ARTICULO	Duba	
	ANCHO(m)	1.33	
	PESO (Kg)	45.56	
REVISION	FECHA	9-3-20	
	NOMBRE	MOLINA	
	CALIDAD:	<input type="checkbox"/> 1ra <input type="checkbox"/> 2da	
	FECHA		
	NOMBRE		
OBSERVACIONES			

Figura 12. Tarjeta de Ruta.

Las piezas son llevadas nuevamente a la bodega, para protección se envuelve en tela como se muestra a continuación.



Figura 13. Producto en proceso.

Posteriormente, el producto en proceso será trasladado al área de acabados en donde podrá someterse a uno de los siguientes procedimientos:

- Tinturado
- Calandrado
- Perchado
- Esmerilado
- Ramado



Figura 14. Área Tintorería.

El agua para la Tintorería es procesada en la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) de la empresa y el calentamiento se da por vapor generado en los calderos que se muestran en la figura siguiente:



Figura 15. Calderos.

El producto terminado (ver *Figura 16*) se almacena a la espera de ser transportado o recogido por sus clientes. Para protección se envuelve en fundas de plástico y para respaldo del cliente se entrega con Orden de Compra.



Figura 16. Producto Terminado.

A la fecha, Textiles ITTS presenta complicaciones para gestionar satisfactoriamente el producto no conforme. La empresa no cuenta con un sistema para manejar las quejas y reclamos por parte de sus clientes, no existe un índice para medir la satisfacción del consumidor, ni políticas o estándares que definan cuándo aceptar o no una salida. El departamento de Ventas es muy deficiente en ese sentido, y evidentemente el panorama de mercado para la textilera no es nada claro. Ventas asume en varias ocasiones que las no

conformidades presentadas por el cliente son defectos de producción, sin embargo, se ha detectado que existen fallas en la tela por mala manipulación y transporte ajeno a la compañía; de igual forma, han aceptado devoluciones porque el cliente no usó la totalidad del producto e inclusive tela que no se fabrica ni siquiera en la planta de ITTS.

1.3. Justificación

Textiles ITTS enfrenta, en el área de tejeduría, problemas que comprometen la calidad de sus productos. Se ha identificado que el sistema actual presenta debilidades en cuanto al control de la producción y de la calidad, lo que produce defectos en el producto y sobre procesamiento.

Dentro de las falencias identificadas en cuanto al control de la producción se menciona que existe producto fuera de parámetros, que se detectan una vez que ya fue producido; no existe un método que permita detener la producción y evitar que se produzca tela de segunda o no conforme; no se conoce el consumo exacto de hilo por artículo, se carga materia prima en la máquina, pero sin un control de entradas y salidas. Por otro lado, en cuanto a calidad no se ha definido un sistema estandarizado para medir la calidad del producto terminado; de hecho, el personal desconoce cuándo el producto no cumple con las especificaciones técnicas; además, no se da un seguimiento adecuado a la merma y desperdicios generados por cada proceso. Hay una deficiente cultura de calidad pues no existe una conciencia de producir bajo cero defectos.

Se estima que en el proceso de tejeduría en tela de primera se pierde alrededor del 3% del rollo de 45 kg producido. Ahora bien, ITTS asume máximo cinco fallas por rollo, de existir más de cinco o una caída de tejido, la tela es considerada como producto no conforme y se vende con penalización de 10 a 20% del valor final. Adicionalmente, la fábrica no genera un inventario de la tela de segunda (tela que no cumple con los requisitos para salir al mercado) que almacenan en bodega, pero se estima que pudieran existir alrededor de 300 kg de producto con falla; se estima que la tela de segunda oscila entre el 3 y 6% de la producción total. Anualmente, la empresa genera 272 979.16 USD de costo de inventario final de producto terminado y 68 422.97 USD de costo de inventario final de

producto en proceso (Textiles ITTS CIA. LTDA., 2018). Como es evidente, la oportunidad de mejora es significativa; este dinero puede reinvertirse en el diseño de un proceso optimizado de producción y gestión de la calidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Desarrollar una propuesta de mejora en el área de Tejeduría de Textiles ITTS aplicando herramientas Lean.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la organización por medio del levantamiento de procesos y toma de tiempos.
- Establecer las causas raíz del problema.
- Definir las herramientas de manufactura esbelta aplicables como mejora al problema identificado.
- Generar una propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta para reducir el desperdicio y elevar el nivel de calidad en el producto.
- Diseñar un sistema de control de calidad de la tela y socializarlo con todo el personal.

1.5. Alcance

El presente trabajo será desarrollado en el área de tejeduría de Industrial Textiles ITTS, proceso que actualmente evidencia deficiencias y constituye la principal actividad productiva de la empresa. La fabricación del tejido forma parte esencial de la cadena de valor de la organización, por ello la importancia de emplear herramientas de mejora para la reducción del desperdicio e incremento de la utilidad.

El estudio que se propone contempla un análisis sobre la tela Jersey de 175 g/m² presente en dos productos: DUBAI y PALORA, producidos en las máquinas 5, 6 y 10. La fabricación de este tipo de tela arroja un porcentaje importante de defectos, además de constituir uno de los productos de mayor venta dentro de

la compañía. Además, se contempla un estudio de viabilidad económica que cuantifique el impacto de las mejoras propuestas y su ahorro.

2. Capítulo II. Marco Referencial

2.1. Desperdicios en la producción

De acuerdo con Fujio Cho de Toyota, los desperdicios son “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto” (Cuatrecasas, 2011, p. 111).

Cuando se trata de despilfarro, es posible englobarlo dentro de tres grupos principales: materiales, personal y máquinas o equipamientos de producción. Sin embargo, Toyota clasificó la gran gama de mudas (desperdicio y despilfarro) entre siete tipos esenciales que se describen a continuación:

- **Sobre producción:** exceso de producción, fabricar más de lo demandado.
- **Sobre procesamiento:** procesar un bien/servicio consumiendo más recursos de los que se requiere.
- **Inventario:** almacenar grandes cantidades de materia prima, materiales o producto terminado, ocupando espacio.
- **Transporte:** traslado innecesario de bienes de un lugar a otro.
- **Movimientos de personal:** traslado de operarios para cambiar de posición.
- **Esperas:** tiempos muertos que no aportan al proceso productivo.
- **Defectos de calidad:** fallos en productos por inconformidades en sus especificaciones (Cuatrecasas, 2011, p. 113).

2.2. Mejora continua

Existe un término japonés empleado por el sistema de producción de Toyota para catalogar al proceso de mejora continua, el *kaizen*. Se dice de aquel proceso que se aplica de forma constante e ininterrumpida con la finalidad de generar un

cambio mayor a corto, mediano o largo plazo. Comúnmente, el perfeccionamiento mediante *kaizen* está ligado al uso de herramientas *lean*, en donde muchas pequeñas mejoras generan algunas de mayor impacto (Socconini & Reato, 2019, p. 114).

Cuando se trata del mejoramiento continuo es recomendable aplicar, de igual forma, el método DMAIC. Acrónimo en inglés que responde a una serie de cinco etapas mediante las cuales se da seguimiento al proceso de mejora, será explicado posteriormente. (Socconini & Reato, 2019, p. 115).

2.2.1. Ciclo PHVA

El ciclo PHVA o *PDCA* en inglés, fue desarrollado por Walter Shewart y difundido por Edward Deming, ambos importantes gurús de la calidad. Consiste en una metodología orientada al mejoramiento continuo, principalmente mediante análisis estadístico. El ciclo PHVA responde a cuatro palabras que identifican a cada una de las etapas del ciclo, a continuación, una breve descripción de cada una de ellas.

- **Planear** (*Plan*): Definir objetivos y métodos para alcanzar las metas.
- **Hacer** (*Do*): Poner en práctica la planificación.
- **Verificar** (*Check*): Establecer el grado de cumplimiento de los objetivos, si el cambio no es efectivo, se debe volver a la planeación.
- **Actuar** (*Act*): Empezar una acción radical para que el cambio perdure en el tiempo.

El ciclo PHVA se maneja como se describe en la *Figura 17*.

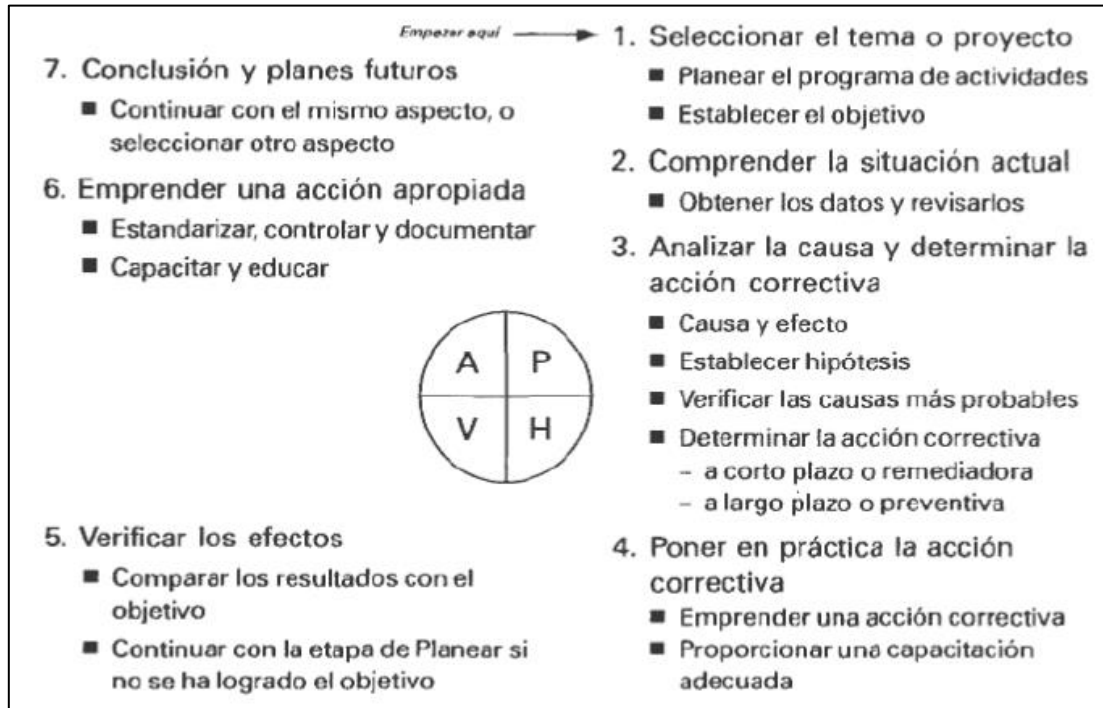


Figura 17. El ciclo PHVA.

Tomado de (Singh, 1997)

2.2.2. Metodología DMAIC

Fuertemente relacionado a la Manufactura Esbelta, la metodología DMAIC, centra los esfuerzos de la organización en la mejora de procesos. Mientras que el objetivo *Lean* es la reducción de desperdicio, DMAIC busca identificar y eliminar la variación en los procesos.

En un sistema de gestión *Lean*, DMAIC contempla cinco etapas esenciales:

- Definir (*Define*): identificar un problema en particular, especialmente en términos de la satisfacción y demanda del cliente.
- Medir (*Measure*): recopilar información medible respecto al rendimiento del proceso y desarrollar el problema desde el punto de vista cuantitativo.
- Analizar (*Analyze*): estudiar las causas del problema y verificar las potenciales causas raíz.

- Mejorar (*Improve*): implementar acciones para reducir los defectos y variación causada por el origen del problema, a la vez que se evalúa un mejoramiento medible.
- Control (*Control*): garantizar que los cambios en el proceso se mantienen, el rendimiento, al igual que determinar si tales mejoras pueden transferirse a otros lugares. Importante identificar lecciones aprendidas (Charron, Harrington, Voehl, & Wiggin, 2014, pp. 329-333).

Para mayor claridad, a continuación, se muestran tareas y elementos que conforman cada etapa del proceso.

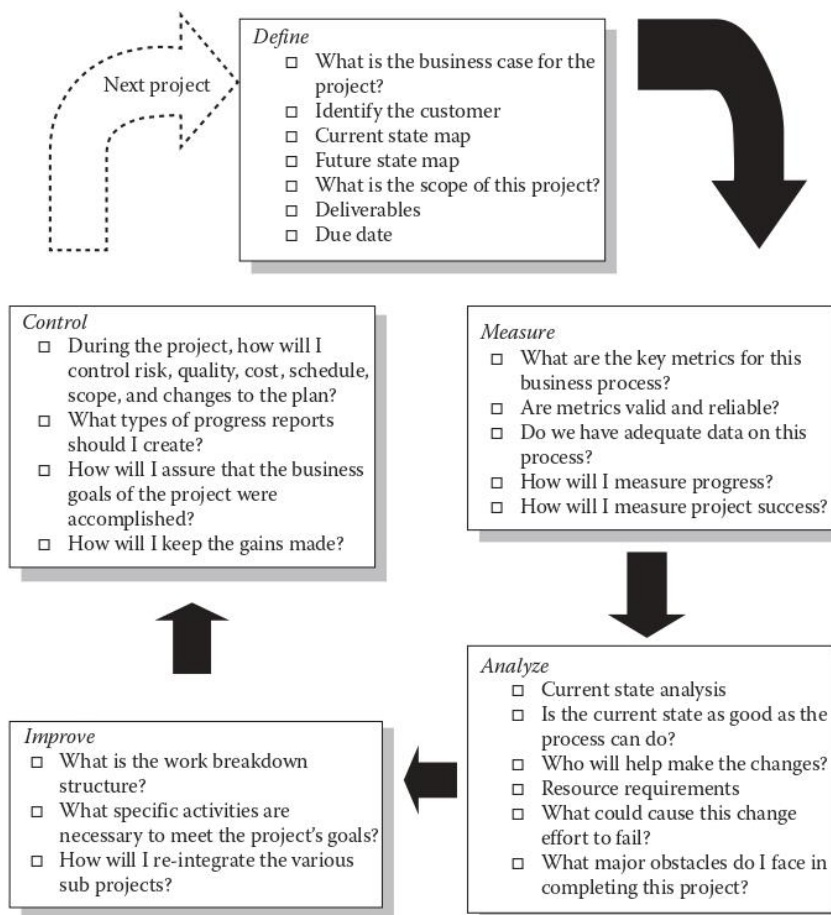


Figura 18. Metodología DMAIC.

Tomado de (Charron, Harrington, Voehl, & Wiggin, 2014, p. 331)

Para la culminación de cada una de las etapas descritas anteriormente, será necesario emplear herramientas que faciliten el procesamiento y análisis de la información. En la figura siguiente se aprecia un resumen de los diversos elementos que pueden aplicarse según la fase DMAIC en la que se encuentre:

PROJECT INFORMATION		ATTACHMENTS		
Project:		Problem statement	<input type="checkbox"/>	
Objective:		Baseline performance	<input type="checkbox"/>	
COPQ - Internal \$		Project objective	<input type="checkbox"/>	
COPQ - External \$		Project scope	<input type="checkbox"/>	
Annual cost savings \$		Deliverables	<input type="checkbox"/>	
		Financial benefits	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Deliverable <input type="checkbox"/> Tool <input checked="" type="checkbox"/> In process <input checked="" type="checkbox"/> Complete				
Define	Measure	Analyze	Improve	Control
<input checked="" type="checkbox"/> Problem definition	<input type="checkbox"/> CTQ's, FDM	<input type="checkbox"/> DFMEA/PFMEA	<input checked="" type="checkbox"/> Screen experiments	<input type="checkbox"/> DOE
<input checked="" type="checkbox"/> Objectives	<input type="checkbox"/> KPIV's, KPOV's	<input checked="" type="checkbox"/> Sampling plan	<input type="checkbox"/> Shainin, multi-vari	<input type="checkbox"/> EVOP, RSM
<input checked="" type="checkbox"/> Scope	<input checked="" type="checkbox"/> Updated objectives	<input checked="" type="checkbox"/> Initial data collection	<input type="checkbox"/> Hypothesis tests	<input checked="" type="checkbox"/> Implement changes
<input checked="" type="checkbox"/> Boundaries	<input checked="" type="checkbox"/> Quantified problem	<input type="checkbox"/> Basic stats	<input type="checkbox"/> Regression, correlation	<input type="checkbox"/> Replication experiments
<input checked="" type="checkbox"/> Preliminary analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Improvement goals	<input type="checkbox"/> Box, dot plots	<input type="checkbox"/> DOE design	<input checked="" type="checkbox"/> Handoff plan
<input type="checkbox"/> Initial benefits	<input checked="" type="checkbox"/> Project team	<input type="checkbox"/> Causal	<input type="checkbox"/> DOE experiments	<input type="checkbox"/> Lean, 5s, Poka-yokes
<input type="checkbox"/> Project charter	<input checked="" type="checkbox"/> Project plan, Ganitt	<input type="checkbox"/> Confidence intervals	<input type="checkbox"/> Mathematical models	<input checked="" type="checkbox"/> Update ALL documentation
<input type="checkbox"/> SIPOC diagram	<input checked="" type="checkbox"/> Baseline performance	<input type="checkbox"/> T-tests	<input checked="" type="checkbox"/> Recommendations	<input checked="" type="checkbox"/> Education
	<input checked="" type="checkbox"/> Value stream map	<input type="checkbox"/> ANOVA	<input checked="" type="checkbox"/> Documentation	<input checked="" type="checkbox"/> Monitor improvement
	<input type="checkbox"/> Fishbone/CED diagram	<input checked="" type="checkbox"/> Revised A3 template	<input checked="" type="checkbox"/> Education	<input checked="" type="checkbox"/> Document improvement
	<input type="checkbox"/> Cp & Cpk	<input checked="" type="checkbox"/> Update value stream map.	<input checked="" type="checkbox"/> Implementation plans	<input checked="" type="checkbox"/> Summarize benefits
	<input type="checkbox"/> Gage R&R, MSA OK	<input type="checkbox"/> PFMEA, & fishbone		<input checked="" type="checkbox"/> Define next project
	<input type="checkbox"/> A3 analysis template	<input checked="" type="checkbox"/> Revise project plan		<input checked="" type="checkbox"/> Management presentation
		<input checked="" type="checkbox"/> Containment actions		<input checked="" type="checkbox"/> Process owner handoff

Figura 19. Herramientas Six Sigma DMAIC.

Tomado de (Burton, 2011, p. 239)

2.3. Lean Manufacturing

2.3.1. Generalidades

Creada y promulgada por la empresa japonesa Toyota, el sistema de manufactura esbelta es un proceso de mejora continua, enfocado en la eliminación de excesos en la producción. Se entiende por desperdicio a toda aquella actividad que no genera un valor agregado y por el contrario consume dinero, tiempo y energía. Esta metodología no está ceñida a un procedimiento en particular, constituye una tarea incansable mediante la cual se busca continuamente puntos de mejora en cuanto a la reducción progresiva de desperdicios.

Hay que aclarar que *Lean Manufacturing* recibe el nombre de *Just-In-Time* en la cultura empresarial de occidente, y contrario a lo que se cree, el JIT no busca exclusivamente la reducción de inventario (Socconini, 2019, p. 21). A continuación, una breve descripción de las principales herramientas utilizadas en este sistema de mejora continua.

La metodología de mejora *Lean* junto al *Six Sigma*, asume la participación y el compromiso de todos los miembros de la organización. A cada participante le asigna un rol, dependiendo de su jerarquía y el nivel de aportación que tiene en el proceso.

- a. *Champion*: deberá estar familiarizado con la metodología, es quien se beneficia económicamente del ahorro. Comúnmente el CEO o dueño de la compañía, quien apoya y guía al equipo en la selección, planificación y ejecución del proyecto. Funge como facilitador.
- b. *Black Belts*: son conocidos como los agentes del cambio, deberán ser expertos en el uso de herramientas Lean. Se encargan de liderar la gestión del cambio desde el desarrollo hasta el seguimiento del proyecto.
- c. *Green Belts*: representan un apoyo para los black belts in situ, comúnmente lideran proyectos de mejora bajo la supervisión del black belt. Además de identificar puntos de mejora y optimización, son responsables de seleccionar a los miembros de su equipo.
- d. *White Belts*: miembros del equipo cuyas funciones están definidas, deberá ejecutar y poner en marcha lo establecido por el green belt (Socconini, 2015).

2.3.2. ANDON

Considerada como una herramienta efectiva en el control visual, el sistema de información *ANDON* permite generar un control sobre la producción, exponiendo de forma gráfica el progreso de la línea de manufactura o de servicio. Además, hace más fácil solicitar servicios de apoyo cuando surgen imprevistos en la estación de trabajo, esto reduce tiempos de traslado y evita paros en la línea.

El *ANDON* actúa de forma conjunta entre el operario y el sistema visual computarizado; cuando ocurre algún problema como defectos en el producto, falta materia prima o insumos, irregularidades en el accionar de la máquina o los tiempos de operación están por debajo del estándar, el operador puede generar una alerta para que el supervisor, un técnico o el personal de soporte se acerquen a su estación sin necesidad de ir a buscarlos.

El sistema visual tiene tres etapas secuenciales:

- Surge el problema en la línea de producción, el operador oprime el botón de alerta más cercano o propio de la estación.
- La persona responsable acude al lugar del inconveniente, deberá oprimir nuevamente el botón para indicar que la estación está siendo inspeccionada.
- Por último, cuando el problema ha sido solucionado, se oprime el botón nuevamente para desactivar la señal de alerta.

Comúnmente, los sistemas *ANDON* emplean una regleta de color a modo de semáforo para establecer el indicador de las tres etapas. De igual forma, existen varios tipos de control visual:

- *ANDON* básico: regleta de color y señal auditiva.
- *ANDON* elaborado: tablero de control, monitoreo de desempeño, cuerdas o *takt time*.

Los sistemas de control visual más elaborados suelen generar un registro automático y continuo de tiempos operativos y no operativos, piezas defectuosas, y fallas generadas durante el proceso productivo (Everett & Sohal, 1991).

2.3.3. KANBAN

El sistema *KANBAN*, inventado por Taiichi Ohno, busca reducir el exceso de inventario en las industrias. Por medio del uso de tarjetas de ayuda visual, las organizaciones saben cuándo y en qué cantidad abastecer con material a la maquinaria, operario o proceso. Implementar este sistema en las empresas sirve

para reducir la sobreproducción, disminuir el uso de inventarios en el área de trabajo, producir únicamente lo que la demanda requiere, garantizar la entrega de producto a tiempo, evaluar por medio de una comparativa visual lo producido versus lo dispuesto por la demanda y simplificar la complejidad de la planificación de la producción.

La implementación del sistema *KANBAN* supone un tiempo que oscila entre una a doce semanas; en general el procedimiento persigue las siguientes etapas:

- Definir los números de parte por establecer en el sistema.
- Determinar el número de piezas por *kanban*.
- Establecer cuál será la ayuda visual y qué tipo de contenedor estándar se manejará.
- Determinar la cantidad de contenedores y secuencia pitch (*Takt Time*, tiempo o ritmo de producción, tiempo por unidad producida * cantidad de unidades por contenedor).
- Dar seguimiento a través del *WIP to SWIP (Work-In-Process to Standard Work-In-Process)* (Socconini, 2019, pp. 238, 239).

2.3.4. AMEF

Análisis del Modo y Efecto de Fallos, es una herramienta que permite identificar los errores que se producen en procesos y productos para posteriormente evaluar sus causas, el impacto y su forma de detección. Existen principalmente tres tipos de AMEF; de producto, de proceso y de sistemas; y se lo implementa esencialmente para documentar información respecto al proceso, capacitación de operaciones, errores identificados más sus causas, efecto, impacto y consecuencia, además de evaluar acciones para reducir riesgos y mejorar el nivel de fiabilidad para detección de errores.

En promedio, la implementación del AMEF puede durar entre uno y cuatro días en su fase inicial. El procedimiento que se lleva a cabo se da de la siguiente manera:

- Levantar el mapa de proceso.

- Establecer el equipo de trabajo para documentar información.
- Identificar las etapas principales del proceso.
- Evaluar potenciales errores en sus principales etapas.
- Evaluar su efecto, impacto y consecuencia.
- Analizar las potenciales causas del fallo y la ocurrencia.
- Establecer controles en cuanto a detección y evaluación.
- Definir la prioridad para cada fallo y emprender acciones correctivas, preventas o de mejora (Socconini, 2019, pp. 197 - 200).

2.3.5. Overall Equipment Effectiveness - OEE

Utilizado como un indicador para medir las pérdidas que sufre un proceso, máquina o equipo. El OEE determina la variación entre tiempo ideal y el lapso que se pierde en seis categorías, las cuales se describen a continuación:

- Tiempo no operativo planificado.
 - o Apagones y revisiones.
 - o Planificación de la producción y el mantenimiento.
 - o Vida y fiabilidad del equipo.
 - o Diseño y prácticas operacionales para mantener la operabilidad y mantenibilidad.
- Tiempo no operativo no planificado.
 - o Deficientes planes de mantenimiento.
 - o Falta de mantenimiento preventivo.
 - o Ausencia de control o monitoreo del equipo.
 - o Traslados innecesarios.
- Tasa de pérdidas.
 - o Fiabilidad de la máquina reducida.
 - o Mala calibración.
 - o Actividades, condiciones y procesos no estandarizados.
 - o Calidad y falta de materia prima oportuna.
 - o Indisciplina en el trabajo estándar.
 - o Inconsistencia del proceso durante los cambios de turno.

- Pérdidas de calidad.
 - o Falta de un control estadístico de proceso.
 - o Ausencia de un análisis de calidad y causa raíz.
- Pérdidas en la transición y cambios.
 - o Malas prácticas en el cambio de artículos.
 - o Planificación de la producción deficiente.
 - o Cadena de abastecimiento poco oportuna.
- Pérdidas del mercado.
 - o Falta de innovación y desarrollo del proceso.
 - o Búsqueda de una reducción en costos.
 - o Mal posicionamiento en el mercado (Moore, 2007, pp. 176-180).

Ahora bien, el cálculo del Indicador de Eficiencia General de los Equipos se da según las tres siguientes fórmulas (Charron, Harrington, Voehl, & Wiggin, 2014, p. 261):

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo útil } UT}{\text{Tiempo operativo planificado}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salidas actuales}}{\text{Salidas objetivo}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Salidas Actuales}}$$

$$OEE(\%) = \text{Disponibilidad} \cdot \text{Rendimiento} \cdot \text{Calidad}$$

2.3.6. Lean Six Sigma

El *Six Sigma* es un método estadístico para la mejora de la eficiencia en las empresas, cuyo principal objetivo es el cumplimiento de la calidad establecida bajo determinados parámetros. Este concepto estudia la ‘capacidad del proceso’, es decir el desempeño productivo de la organización para producir unidades o servicios dentro de estándares de eficacia, por medio de una disminución en la variación del proceso. Esencialmente, el 6σ mide la cantidad de fallos ocurridos en función del millón de unidades producidas; si el resultado indica que alrededor de 3.4 unidades de producción/servicio presentan un fallo, la empresa ha

alcanzado un nivel 6σ (Eckes, 2004, pp. 16 - 18). Si se han generado un promedio de 230 elementos defectuosos por cada millón, el nivel será de 5σ , y consecuentemente según lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 2.

Conversión Simplificada SixSigma.

Rendimiento	DPMO	Nivel Sigma
30.9%	690 000	1.0
69.2%	308 537	2.0
93.32%	66 807	3.0
99.379%	6210	4.0
99.997%	233	5.0
99.9997%	3.4	6.0

Adaptado de (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002)

Lograr un control sobre las fluctuaciones que pudieren existir permite reducir costos operacionales directos e indirectos, eleva la eficiencia y equilibra los procesos en términos de recursos, tolerancias, materiales y productos correctos. Adicionalmente, el Seis Sigma promueve el éxito sostenido, establece criterios de rendimiento, metas y objetivos, incrementa el valor agregado por cada cliente, la tasa de mejora se acelera y genera aprendizaje entre los colaboradores (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002, pp. 10 - 12).

Ahora bien, para determinar el nivel sigma de las empresas es necesario calcular ciertos parámetros, mismos que dependerán del tipo de muestras recolectadas. Por ejemplo, si el proceso se rige mediante variables (como peso, diámetro, anchura, altura, etc.) será necesario definir la media y desviación estándar; por el contrario, si el proceso analiza atributos (como cortes, rebabas, roturas, etc.) es importante calcular el DPMO (Defectos por millón de oportunidades).

Caso 1. Proceso en función de Variables

Media: refiere al promedio de valores que representan las mediciones del proceso (Müller, 2018).

Desviación estándar: indica el grado de variación respecto a la media en las medidas recolectadas.

LES: límite superior del proceso.

LEI: límite inferior del proceso.

$$\text{Nivel Sigma} = 3 \cdot C_{pk} = \min\left(\frac{LES - Media}{\sigma}, \frac{Media - LEI}{\sigma}\right)$$

Caso 2. Proceso en función de Atributos

DPMO: refiere al número de defectos ocasionados por millón de unidades producidas, se calcula mediante la siguiente ecuación (Salazar, 2019).

$$DPMO = \frac{1\,000\,000 \cdot N^{\circ} \text{ Defectos}}{N^{\circ} \text{ Oportunidades} \cdot N^{\circ} \text{ Unidades}}$$

DPO: indica los defectos por oportunidad de ocurrencia.

Oportunidades: define la probabilidad de ocurrencia del fallo.

$$DPO = \frac{N^{\circ} \text{ Defectos}}{N^{\circ} \text{ Oportunidades} \cdot N^{\circ} \text{ Unidades}}$$

Capacidad del proceso: establece el nivel de desempeño del proceso.

$$Cp = (1 - DPO) \cdot 100$$

2.4. Calidad

2.4.1. Sistema de los 4 puntos e inspección visual de textiles

Existe en la industria textil un método ampliamente utilizado para la inspección visual y calificación de telas denominado Sistema de Cuatro Puntos (*Four Points System*). Esta metodología se encuentra detallada en la norma ASTM D5430 la cual establece un procedimiento para la inspección visual de rollos de tela en función de estándares de calidad previamente establecidos. La norma indica que la inspección deberá realizarse en un área plana que permita correr la tela a una

velocidad establecida, pudiendo ser detenida. Se recomienda una superficie con iluminación directa con intensidad luminosa de mínimo 1075 luxes, provenientes de una lámpara fluorescente de encendido rápido color blanco frío cuya temperatura oscile entre los 4100 y 4500 K (ASTM International, 2010, p. 1). Comúnmente, se emplean máquinas automatizadas o semi automáticas que ayudan a correr los rollos de tela a una velocidad graduable, sobre una mesa iluminada de inspección inclinable como se puede apreciar en la *Figura 20*.

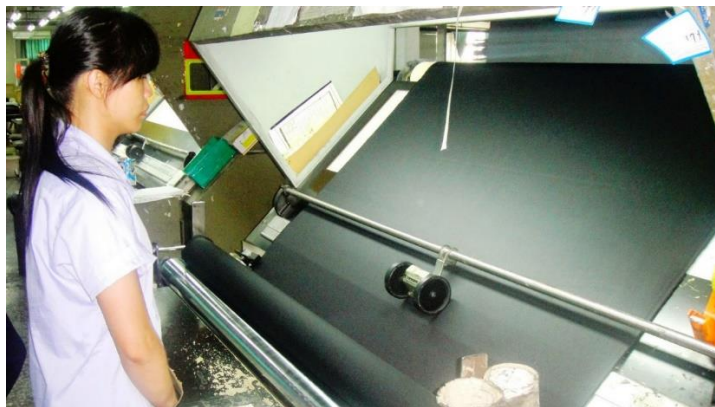


Figura 20. Mesa de inspección de fallos.

Tomado de (Mejía, 2014)

A continuación, se describe el procedimiento para inspeccionar y calificar la tela.

1. Correr la tela longitudinalmente a través de la mesa de inspección a una velocidad adecuada previamente establecida.
2. Inspeccionar visualmente y calificar la tela a una distancia de un metro mientras la tela está en movimiento. La corrida de la tela puede detenerse cuando sea necesario evaluar defectos y marcarlos.
3. Inspeccionar y calificar la longitud total de cada rollo o muestra.
4. Detectar y asignar puntos a los defectos observados, dividiendo las áreas de inspección en metros lineales o yardas.
5. Asignar puntaje a los defectos basado en la longitud del plano de la tela de acuerdo con las siguientes opciones de asignación (*Ver Tabla 3*).
6. Calcular el puntaje total multiplicando el número total de defectos encontrados por el puntaje asignado en tabla (ASTM International, 2010, p. 2).

Este procedimiento es complementado por ciertos parámetros técnicos descritos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2367:1998. Las condiciones de inspección deben regirse bajo los siguientes estándares.

Tabla 3.

Condiciones de inspección de textiles.

Parámetro	Unidad de medida	Valor
Iluminación incidente	Lux	Entre 500 y 1000
Inclinación de pantalla	Grados	Entre 30 y 45°
Largo mínimo de observación	Metros	1
Distancia visual del observador	Centímetros	Entre 80 y 120
Velocidad de inspección	Metros/Minuto	Inferior a 30

Adaptado de (Mejía, 2014)

Como se mencionó anteriormente, el sistema de control de calidad conocido como “Método de los Cuatro Puntos” determina un esquema de penalización en función del tamaño del defecto encontrado durante la revisión. Esta metodología permite categorizar la tela como grado A (Primera), B (Segunda) o C (Imperfecta); clasificado su tipo en tres grupos principales.

- Grupo I: Telas para vestuario.
- Grupo II: Telas decorativas y de hogar.
- Grupo III: Telas de uso industrial.

Tabla 4.

Puntaje de asignación: Método 4 Puntos

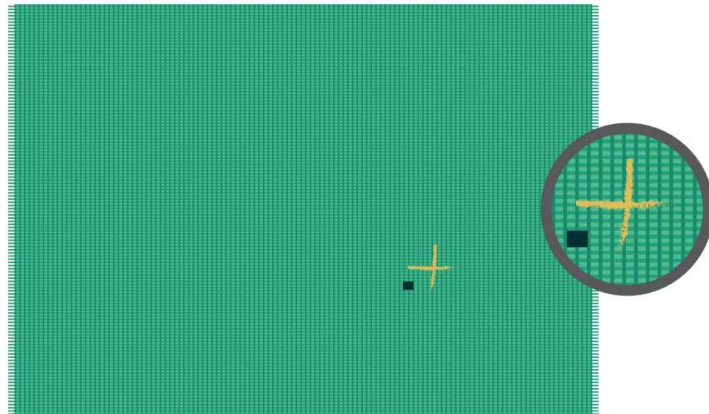
Dimensión del defecto		Puntos de penalización
Centímetros (cm)	Pulgadas (in)	
Agujero ≤ 2.5 cm	Agujero ≤ 1 in	1
Agujero > 2.5 cm	Agujero > 1 in	4
[0,7.5]	Menor o igual a 3 in	1

(7.6, 15]	Entre 3 y 6 in incluidos	2
(15.1, 23]	Entre 6 y 9 in incluidos	3
23.1 cm en adelante	Mayor a 9 in	4

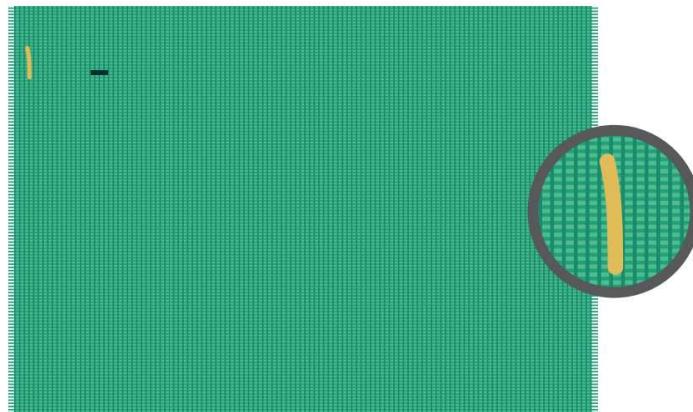
Adaptado de (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1998)

La marcación de defectos deberá darse de la siguiente manera:

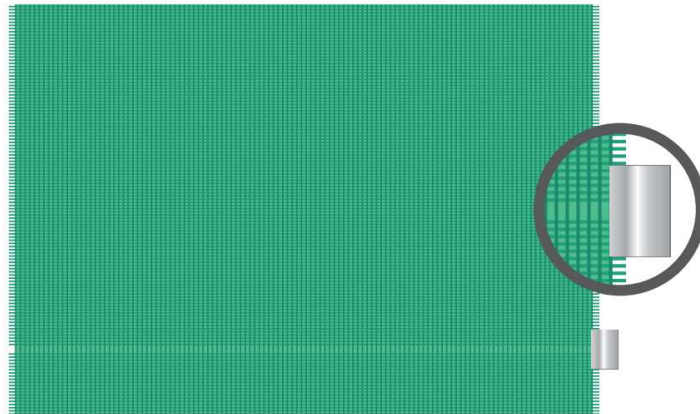
1. Para defectos con puntaje “1,2 o 3” encontrados en tela del Grupo I: se marca directamente sobre la tela con tiza de color apreciable.



2. Para defectos con puntaje “1,2 o 3” en tela de algodón del Grupo I o puntaje “3” en del grupo III, se marca con crayón en el orillo del rollo.



3. Para defectos de puntaje “4” se coloca una etiqueta metálica en el exterior del rollo.



Esta metodología es utilizada (con resultados visibles) en la empresa colombiana Coltejer, aplicada conforme lo establece la norma ASTM D5430 y su Sistema 4 Puntos (Coltejer, p. 22).

Las siguientes ecuaciones permiten determinar el número de puntos por cada 100 metros o yardas cuadradas.

$$\text{Defectos por cada } 100 \text{ m}^2 = \frac{100 P}{W L}$$

Donde:

P = Total de puntos asignados.

W = Ancho de tela en metros.

L = Longitud de tela examinada, metros (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1998).

$$\text{Defectos por cada } 100 \text{ yd}^2 = \frac{3600 P}{W L}$$

Donde:

P = Total de puntos asignados.

W = Ancho de tela en pulgadas.

L = Longitud de tela examinada, pulgadas (ASTM International, 2010).

Los textiles catalogados como tela de primera (Categoría A), deberán cumplir con los lineamientos descritos en la siguiente tabla.

Tabla 5.

Estándares de Calidad NTC 2567 – Categoría A.

	Puntos /100 m lineales	Longitud mínima (m)	Longitud máxima (m)	Traslapes o empates por rollo
Telas vestuario	Hasta 45	40	200	1 empate de mínimo 15 metros
Telas hogar	Hasta 40	40	150	1 empate de mínimo 20 metros
Telas industriales	Hasta 40	40	150	1 empate de mínimo 15 metros

Adaptado de (Coltejer, p. 23)

Ejemplo de cálculo

Tabla 6.

Defectos Encontrados

Cantidad	Longitud de defectos
5	Hasta 3 pulgadas de longitud
4	Entre 3 a 6 pulgadas de longitud
2	Entre 6 a 9 pulgadas de longitud
1	Sobre las 9 pulgadas
1	Hueco menos de 1 pulgada
1	Hueco sobre 1 pulgada

Adaptado de (Diseño GLOPERÚ, 2018)

- a) Suponiendo un ancho de 54 in y una longitud de 110 in.

Tabla 7.

Método de cálculo.

Categoría	Cantidad	Puntaje asignado	Puntaje
------------------	-----------------	-------------------------	----------------

Agujero ≤ 1 in	1	2	2
Agujero > 1 in	1	4	4
Menor o igual a 3 in	5	1	5
Entre 3 y 6 in incluidos	4	2	8
Entre 6 y 9 in incluidos	2	3	6
Mayor a 9 in	1	4	4
		Total	29

Adaptada de (Diseño GLOPERÚ, 2018)

$$Defectos\ por\ cada\ 100\ yd^2 = \frac{3600 (29)}{54 * 110} = 17.58$$

Por ende, se encuentran 18 defectos por cada 100 yardas cuadradas. El estándar acepta 20 defectos por cada 100 yardas cuadradas (Diseño GLOPERÚ, 2018).

El sistema americano es promulgado por normativa ASTM D5430, mientras que el sistema métrico internacional lo aplica la normativa colombiana NTC 2367 que servirá de guía para el actual trabajo de investigación.

2.4.2. Cartas y gráfico de control para atributos

2.4.2.1. Cartas de control

Una herramienta de suma utilidad para la evaluación del desempeño de los procesos son las cartas de control. Son un elemento de análisis numérico que permite definir la fracción o porcentaje de productos defectuosos en una muestra, siguiendo estándares de calidad. Comúnmente, estos artículos no conformes son relegados y no continúan a procesos futuros.

Un tipo de carta de control comúnmente utilizada es la carta p . Herramienta cuyo propósito es la medición de la variabilidad de un determinado proceso con el fin de generar cambios en él. La carta p mide la proporción de defectuosos en función de cada lote o subgrupo estudiado, a continuación, su fórmula y términos de uso.

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

$$\bar{p} = \frac{\text{total defectuosos}}{\text{total inspeccionados}}$$

$$\bar{n} = \frac{\text{total inspeccionados}}{\text{total subgrupos}}$$

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

p_i = proporción de defectos

\bar{p} = línea central

n = tamaño de subgrupo

\bar{n} = subgrupo promedio

LCS = límite de control superior

LCI = límite de control inferior

A partir de estos datos será posible determinar aquellos límites en los cuales funciona el proceso. Los valores que se encuentren fuera del límite superior no cumplirán con los estándares de variabilidad (Gutiérrez & De la Vara, 2009, pp. 224-226). Los valores de p_i , LCS y LCI son utilizados para crear el gráfico de control, similar al que se muestra a continuación:

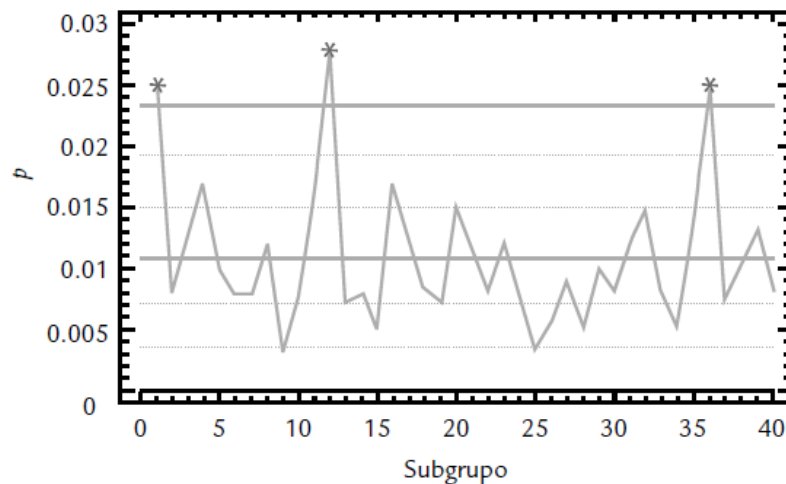


Figura 21. Gráfico de Control.

Tomado de (Gutiérrez & De la Vara, 2009)

2.4.2.2. Muestreo

Una parte importante del análisis de calidad es el muestreo. Inspeccionar la totalidad de un lote podría resultar extenuante, he ahí la utilidad del muestreo de aceptación. Esta metodología permite seleccionar un subconjunto de unidades de un universo para ser analizadas, si la parte elegida resulta no cumplir con los estándares preestablecidos, el universo puede ser desechado.

Un plan de muestreo simple se define por un lote de tamaño N , una muestra de n unidades y su respectivo criterio de aceptación c . Existen diversos tipos de muestreo por atributos, simple, doble o múltiple; en este caso, se hará referencia al muestreo sencillo.

El plan de muestra simple selecciona una cantidad n de artículos de forma aleatoria, si el número de defectuosos es mayor a c unidades, el lote es descartado (Gutiérrez & De la Vara, 2009, pp. 321-325).

Parte del plan de muestreo es la formación de la Curva característica de operación, (CO), es una gráfica que describe el desempeño del plan en función de la probabilidad de aceptar o rechazar la muestra. En primer lugar, es necesario calcular la probabilidad de aceptación (P_a), que surge de la distribución binomial de la proporción de defectuosos mencionada anteriormente

(Gutiérrez & De la Vara, 2009, pp. 327-329). La gráfica CO resultante se muestra a continuación:

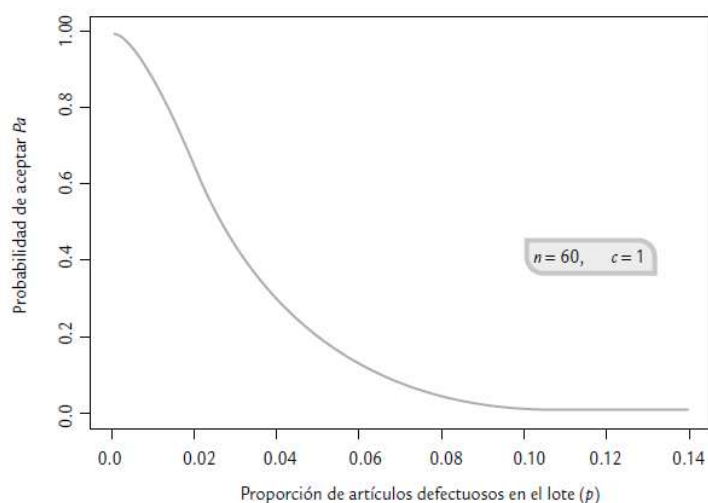


Figura 22. Curva característica de operación.

Tomado de (Gutiérrez & De la Vara, 2009)

2.4.3. Total Quality Management (TQM)

El TQM es un concepto implementado por el gurú Armand Feigenbaum en 1961, habla de la Gestión de la Calidad Total y su inherencia a todos los departamentos de una organización. Feigenbaum postuló la idea de que la calidad debe ser liderada y promovida por la alta dirección y compartida y puesta en marcha por los trabajadores. La tendencia en la actualidad no se ciñe únicamente al aseguramiento de la calidad en las empresas, sino más bien al éxito sostenido que estas deben promover a largo plazo. La primicia del éxito sostenido es la competitividad y el manejo de la exigencia del consumidor (Cuatrecasas, 2012, p. 576). TQM maneja tres frentes importantes:

- Necesidades del consumidor
Calidad no es más que cumplir con los requerimientos del cliente, el reto de la empresa es transformar esas necesidades en especificaciones técnicas.
- Organización y medios de producción

Desde materias primas, pasando por materiales, hasta la atención en el servicio. Los medios de producción deben ser suficientes y apropiados, además en el factor humano deben estar capacitados y motivados. En cuestión de procesos, la organización debe fomentar la orientación en la satisfacción del cliente.

- Minimización de costes y tiempos de entrega

Persiguiendo la calidad, el proceso de producción de un bien o servicio debe propender a la eficiencia, una optimización de costos sin sacrificar la calidad del producto final (Cuatrecasas, 2012, pp. 578, 579).

Ahora bien, el modelo de Calidad Total tiene una serie de cinco etapas por las cuales la organización debe atravesar para lograr implantar el sistema satisfactoriamente. En la siguiente figura se muestra el flujo de etapas que definen el proceso.

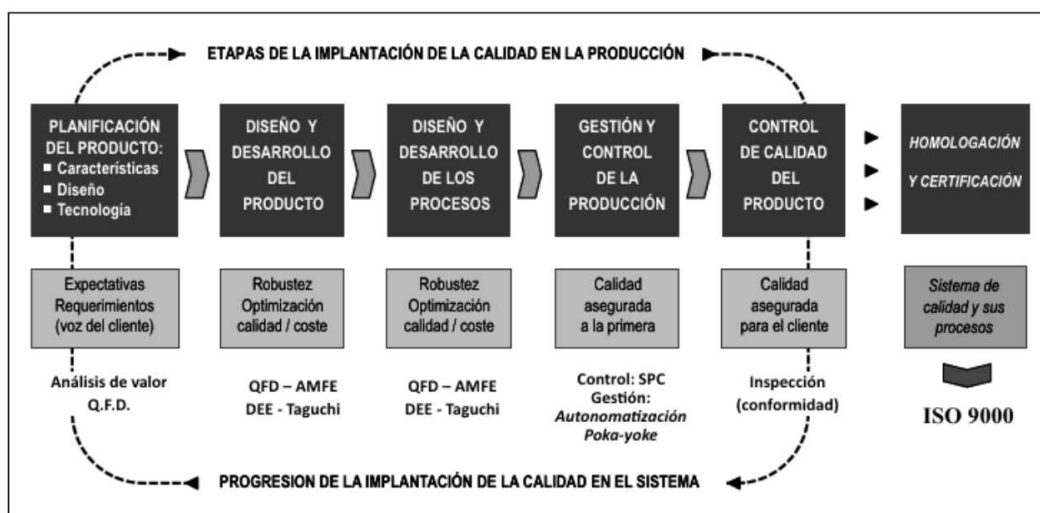


Figura 23. Etapas de la Implementación de la Calidad en la Producción.

Tomado de (Cuatrecasas, 2012)

El proceso de implementación de la calidad en la producción inicia con la fase de Planificación del Producto o Servicio donde se definen las características, requerimientos y especificaciones del cliente, la organización deberá definir claramente cuáles son los detalles técnicos del producto o servicio, tolerancias, márgenes de error, etc. Con base en estas descripciones se inicia la etapa de

Diseño y Desarrollo del Producto, se crea, se diseña y se busca un beneficio Costo vs. Calidad en términos de materia prima, material, mano de obra, maquinaria, métodos, medio ambiente y energía. De igual manera se procede a una optimización y diseño de los procesos para componer el bien o servicio. La parte medular sucede en la Gestión y Control de la Producción, donde se promueve la cultura de calidad con cero defectos, el control se lo realiza por medio de un control estadístico de procesos y se previenen fallos a través de la automatización. De llegar a encontrarse no conformidades en el producto final, deberá existir un segundo punto de control antes de ser entregado al cliente; la inspección de no conformidad para asegurar la calidad en la etapa final.

2.5. Gestión por procesos

“Las organizaciones están manifestando una tendencia de cambiar de una estructura poco flexible y vertical a una estructura organizativa más flexible, dinámica y horizontal” (Martínez & Cegarra, 2014, p. 37). Con la finalidad de generar una estructura mucho más descentralizada y horizontal, la gestión por procesos puede apoyar en el cumplimiento de este cambio.

Un proceso se dice que es un conjunto de actividades que están interrelacionadas y cuya característica es que consume materias y tareas particulares que dan lugar a la creación de un valor añadido en estas materias iniciales (input), con el objetivo de conseguir unos resultados (output) (Martínez & Cegarra, 2014, p. 40).

La gestión por procesos inicia con la identificación de las actividades más importantes que realiza la organización, que son transversales a los departamentos de la empresa, que pueden descomponerse en operaciones más pequeñas, están asignados a una persona responsable y tienen una misión definida. Los procesos se clasifican en tres macro grupos:

- Procesos estratégicos o gobernantes: son establecidos por la alta dirección, definen las políticas, metas, estrategias de la organización. Los procesos operativos y de soporte dependen de su configuración y lineamientos.

- Procesos operativos, de valor o misionales: son aquellos procesos clave para generar un valor agregado a las entradas y obtener un resultado final que cumpla con las expectativas del cliente.
- Procesos de soporte o apoyo: estos procesos suministran a la organización todos los recursos necesarios para que el valor añadido pueda darse, aportan con insumos relativos a material, maquinaria, equipos, materia prima y personas necesarias para los demás procesos. (Martínez & Cegarra, 2014, p. 41)

2.5.1. Mapeo de valor

Es una forma para representar gráficamente la secuencia e interacción entre procesos, los cuales promueven una visión mucho más extensa fuera de los límites administrativos, funcionales y geográficos. (Medina, Nogueira, Hernández, & Comas, 2019, p. 332).

La elaboración de un mapa de procesos permite tener un panorama claro de la situación actual de la compañía a nivel de macroprocesos, procesos y subprocesos. Es sumamente útil para establecer relaciones entre estos, identificar posibles actividades faltantes, definir el diseño de la estructura de la organización, definir recursos, controles, entradas y salidas en cada uno de los procesos.

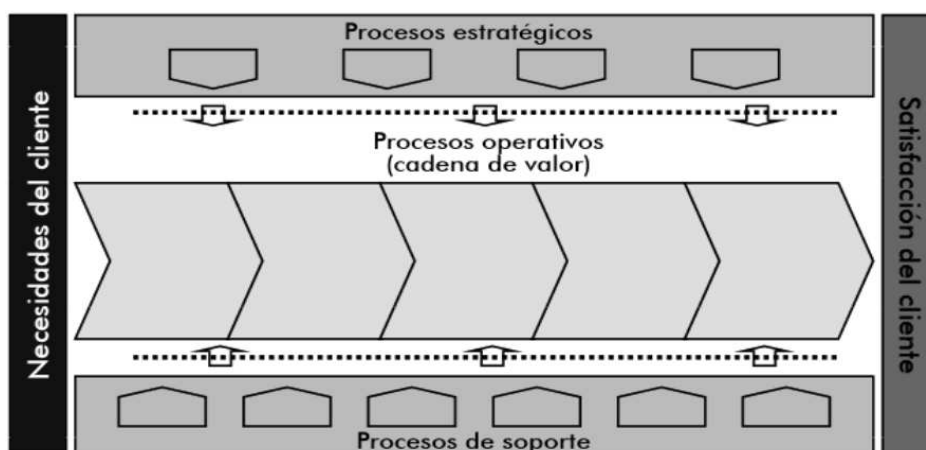


Figura 24. Representación genérica de un mapa de procesos convencional.

Tomado de (Pardo Álvarez, 2012, p. 56)

Para la realización de un Mapa Gerencial de Macroprocesos es importante considerar la jerarquía de los procesos dentro de la organización. Comúnmente, la clasificación de procesos se realiza según su tamaño, es decir, de lo más general a lo específico como se describe a continuación.

- **Procesos Nivel 1:** corresponde a una representación genérica de los macroprocesos, similar a lo detallado en la *Figura 24*.
- **Procesos Nivel 2:** integra todos los procesos subyacentes al nivel 1.
- **Procesos Nivel 3:** considerados como subprocesos, son un detalle más profundo de los procesos nivel 2. Generalmente, es en este nivel cuando se obtienen flujogramas gráficos de los procesos o procesos tipo.

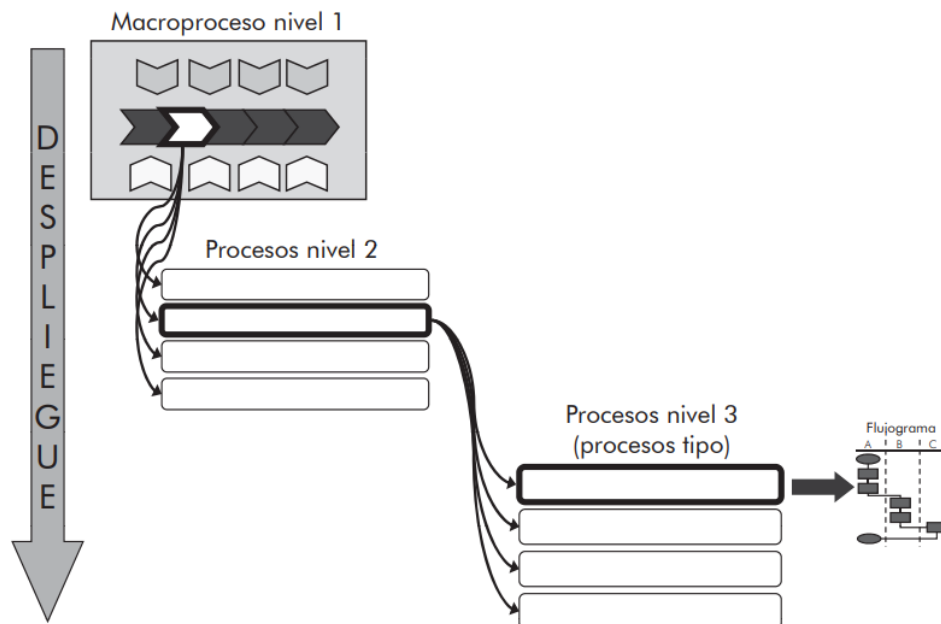


Figura 25. Ejemplo de despliegue del Mapa Gerencial de Macroprocesos.

Tomado de (Pardo Álvarez, 2012, p. 47)

2.5.2. Cursograma analítico

También conocido como diagrama OTIDA o diagrama de flujo, es una representación de la secuencia de operaciones de un procedimiento en particular, este gráfico incluye diversos símbolos que describen actividades de tarea, transporte, almacenamiento, demora e inspección. El cursograma

analítico establece también los tiempos que toma cada paso en ser completados, a continuación, se describe la simbología empleada en el diagrama:








Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Origen	Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Hay una operación cada vez que un documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características.
	Inspección	Indica cada vez que un documento o paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso. Se coloca cada vez que un documento es examinado.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo. También se puede utilizar para guardar o proteger el documento de un traslado no autorizado.
	Almacenamiento Temporal	Indica el depósito temporal de un documento o información dentro de un archivo, mientras se da inicio el siguiente paso.

Figura 26. Simbología ASME para el diseño de diagramas de proceso.

Tomado de (Calderón & Ortega, 2009)

2.5.3. SIPOC

Una vez que ha sido creado y levantado el mapa de proceso, es necesario medir su rendimiento para lo cual el diagrama SIPOC es una herramienta que proporciona un panorama gráfico de las diferentes etapas del proceso para así poder analizar todo aquello relacionado a sus parámetros como entradas, salidas y usuarios clave, que generan un impacto en la cadena de valor. El nombre SIPOC, identifica a cada una de las partes que conforman la cadena de valor la cual posee los elementos siguientes:

- *Supplier* o proveedor: aporta las entradas al proceso.

- *Input* o entradas: recursos, insumos, material o materia prima requerida por el proceso.
- *Process* o proceso: conjunto de actividades que transforman las entradas en productos/servicios con valor agregado.
- *Output* o salidas: producto o servicio final.
- *Client* o cliente: inversionistas que definen los parámetros de las salidas.

Existe, además, tres puntos de control clave:

- Requerimientos de las entradas: cuantifica y mide lo que el proceso requiere.
- Límite de salida: determina cuándo culmina el proceso.
- Requerimientos de las salidas: mide las especificaciones de salida según requisitos del cliente (Socconini, 2015, p. 62).

El SIPOC es utilizado principalmente para identificar las entradas y salidas de los procesos, además, para documentar los macroprocesos y establecer responsables y dueños de los procesos (Socconini, 2015, p. 63). A continuación, las etapas para diagramar el proceso mediante la herramienta SIPOC:

1. Definir el proceso y sus límites.
2. Identificar las salidas del proceso.
3. Identificar los clientes para cada salida.
4. Identificar los requerimientos de los clientes.
5. Identificar las entradas del proceso.
6. Identificar el proveedor de cada entrada.
7. Identificar los requerimientos de cada entrada (Socconini, 2015, p. 64).

2.5.4. Modelamiento de procesos

El modelamiento de procesos del negocio (MPN) es una herramienta didáctica y visualmente atractiva, sumamente útil para comprender la secuencia del proceso, sus interrelaciones, puntos de decisión, eventos, documentos, recursos y responsables. Esta técnica permite gestionar documentalmente lo que ocurre en el proceso, entender el funcionamiento de la organización, hacer cambios y

evaluar la factibilidad de estos sin necesidad de implementarlos (Losavio & Guzmán, 2011, p. 15). Programas como Microsoft Visio o Bizagi son útiles para modelar y posteriormente automatizar procesos.

2.5.4.1. Lenguaje BPMN

Ahora bien, considerando que la diagramación de procesos corresponde a una serie de objetos gráficos que representan actividades y controles de flujos para describir el funcionamiento de la empresa y este diseño puede ser muy subjetivo al momento de seleccionar los objetos para representar el proceso; en 2002, se estandarizó la notación de modelado del negocio a cargo del *Business Modeling Process Initiative Group*. A partir de esta iniciativa se generó un lenguaje universal denominado *Business Process Model and Notation* (BPMN), una notación fácil de entender para todas las partes interesadas que hacen uso del diagrama de flujo (Losavio & Guzmán, 2011).

A continuación, un listado de la simbología empleada en la diagramación de procesos bajo norma BPMN.

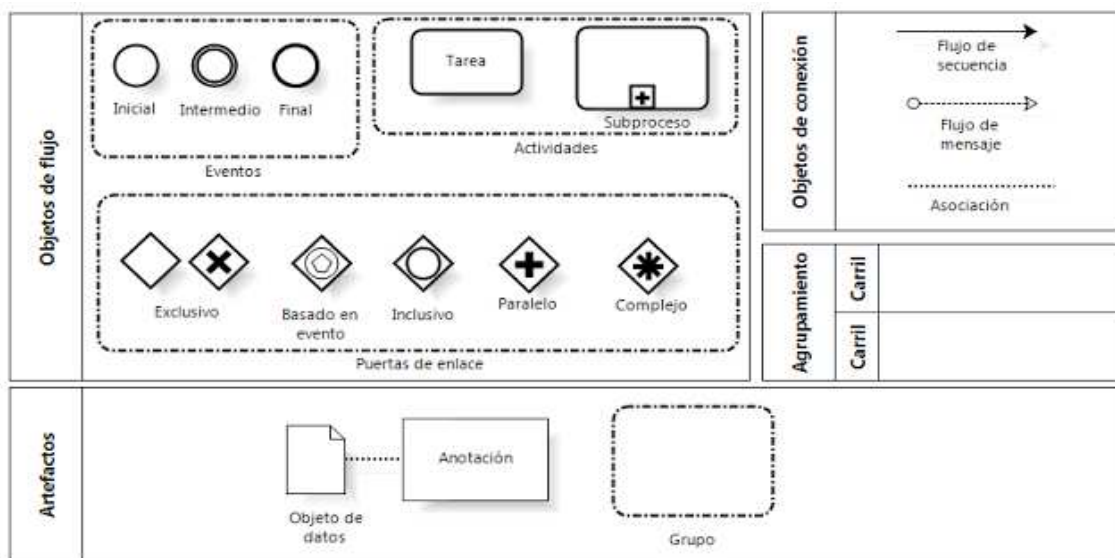


Figura 27. Simbología BPMN.

Tomado de (Ramos, 2013)

2.6. Análisis de causas

2.6.1. Diagrama Espina de Pescado (Ishikawa)

Útil para la representación y organización de hipótesis propuestas respecto a las causas que pudieren generar un problema. El diagrama de Ishikawa o también nombrado Espina de Pescado o Causa-Efecto permite establecer la relación causal entre las posibles causas y su impacto en el defecto que se está analizando. Los pasos para desarrollar satisfactoriamente el diagrama de Ishikawa se describen a continuación:

1. Identificar el problema o efecto principal.
2. Trazar una flecha horizontal y escribir el problema en el lado derecho.
3. Generar ramificaciones que apuntan hacia la flecha central e identificar las principales causas del problema.
4. Agrupar las causas principales en conjuntos, se puede utilizar el concepto de las 6 M 's para facilitar el proceso.
5. Establecer causas secundarias que pudieran incidir en las principales, de existir causas terciarias también es factible colocarlas como nuevas ramificaciones.
6. Definir grados de importancia.
7. Resaltar aquellos factores que impactan más gravemente sobre el problema.
8. Registrar información adicional de utilidad (Walter, 2009, p. 6).

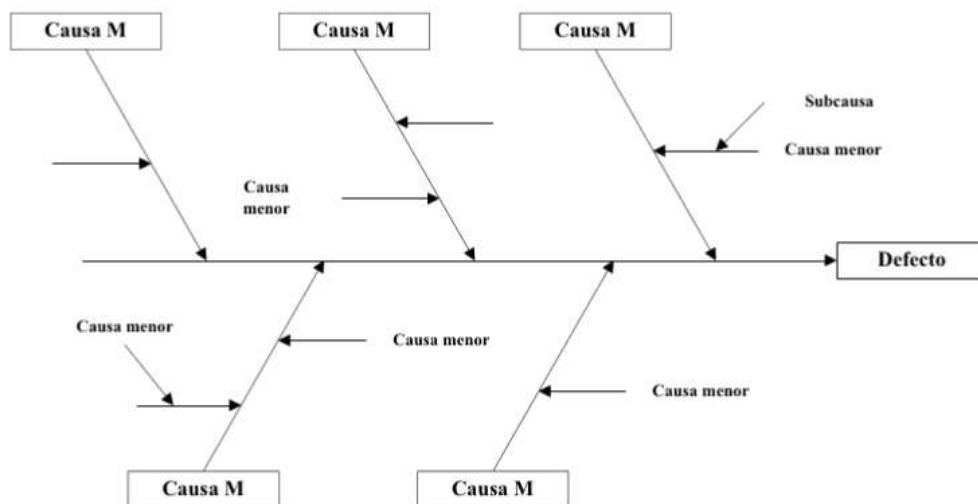


Figura 28. Diagrama Espina de Pescado.

Tomado de (Walter, 2009)

2.6.2. Cinco ¿Por qué?

Esta herramienta es de gran utilidad para establecer potenciales causas raíz sobre un problema en particular. Consiste en plantearse una serie de interrogantes que desagregan la problemática hasta llegar al nivel más básico de la contrariedad. La particularidad de este método consiste en que la pregunta consecuente se basa en la respuesta de la pregunta anterior. De esta manera se forma una cadena cuyo desenlace es el potencial origen del problema (Progressa Lean, 2015). A continuación, un ejemplo del desarrollo de la metodología 5 ¿Por qué?

PROBLEMA A ESTUDIAR	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del Análisis
¿Por qué no escribe el bolígrafo?	Porque no tiene tinta	¿Y por qué no hay?: Porque no se ha repuesto	¿Y por qué no hay repuesto?: Porque nadie revisa el nivel			Incluir estándar de inspección
	Porque la tinta está seca	¿Y por qué está seca?: Porque la temperatura es elevada	¿Y por qué es elevada?: Porque se deja junto a una estufa	¿Y por qué se deja junto a una estufa?: Porque no hay otro sitio donde dejarlo	¿Y por qué no hay otro sitio?: Porque no hay portabolígrafo	Instalar un portabolígrafo
		¿Y por qué está seca?: Porque el bolígrafo se deja abierto	¿Y por qué se deja abierto?: Porque no existe especificación que indique su cierre			No influye que se quede abierto
	Porque su punta está chafada	¿Y por qué esta chafada?: Porque el bolígrafo se ha golpeado	¿Y por qué está golpeado?: Porque el bolígrafo se cae constantemente al suelo	¿Y por qué se cae?: Porque se cae de la mano de quien escribe		No ocurre
¿Y por qué se cae?: Porque se resbala de la mesa				¿Y por qué se resbala?: Porque hay pendiente	Eliminar la pendiente de la mesa	

Figura 29. Metodología 5 ¿Por qué?

Tomado de (Progressa Lean, 2015)

2.6.3. Diagrama de Pareto

Considerada como una técnica simple para la identificación de los problemas más relevantes en una organización. El principio de Pareto analiza aquellos elementos pocos vitales y muchos triviales considerando que el 80% de los efectos son resultado del 20% de las causas. Para identificar los elementos de

mayoría útil se deberá generar una gráfica en la cual se distribuye comúnmente, en el eje vertical la frecuencia en la ocurrencia de los elementos, el costo, o el porcentaje y en el eje horizontal la categoría de los datos.

El Diagrama Pareto se construye de la siguiente manera:

1. Recolectar los datos
2. Definir una categoría de estudio y recolectar datos de ocurrencia.
3. Ordenar los datos en orden descendente y por clase.
4. Calcular el total de elementos para todas las categorías.
5. Calcular la frecuencia acumulada para cada categoría.
6. Determinar el porcentaje por categoría de datos.
7. Generar el porcentaje acumulado para cada clase.
8. Trazar los ejes: horizontal, vertical primario y secundario.
9. El eje vertical izquierdo corresponde a la frecuencia de datos, se deberá trazar las barras en orden descendente de izquierda a derecha.
10. El eje vertical derecho corresponde al porcentaje acumulado de 0 a 100%, deberá trazarse una línea de porcentaje acumulado iniciando en la parte superior de la primera barra del lado izquierdo.
11. Analizar la gráfica estableciendo el límite del 80%, aquellas barras ubicadas a la izquierda de este límite serán consideradas como pocos vitales.

Pareto ayudará a priorizar las causas mayores en orden descendente empleando el gráfico de barras. Este diagrama se lo aplica principalmente para conocer oportunidades de mejora, evaluaciones *AS IS* vs. *TO BE.*, categorización de la cartera de clientes, productos, costos, servicios, segmentos, etc. (Sales & Duarte, 2013).

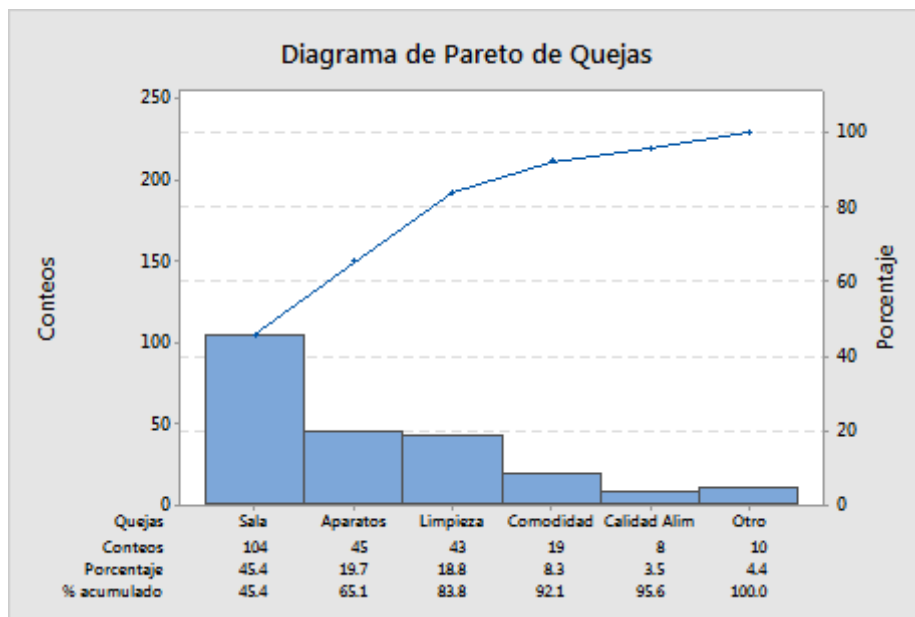


Figura 30. Ejemplo de Diagrama de Pareto

Tomado de (Minitab 19, s.f.)

3. Capítulo III. Análisis de la Situación Actual

3.1. Mapa de Macroprocesos

La arquitectura empresarial de Textiles ITTS Cía. Ltda., está conformada por 15 macroprocesos: 4 estratégicos, 6 misionales o de valor y 5 de soporte. El core del negocio se encuentra en la producción de textiles y el servicio de acabados.

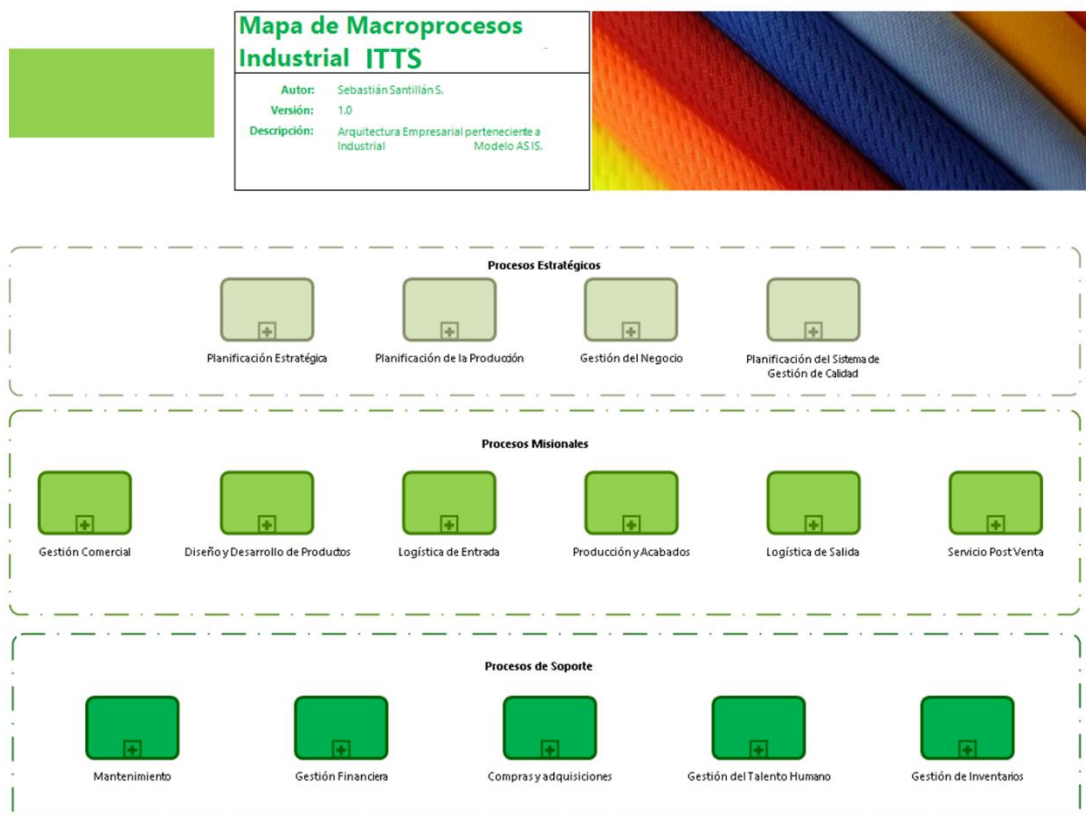


Figura 31. Mapa de macroprocesos de Textiles ITTS.

3.2. Levantamiento de procesos

El macroproceso de Producción y Acabados se divide en seis procesos adicionales; tejeduría, que genera el producto en crudo y cinco procesos de servicio.



Figura 32. Macroproceso Producción y Acabados.

A su vez, el subproceso de Tejeduría está compuesto por tres fases o actividades: calibración de maquinaria o *setup*, tejido y control y registro.

El *setup* de la máquina contempla la carga de la materia prima en la máquina, verificación de la apertura de camones, platinas y agujas, y el enhebrado del hilo ya sea en las agujas o a la cola de transferencia.

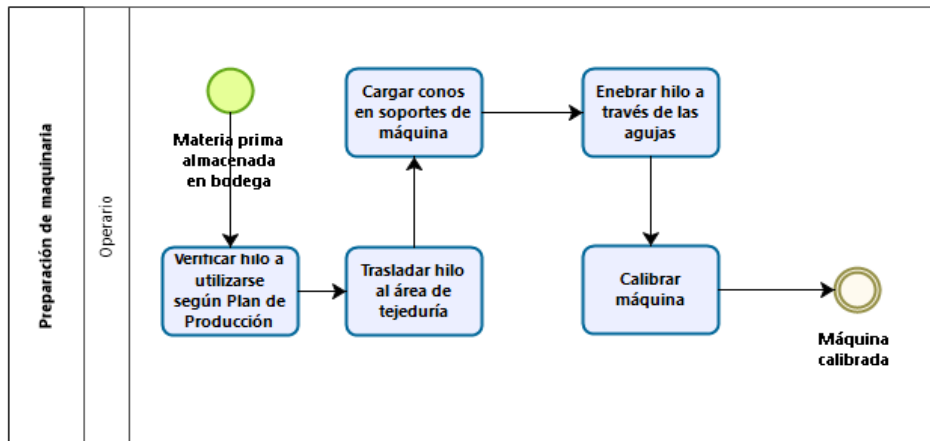


Figura 33. Preparación de maquinaria.

La fase de tejido contempla el proceso en sí, la máquina circular cruza trama y urdido para formar una tela tubular de dimensión, rendimiento y gramaje específicos. En esta etapa se forma el producto en crudo, sin ser sometido a ningún acabado aún.

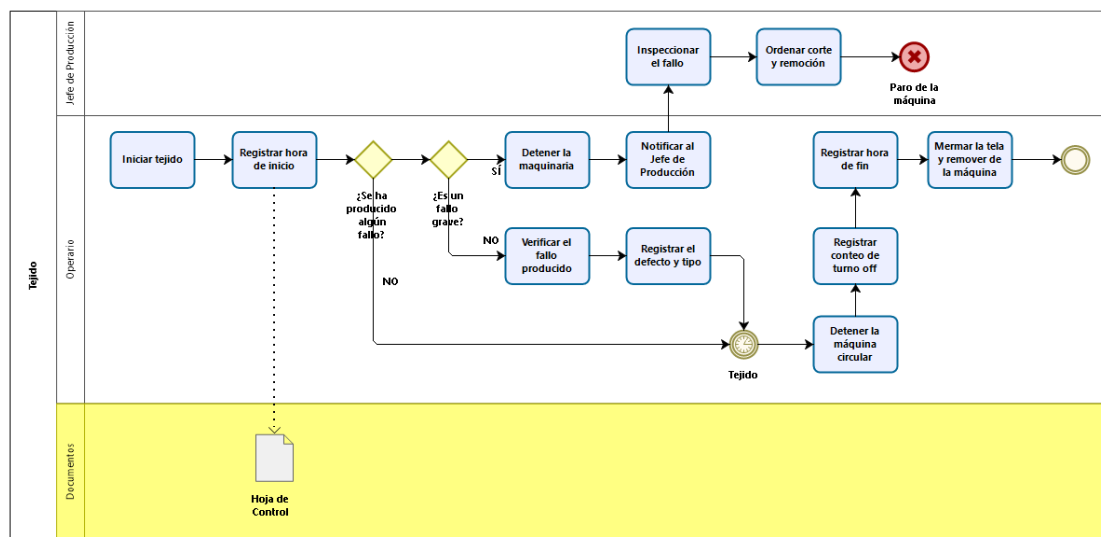


Figura 34. Tejido.

Con el fin de establecer un control y registro del producto, se ingresan todas sus especificaciones técnicas en el sistema Excel de producción. Por último, se deja una Tarjeta de Ruta como referencia para el área de Acabados.

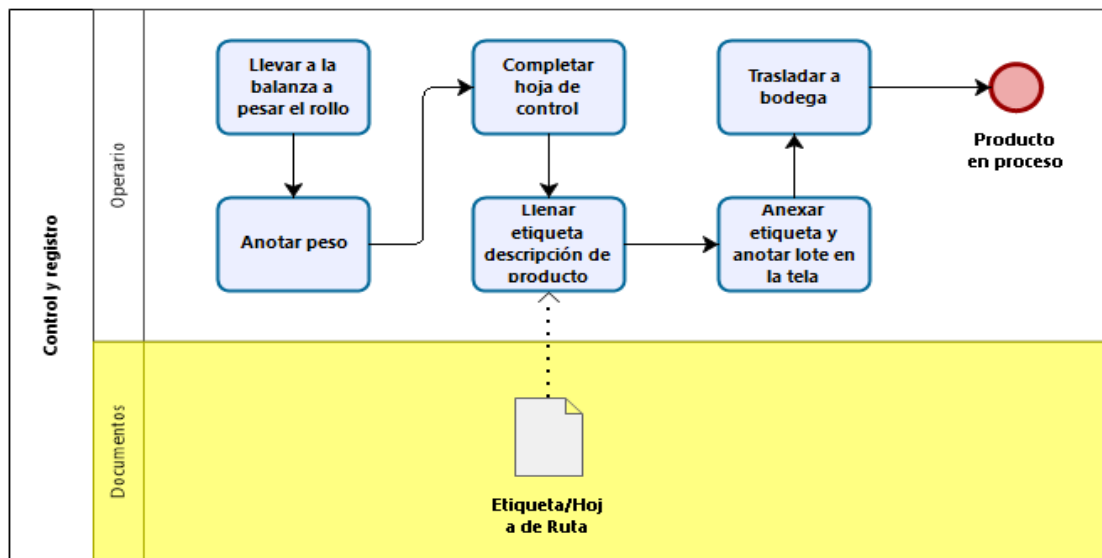


Figura 35. Control y Registro de Producción.

El diagrama de flujo completo está detallado en la sección *Anexos* del presente trabajo.

3.2.1. Cursograma Analítico

Del proceso de Tejeduría se desprenden dos análisis de tiempos y movimientos pertenecientes a la recepción de materia prima y tejido.

El subproceso de recepción de materia prima consta de 7 actividades que toman en promedio 385 minutos en ser completadas. Ocurre cada vez que llega un nuevo contenedor con materia prima importada o un camión con cajas de hilo nacional.

Tabla 8.

Cursograma Analítico - Recepción de Materia Prima.

Cursograma analítico						
Diagrama Num: 1	Hoja Num 1	Resumen				
Objeto: Máquina Circular Mayer		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Proceso: Tejeduría		Operación	5			
Subproceso: Recepción de materia prima		Transporte	1			
Lugar: Área de Tejeduría		Espera	0			
		Inspección	0			
Responsable (s):	Ficha núm: 001	Almacenamiento	1			
		Distancia (m)	30			
		Tiempo (min)	385			
Compuesto por: Sebastián Santillán S.	Fecha: 5/2/20	Costo				
Aprobado por: Ing. Di		- Mano de obra				
		- Material				
		Total				
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo		Observaciones
Recepción de camión/contenedor	1	0		●		
Descargar hilo del camión/contenedor	1	300		●		
Trasladar fundas de hilo a la bodega	1	10	30	●	→	
Clasificar materia prima por lotes	1	40		●		
Ubicar la materia prima en la sección correspondiente	1	20		●		
Llenar KARDEX	1	15		●		
Pacas de hilo almacenadas	1	0		●		
Total		385	30	5	1	0

Por otra parte, el subproceso de tejido se compone de 19 tareas que toman alrededor de 250 minutos. Describe esencialmente el proceso de fabricación de tela, desde el traslado de materia prima, la calibración de la maquinaria, la ejecución como tal y las actividades de registro e inspección.

Tabla 9.

Cursograma Analítico - Tejido.

Cursograma analítico					
Diagrama Num: 2	Hoja Num	Resumen			
Objeto: Máquina Circular Mager		Actividad	Actual	Propuesta	Economi
Proceso: Tejeduría		Operación	12		
Subproceso: Tejido		Transporte	4		
Lugar: Área de Tejeduría		Espera	0		
		Inspección	1		
		Almacenamiento	2		
Responsable (s):	Ficha núm: 002	Distancia (m)	99		
		Tiempo (min)	250		
Compuesto por: Sebastián Santillán S.	Fecha: 5/2/20	Costo			
Aprobado por: Ing. D		- Mano de obra			
		- Material			
		Total			
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo	Observaciones
Materia prima almacenada en bodega	1	0		●	
Trasladar hilos a tejeduría	1	15	40	●	
Cargar hilos en la fileta, anudar colas de transferencia	1	40		●	
Enebrar/Anudar hilos en la máquina circular	1	45		●	
Calibrar máquina dependiendo del tipo tejido	1	33		●	
Iniciar tejido, registrar fallos ocurridos	1	40		●	
Registrar artículo, tipo, lote	1	3		●	
Retirar rollo en crudo de la máquina	1	5		●	
Transportar a mesa de inspección	1	2	7	●	
Inspeccionar fallos en tela	1	30		●	
Llevar a pesaje	1	2	10	●	
Pesar producto y anotar	1	5		●	
Colocar tarjeta de ruta	1	1		●	
Llenar etiqueta con características del producto	1	3		●	
Trasladar la tela a bodega	1	5	42	●	
Colocar en estantería	1	5		●	
Almacenar en bodega	1	1		●	
Ingresar hoja al sistema de control de producción	1	5		●	
Limpiar/Sopletear máquina	1	10		●	
Total		250	99	12 4 0 1 2	



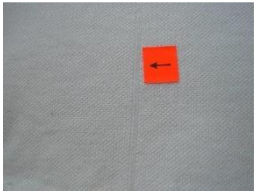


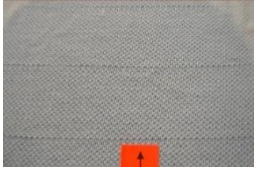
3.3. Principales fallos y defectos encontrados


3.3.1. Descripción de defectos en tejeduría

Son siete los principales defectos encontrados en la tela de punto de polialgodón DUBAI/PALORA, se excluye FL (Falla de lycra) presente en otros tipos de tela. De estos siete, los fallos detectados por los sensores de la máquina son las fallas de aguja, caídas de tejido, reventones y huecos. Para tener una mayor idea de los defectos en textiles y sus características, se ha detallado la siguiente tabla, cuyas imágenes son referenciales.

Tabla 10.

Defectos en Tejeduría.

Defectos	Código	Características	Referencia
Picados en tela	PC	Se producen pequeños orificios en la tela producto de la falta de hilo en la aguja.	
Huecos	HC	Se produce agujeros en la tela.	
Falla de aguja	FA	Se observa agujeros y desprendimientos en la tela.	
Caídas en tejido	CD	Se producen canales sin tejerse dejando espacios y desprendimientos de tela.	
Aceite	MA	Se observa manchas color oscuro de aceite en diferentes tamaños y longitudes.	
Reventón	RV	Se produce una línea horizontal destejada.	

Caída total	CT	Existen canales no tejidos.	
--------------------	-----------	-----------------------------	---

Adaptado de (Figuerola, 2019)

3.3.2. Priorización de defectos

Textiles ITTS ha registrado en el periodo Enero - Diciembre de 2019 un total de 3520 defectos encontrados en 16 310 rollos de tela producidos por un total de 344 214.122 kilogramos (344 toneladas). La siguiente tabla detalla el número de fallos por mes y por tipo de defecto para el área de Tejeduría de la empresa, realizada en base a Hojas de Control dispuestas por la compañía:

Tabla 11.

Registro de Fallos por mes.

MESES	PIEZAS	PESO	FA	PC	CD	HC	RV	CT	MA	FL	TF
Jan	1721	36384.59	38	38	152	71	95	1	23		418
Feb	1986	43540.32	84	95	188	107	102	3	4		583
Mar	1554	33997.42	41	111	102	40	88	1	5	7	395
Apr	1528	32257.34	51	29	79	33	58				250
May	1638	34418.03	71	6	74	47	54			2	254
Jun	1486	32230.87	56	16	88	33	49	1		2	245
Jul	1573	33482.83	39	36	123	46	148		2		394
Aug	1421	30498.82	54	17	76	34	88	1	4		274
Sep	1368	28945.99	52	20	79	30	104	1	1	14	301
Oct	448	6816.19	10	7	14	4	30	1	2		68
Nov	773	14664.12	4	18	14	32	23	1	64		156
Dec	814	16977.59	27	45	26	20	61		3		182
Total general	16310	344214.12	527	438	1015	497	900	10	108	25	3520

Ahora bien, de la tabla anterior se desprende el siguiente gráfico el cual expone el histórico de fallos de 2019, se evidencia que en cinco de los doce meses del año el defecto más recurrente son las caídas de tejido; este tipo de falla ocasiona mermas en la tela que se desechan o se consideran como tela de segunda.

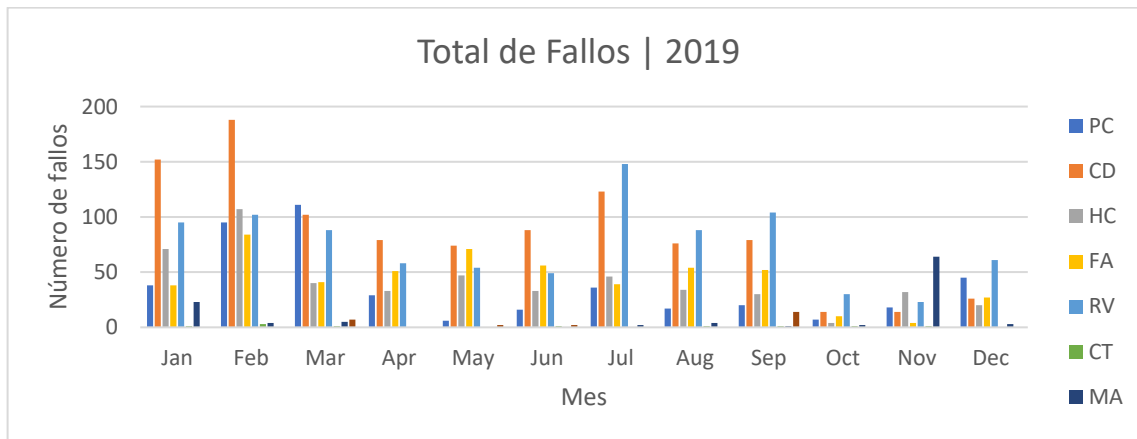


Figura 36. Total de fallos por mes y tipo.

En base a los datos obtenidos a lo largo del año, es necesario determinar aquellos defectos cuya ocurrencia es mayor y generan el 80% de los resultados; por ende, la necesidad de ceñir la investigación al producto que mayor rotación y volumen de producción ostenta.

IMPORTANTE: A mediados del año pasado, Textiles ITTS decidió discontinuar el producto PALORA, siendo sustituido por DUBAI. Ambos productos son de iguales características, lo único que los diferencia es el tratamiento de hilo que se utilizaba: siendo un hilo peinado para la tela PALORA e hilo cardado para la tela DUBAI. A partir de agosto de 2019, la tela Jersey de polialgodón con rendimiento 175 g/m² se llama DUBAI y se elabora con hilo peinado como venía fabricándose la tela PALORA hasta la fecha.

Adicionalmente, se descartó la utilización de la tela Piqué, a pesar de ser el producto de mayor producción, debido a que el número de fallos y tela de segunda no resultan ser significativos y de acuerdo con las declaraciones del Jefe de Planta, la tela DUBAI es aquella que está generando más defectos en la elaboración.

Es preciso indicar que Textiles ITTS no ha desarrollado aún un sistema para categorizar la tela que cumple estándares de primera y de segunda. Esta decisión recae únicamente en el criterio técnico del Jefe de Planta quien define si el producto puede salir al mercado como tela clase A o se almacena, o en su

defecto se negocia con descuento como tela clase B. Para ello, los estándares que se manejan son dos esencialmente:

1. Si la tela en crudo posee una caída de tejido (CD), se considera producto de segunda.
2. Si la tela producida evidencia más de 5 defectos (distintos a una CD), es de segunda.

La empresa **NO** conoce con certeza la cantidad de piezas de segunda inventariada en su almacén, **NO** tienen registro de cuánto producto defectuoso ha sido generado. Dentro de sus estimaciones se consideraba que el porcentaje de segundas oscilaba entre el 3 y 6%. Sin embargo, por medio de un análisis en Excel (ver *Figura 37*) se ha condicionado cada pieza producida para tener un aproximado de cuánta tela de segunda fue producida en 2019, y el porcentaje calculado es mayor.

MAQUINA	TITULO HILO	RESPONSABLES	TURNO	# PIEZAS	PESO	REVISAD	FA	PC	CD	HC	RV	CT	MA	FL	TF	SEGUNDA	
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	55		SI										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	56	45.68	NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	57		NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	58	44.67	NO										1	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	59		NO			1							0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	60	44.50	NO										1	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	61		NO					1					0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	62	43.50	NO			1							1	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	63		NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	64	43.40	NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	65		NO					1					0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	CELI	A	66	SI.CONJUNTO	NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	67		SI				1						1	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	68	43.50	SI										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	69		NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	70	43.68	NO					1					1	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	71		NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	72	43.70	NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	73		NO										0	PRIMERA
10	22/1 PND IMPORTADO PHU-AN	PATÍÑO	B	74	43.77	NO										0	PRIMERA

Figura 37. Análisis Condicional de tela de segunda.

Para afianzar el análisis, se realizó el conteo de segundas por cada tipo de tela, además, se procedió a calcular el porcentaje de descartes como un cociente entre el total de rollos que cumplieran las condiciones mencionadas anteriormente y el número total de piezas producidas en el año. Se ha establecido que 7 de cada 100 unidades del producto PALORA no cumple con los estándares de calidad. Algo similar ocurre con la tela DUBAI, donde 5 de cada 100 rollos son descartados como tela de primera.

Tabla 12.

Determinación del Porcentaje de Segundas por producto.

	PIQUE	PALORA	DUBAI
N° PIEZAS	3376	2876	2354
PESO (KG)	74935.7	63134.01	53419.98
TOTAL FALLOS	771	625	347
TOTAL SEGUNDAS	166	220	127
PORCENTAJE SEGUNDAS	4.92%	7.65%	5.40%

En síntesis, la tela PALORA y DUBAI serán consideradas como un mismo producto dentro del presente estudio dada su significancia en cuanto al porcentaje de segundas y sus características de composición. Una vez más, en la actualidad la única tela que se produce de estas características es la tela DUBAI con hilo 24/1 PES/CO peinado.

3.3.2.1. Análisis de Pareto

Descrito el panorama general en cuanto a defectos, es importante segmentar aquellos tipos de falla que mayor repercusión tienen en la formación de segundas. Con esta finalidad se realizó un Análisis de Pareto de aquellos datos pertenecientes únicamente a los productos DUBAI y PALORA que se extienden a continuación:

Tabla 13.

Histórico de fallas del 2019 para tela DUBAI y PALORA.

Tipo de falla JERSEY 175 g/m2 DUBAI + PALORA												
MES	PIEZAS	PESO	FA	PC	CD	HC	RV	CT	MA	FL	TF	SEGUNDAS
Jan	560	12170.7	24	6	61	30	31	1	3		156	54
Feb	816	17981.86	68	5	83	18	32	2	2		210	77
Mar	176	3887.27	13		12	1	4				30	12
Apr	582	12637.59	36	1	28	11	5				81	27
May	613	13525.31	42	1	32	21	16				112	32
Jun	473	10752.97	19		25	9	20				73	24
Jul	625	14151.76	19	3	42	12	27		1		104	40
Aug	709	16167.82	32	2	31	4	13				82	30
Sep	347	7840.00	11	2	37	7	14				71	34

Oct	90	2044.50	5	1	6		9			21	5
Dec	239	5391.21	9		14	2	7			32	12
Total general	5230	116550.99	278	21	371	115	178	3	6	972	347

A partir de los datos de la *tabla 13*, se procedió a calcular la frecuencia acumulada, porcentaje y porcentaje acumulado de cada una de las fallas encontradas a lo largo del año en piezas de tela tipo Jersey DUBAI y PALORA 175 g/m².

Tabla 14.

Elaboración de Análisis de Pareto en tela DUBAI y PALORA.

Fallas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
CD	371	371	38.17%	38.17%
FA	278	649	28.60%	66.77%
RV	178	827	18.31%	85.08%
HC	115	942	11.83%	96.91%
PC	21	963	2.16%	99.07%
MA	6	969	0.62%	99.69%
CT	3	972	0.31%	100.00%
FL	0	972	0.00%	100.00%
	972			

De la tabla anterior se desprende el siguiente Diagrama de Pareto:

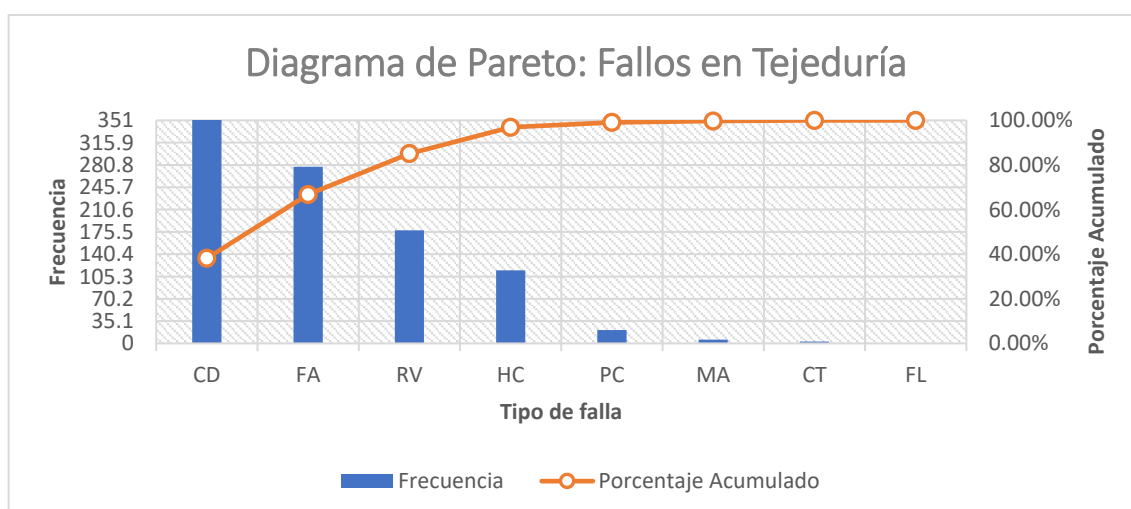


Figura 38. Diagrama de Pareto, fallos en Tejeduría para tela DUBAI y PALORA.

El Diagrama de Pareto elaborado indica que existen dos tipos de falla que representan el 80% de los defectos de calidad en tela Jersey 175 g/m², caídas de tejido y fallas de aguja, aunque no se descarta que los reventones son también significativos.

3.3.3. Análisis general de defectos y mecanismos de control

3.3.3.1. Regresión Lineal

Saber cuántos defectos se van a producir es algo casi impredecible, sin embargo, en base a la información recopilada por la jefatura de planta es posible establecer una ecuación que aproxime el número de defectos potenciales en función del número de piezas o peso producido. Con esta finalidad se realizó un análisis de Regresión Lineal Simple para determinar una ecuación de tipo lineal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15.

Regresión Lineal: Peso vs. Fallos.

	x	y			
n	TF	Peso	x*y	x²	y²
1	418	36384.59	15208758.6	174724	1323838389
2	583	43540.32	25384006.6	339889	1895759466
3	395	33997.42	13428981.3	156025	1155824635
4	250	32257.34	8064335	62500	1040535984
5	254	34418.03	8742180.38	64516	1184600996
6	245	32230.87	7896563.15	60025	1038828981
7	394	33482.83	13192235	155236	1121099905
8	274	30498.82	8356676.95	75076	930178082
9	301	28945.99	8712743.29	90601	837870395
10	68	6816.19	463500.92	4624	46460446.1
11	156	14664.13	2287603.66	24336	215036591
12	182	16977.59	3089921.38	33124	288238562
Totales	3520	344214.12	114827506	1240676	1.1078E+10

Cálculo de Regresión Lineal Simple: Peso vs. Fallos

$$b = \frac{n \sum x \cdot y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{12 \cdot 114827506 - (3520)(344214.122)}{12 \cdot 1240676 - (3520)^2} = 9154.53$$

$$m = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$m = \frac{344214.122 - 9154.53 \cdot 3520}{12} = 66.58$$

$$y = 66.57947 + 9154.5294$$

$$f = \frac{P(f) - 9154.5294}{66.57947} \quad (1)$$

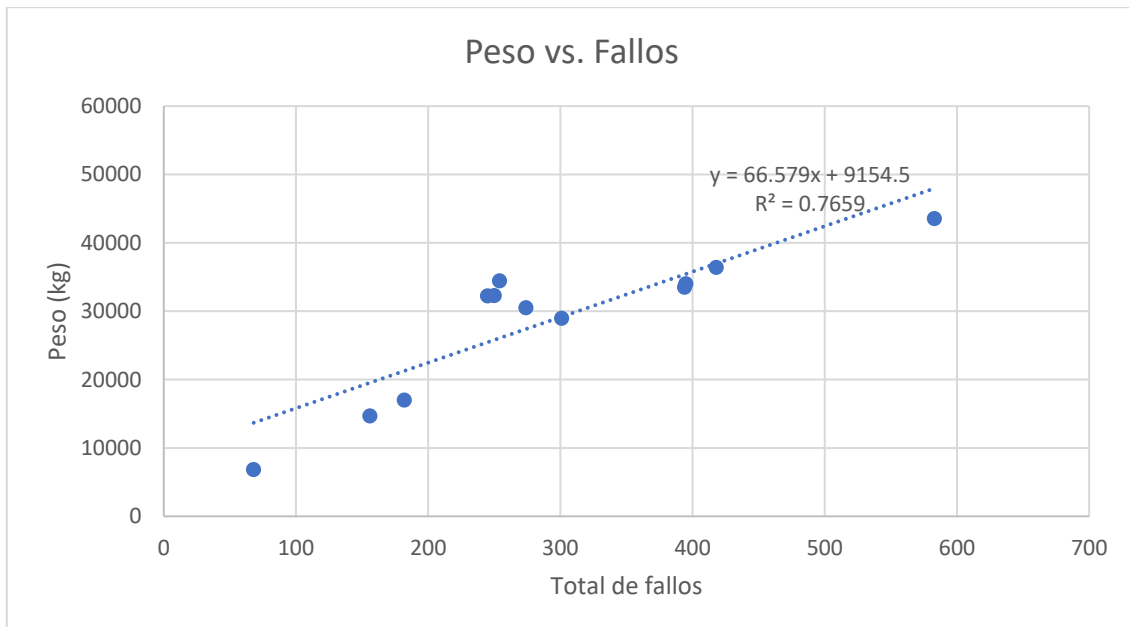


Figura 39. Regresión Lineal de Peso vs. Fallos.

El mismo cálculo se realizó en función de las piezas producidas.

Tabla 16.

Regresión Lineal: Piezas vs. Fallos.

	x	y			
n	TF	Piezas	x*y	x ²	y ²
1	418	1666	696388	174724	2775556
2	583	1972	1149676	339889	3888784
3	395	1546	610670	156025	2390116
4	250	1478	369500	62500	2184484

5	254	1562	396748	64516	2439844
6	245	1426	349370	60025	2033476
7	394	1487	585878	155236	2211169
8	274	1339	366886	75076	1792921
9	301	1277	384377	90601	1630729
10	68	296	20128	4624	87616
11	156	653	101868	24336	426409
12	182	758	137956	33124	574564
Totales	3520	15460	5169445	1240676	22435668

Cálculo de Regresión Lineal Simple: Piezas vs. Fallos

$$b = \frac{n \sum x \cdot y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{12 \cdot 5169445 - (3520)(15460)}{12 \cdot 1240676 - (3520)^2} = 394.1225$$

$$m = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$m = \frac{15460 - 394.1225 \cdot 3520}{12} = 3.048$$

$$y = 3.0484 + 394.1225$$

$$f = \frac{p(f) - 394.1225}{3.048445} \quad (2)$$

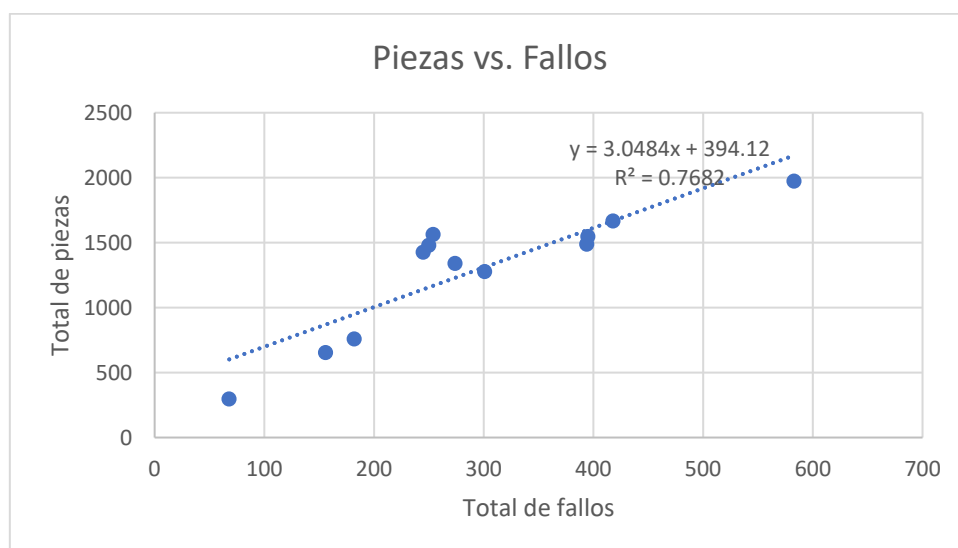


Figura 40. Regresión Lineal de Piezas vs. Fallos.

A partir de la ecuación (1), la empresa podrá estimar el número de fallos que se producirán en función del tonelaje de tela que se va a producir y a partir de la ecuación (2) en función del número de piezas a producirse.

Por ejemplo, si en promedio se producen cerca de 28 684.51 kilogramos de tela mensualmente, de acuerdo con la ecuación (1) se esperarían alrededor de 293 fallos al mes como lo demuestra el siguiente cálculo:

$$f = \frac{P(f) - 9154.5294}{66.57947} = \frac{28684.51 - 9154.5294}{66.57947} \approx 293 \text{ fallos}$$

3.3.3.2. Cartas y Gráfico de Control

Ahora bien, es necesario determinar si la cantidad de producto no conforme generado se encuentra dentro de los límites comprendidos por la naturaleza del proceso. Con este objetivo, se ha formado una Carta de Control y su respectiva gráfica en la cual se define la cantidad de piezas producidas y su proporción con los productos defectuosos. La *tabla 17* detalla la información mencionada anteriormente:

Tabla 17.

Carta de Control p y np para defectuosos.

Prop. Media	0.064630003	Subg. Prom.	32
Desviación	0.056455243	LIC Teórico	-0.065763235

El cálculo y presentación general de datos pueden encontrarse en la sección Anexos.

Cálculo de Datos y Límites de Control

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Piezas diarias}} = \frac{347}{5230} = 0.06463$$

$$\bar{n} = \frac{\text{Piezas diarias}}{\text{Total de subgrupos}} = \frac{5230}{162} = 32.28 \approx 32$$

$$\text{Desviación estándar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} = 0.056455243$$

$$LSC = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{\bar{n}}} = 0.06463 + 3 \sqrt{\frac{0.06463 \times (1 - 0.06463)}{32}} = 0.195023$$

$$LIC = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{\bar{n}}} = 0.06463 - 3 \sqrt{\frac{0.06463 \times (1 - 0.06463)}{32}} = -0.066 = 0$$

De los cálculos realizados anteriormente deriva la siguiente gráfica:

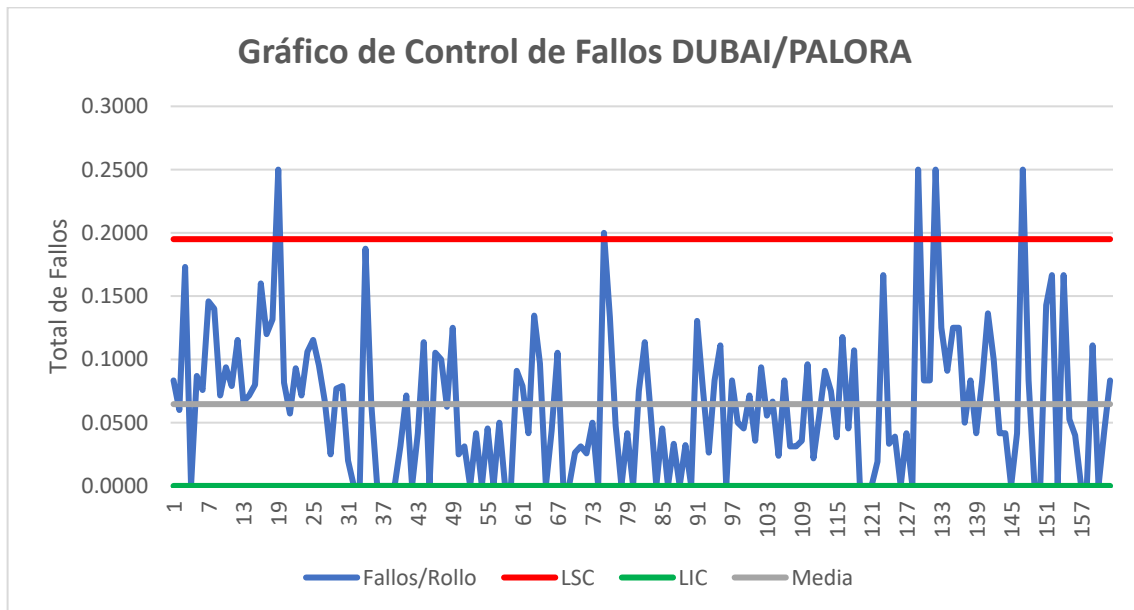


Figura 41. Gráfico de Control de Fallos.

Del estudio inicial se identificaron aquellos datos fuera de tolerancia; consecuentemente se decidió excluir del cálculo a los subgrupos 19, 75, 129, 132 y 147 para poder establecer aquellos límites permisibles a futuro. Los nuevos valores resultantes son los siguientes:

$$\bar{p} = 0.059044971$$

$$\bar{n} = 32.726 \approx 33$$

$$LSC = 0.1821399$$

$$LIC = -0.064049962 = 0$$

En función de los nuevos límites, se determina que de cada 33 piezas se espera que la fracción de rollos con fallas varíe entre 0 y 0.182, con un promedio de

0.0590. Es decir, que el producto defectuoso oscilará entre un 0 y 18.2%, con un promedio de 5.90 puntos porcentuales.

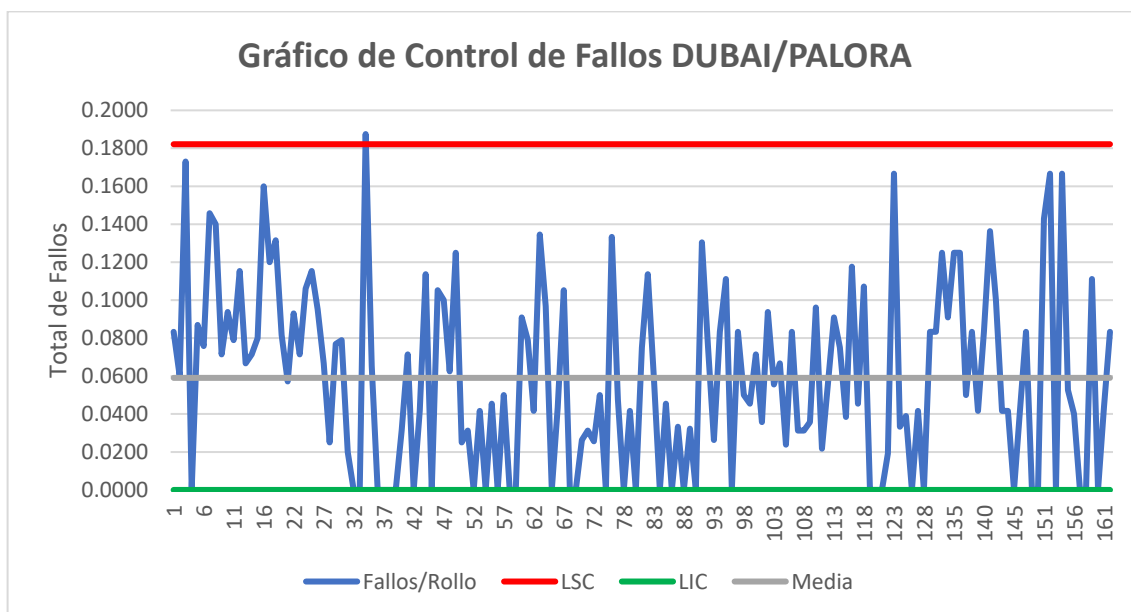


Figura 42. Nuevo Gráfico de Control Estandarizado.

3.3.3.3. Nivel Seis Sigma

Cálculo del Nivel Sigma de la empresa

Con el objetivo de estudiar la capacidad del proceso de tejeduría, se procedió con un análisis del nivel sigma de la empresa por medio del cálculo del DPMO. Este indicador extrapola el volumen de producción, para determinar cuántos defectos se producen por cada millón de unidades y así establecer la capacidad del proceso y eventualmente el nivel Sigma de Textiles ITTS.

Aplicando la fórmula descrita en el marco teórico se han establecido los siguientes indicadores.

Tabla 18.

Capacidad del Proceso y Nivel Sigma.

Parámetro	Símbolo	Valor
N° Rollos	U	5230
N° Fallos	D	972
Oportunidades/Rollo	O	7

Oportunidades Total	OT	36610
DPMO		26550.12292
DPO		0.026550123
Capacidad del Proceso	CP	97.34%
Nivel Sigma	σ	3.4

El cálculo indica que por cada millón de unidades que se generen, habrá alrededor de 26550 con defectos. Esto implica que podría encontrarse 0.0266 defectos en cada unidad producida. Estos valores establecen que la eficiencia del proceso de tejeduría de ITTS se ubica en el 97.34%, o de nivel 3.4 sigma; en general, este dato establece que la empresa se encuentra en un nivel intermedio en cuanto a calidad y manejo estadístico de defectos. El valor da la pauta para implementar mecanismos de mejora que permitan disminuir el DPMO e incrementar la capacidad del proceso.

3.3.3.4. Análisis de la Capacidad de Inspección de Calidad

De acuerdo con lo mencionado por el Jefe de Planta, se destina un operario a la revisión de la tela, sin embargo, en muchas ocasiones no se logra revisar la totalidad de piezas producidas. Se selecciona entre un 30 y 35% del total que se fabrica; no se tiene un método de muestreo y tampoco hay un sistema estandarizado para la revisión de cada unidad. En promedio cada día se producen 80 rollos de diversos tipos de tela y cerca de 32 entre DUBAI y PALORA, de los cuales se revisan aproximadamente 20 dependiendo de la disponibilidad del operario.

3.4. Análisis de Causas

3.4.1. Diagrama de Ishikawa

Mediante el siguiente Diagrama de Causa-Efecto, es posible sintetizar las potenciales causas de producto no conforme en el área de tejeduría. Se clasificaron las causas siguiendo el método de las 6 M 's; al parecer hay un gran número de causas concernientes a problemas en materia prima, incidencia del mantenimiento y estado de la maquinaria, así como de un método poco estandarizado. A continuación, la descripción a detalle del Diagrama Ishikawa.

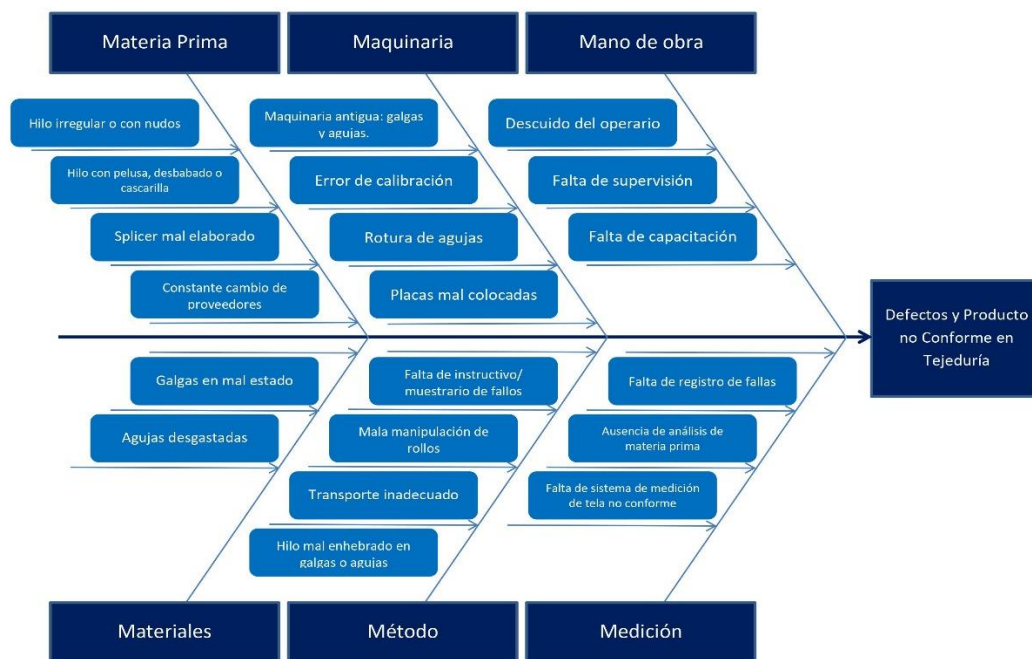


Figura 43. Diagrama Ishikawa.

3.4.2. Análisis del Modo y Efecto de los Fallos - AMEF

Conocida la incidencia de los diferentes defectos en el producto final, es indicado analizar las causas que los generan y su impacto en la confiabilidad del proceso de tejido. Para ello, se ha realizado un AMEF del proceso de tejeduría que permitirá definir el Nivel Prioritario de Riesgo (NPR) con la finalidad de establecer objetivos y un curso de acción que posibilite disminuir la severidad, ocurrencia y facilite la detección de los defectos en textiles. La tabla AMEF muestra que las caídas de tejido tienen un nivel de riesgo mayor respecto a huecos y fallas de aguja; este NPR alto se debe principalmente a problemas con el hilo, sin embargo, no se descarta la posibilidad de una mala calibración de la maquinaria. La siguiente tabla muestra un resumen del análisis AMEF, cuya versión completa puede verse en el Anexo 3.

Tabla 19.

Resumen AMEF.

Modos de Falla	Efectos	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
----------------	---------	-----------	------------	-----------	-----

Picaduras (PC)	Se producen huecos en la tela.	4	5	4	80
Huecos (HC)	Se generan agujeros de hasta 2 cm de diámetro.	4	6	5	120
Falla de aguja (FA)	Huecos por desprendimiento en la tela.	5	7	3	105
	Canales en vertical no tejidos.				
Caídas en tejido (CD)	Se producen hileras sin tejerse, dejando un canal en el tejido.	6	7	3	126
	La tela se desprende.				
	Pueden producirse agujeros.				
Aceite (MA)	Aparecen líneas continuas de color negro o café.	3	3	5	45
	Manchas oscuras de diferente diámetro.				
Reventón (RV)	Presencia de una línea horizontal	5	7	3	105
Caída total (CT)	Canales o mallas horizontales sin tejerse	6	1	3	18

3.4.3. Proveniencia de fallos

Conocidos los principales fallos que se producen en tejeduría y su incidencia en la tela Jersey DUBAI y PALORA, es preciso analizar su origen. En función de los datos dispuestos por producción se ha realizado un estudio estadístico para determinar potenciales causas de los defectos; no precisamente considerando su tipo sino la máquina en donde surgen, el turno en el que se producen, los responsables a cargo y el tipo de materia prima que se utiliza.

Caso 1. Filtro por Máquina

Cotejando los datos se ha logrado establecer que el 47% de los fallos se producen en la máquina 10, una circular Fukuhama de origen chino y un 42% en la máquina 6, de las mismas características.

Tabla 20.

Análisis origen de fallos: Máquina.

Filtro: Máquina		
Máquina	Porcentaje	Fallos
5	10%	100
6	42%	411
10	47%	461
		972

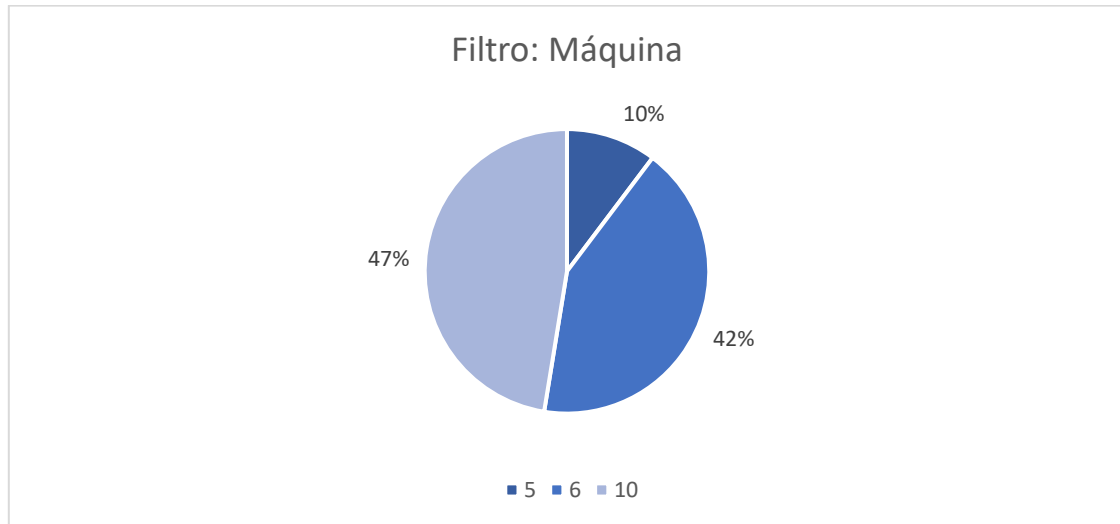


Figura 44. Diagrama de Pastel - Tipo de máquina.

Caso 2. Filtro por turno

Si analizamos la ocurrencia de fallos según el turno en funciones, se ha identificado que la producción de la tarde-noche genera un 4% más de fallos que el equipo de la mañana.

Tabla 21.

Análisis origen de fallos: Turno.

Filtro: Turno		
Turno	Porcentaje	Fallos
A	48%	462
B	52%	510
		972

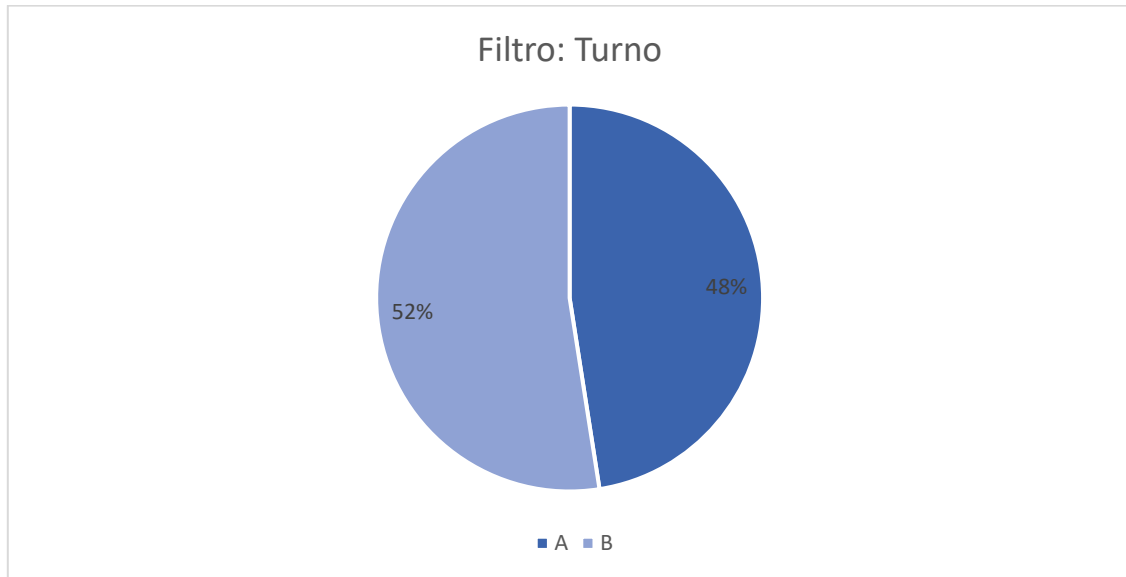


Figura 45. Diagrama de Pastel – Turno.

Caso 3. Filtro por responsable

De acuerdo con el análisis de los datos, el operario Loor es quien mayor cantidad de fallos genera en su producción diaria. Sin embargo, el resto de los responsables presenta un valor similar de fallos en sus respectivos turnos. Resulta necesario verificar si los operarios están cumpliendo con el registro de datos, es posible que la información registrada no sea cien por ciento fiel a la realidad y exista un subregistro de data.

Tabla 22.

Análisis origen de fallos: Responsable.

Filtro: Responsable		
Turno	Porcentaje	Fallos
ANELOA	15%	144
CELI	13%	130
LOOR	24%	233
MOLINA	13%	128
PATIÑO	20%	197
TANDAZO	14%	137
WALTER	0%	3
		972

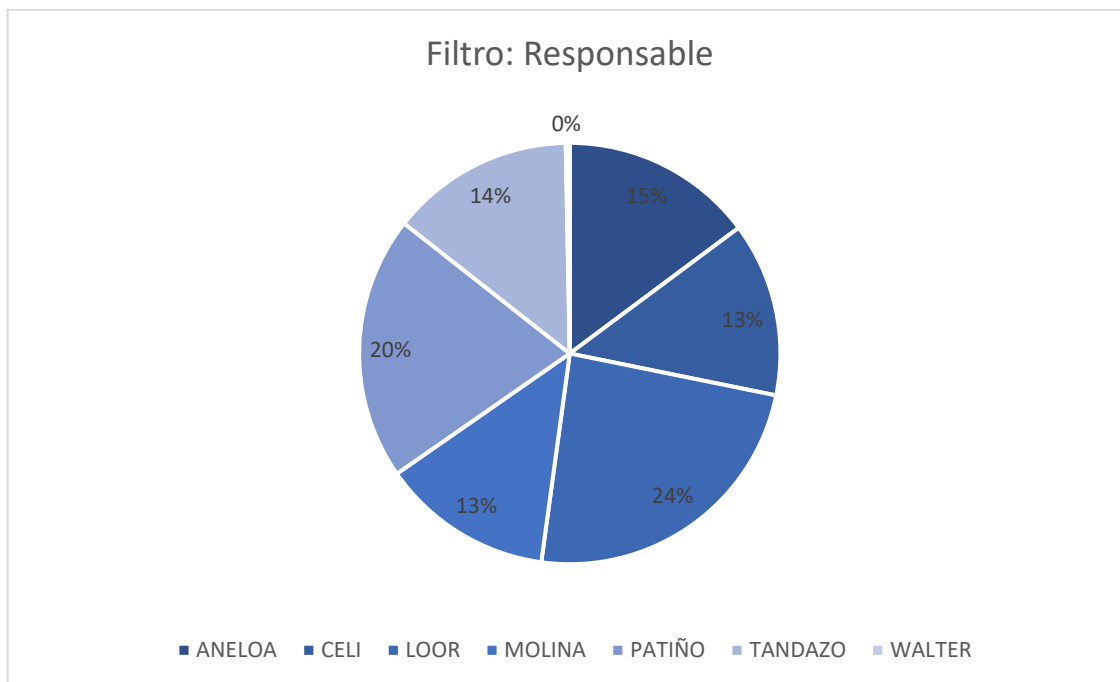


Figura 46. Diagrama de Pastel - Responsable en turno.

Caso 4. Filtro por título de hilo

Con respecto al tipo de materia prima que se emplea, se ha identificado que el hilo de poliéster/algodón de título 24/1 proveniente de la empresa vietnamita PHU-AN Spinning Joint Company es el que genera más fallos durante el tejido, cerca del 73% de los fallos se producen al utilizarse hilo cardado.

Tabla 23.

Análisis origen de fallos: Título de Hilo.

Filtro: Materia Prima				
Tela Tipo	Título	Porcentaje	Fallos	Total Fallos
DUBAI	24/1 PND IMPORT FORMOSA	27%	92	347
	24/1 PND IMPORT PHU-AN	73%	255	
PALORA	22/1 PND IMPORT PHU-AN	32%	197	625
	22/1 PND IMPORT FORMOSA	13%	80	
	22/1 PND IMPORT TEXVISTA	56%	348	
				972

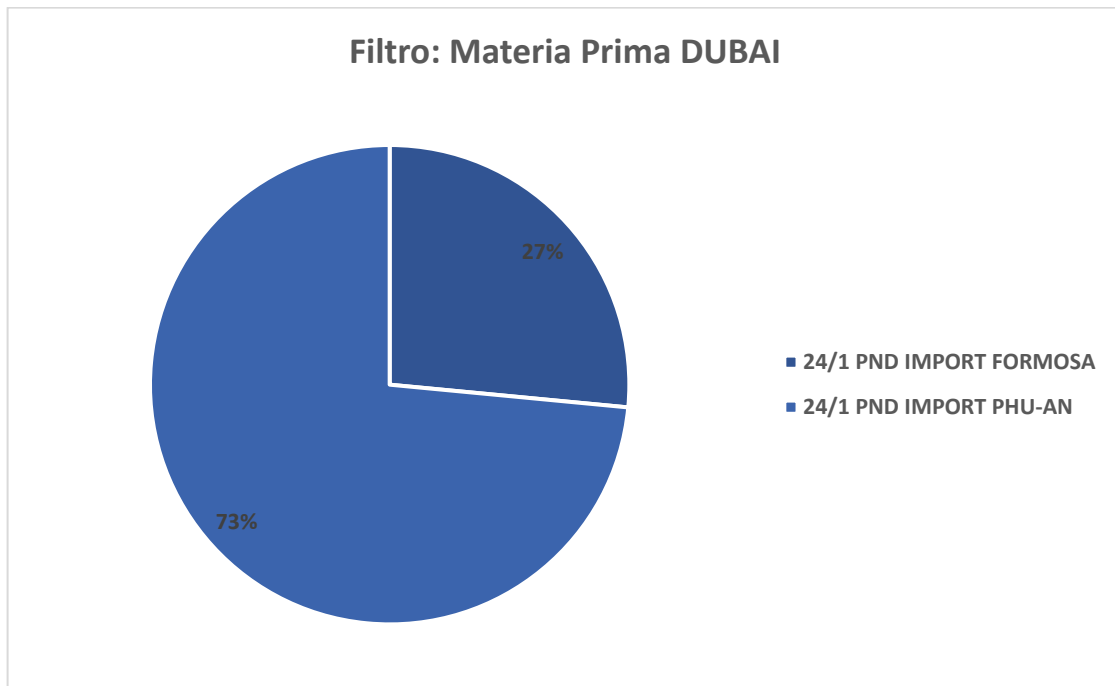


Figura 47. Diagrama de Pastel – Hilo Cardado.

Para las fibras que se empleaban en la tela PALORA, el hilo peinado de tipo polialgodón de título 22/1 proveniente de la empresa TexVista es aquel que genera el 56% de los fallos.

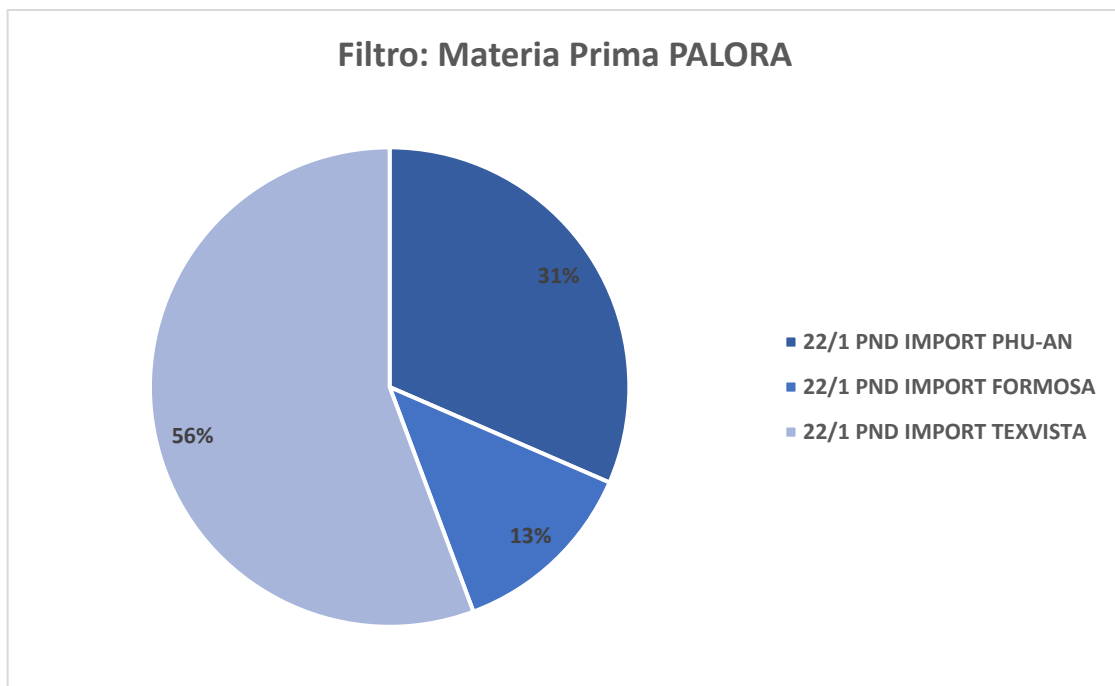


Figura 48. Diagrama de Pastel - Hilo Peinado.

3.4.4. Análisis de Producto no Conforme

Del estudio anterior se concluye que la materia prima y la maquinaria tienen relación directa con los fallos identificados en el producto. Es pertinente analizar las relaciones que pudieren existir entre el porcentaje de segundas, los fallos que las ocasionan, materia prima y maquinaria.

En este caso se procedió de la siguiente manera; se planteó dos casos de estudio, el primero que evalúa la cantidad de caídas y segundas por pieza producida, otorgándole un factor de comparación común entre máquinas y proveedores partiendo del hecho de que no todas las máquinas produjeron el mismo tonelaje de tela y tampoco se utilizó la misma cantidad de cada proveedor. El segundo caso, define el porcentaje de caídas y segundas en función del total, sin considerar el volumen de producción.

Hay que recordar que las caídas de tejido son la principal causa para catalogar a una tela como no conforme, si existe al menos una caída, el producto se descarta y se vende con penalidad. No obstante, puede generarse una tela de segunda si existen más de 5 fallos encontrados, independientemente de cuáles estos sean.

Caso A. En función del volumen de producción

a. Caídas

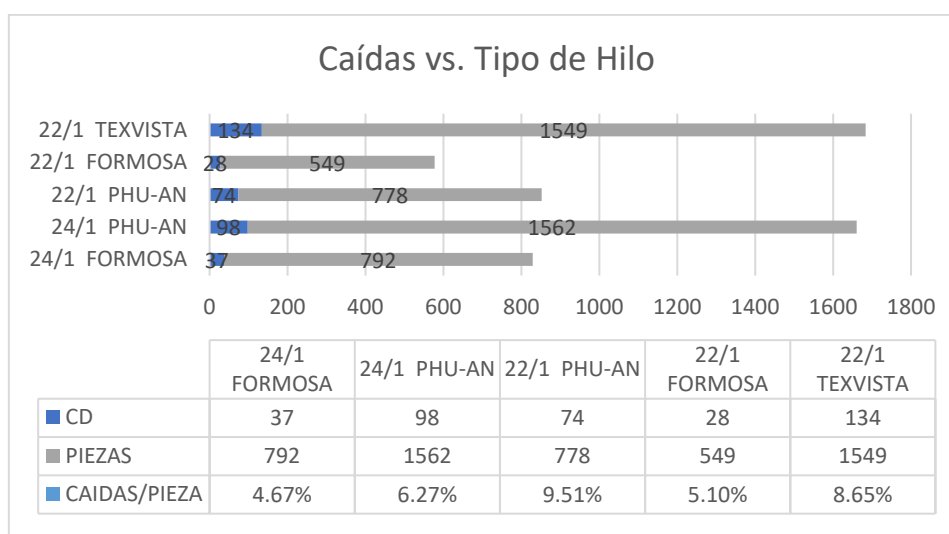


Figura 49. Caídas en función del proveedor de hilo.

La *figura 49* demuestra que el proveedor de hilo que más fallas genera es Phu-An, donde el 9.51% de las piezas generadas de tela PALORA presenta caídas de tejido, de igual forma ocurre para la tela DUBAI en donde Phu-An ocasiona un 6.27% de piezas con caída.

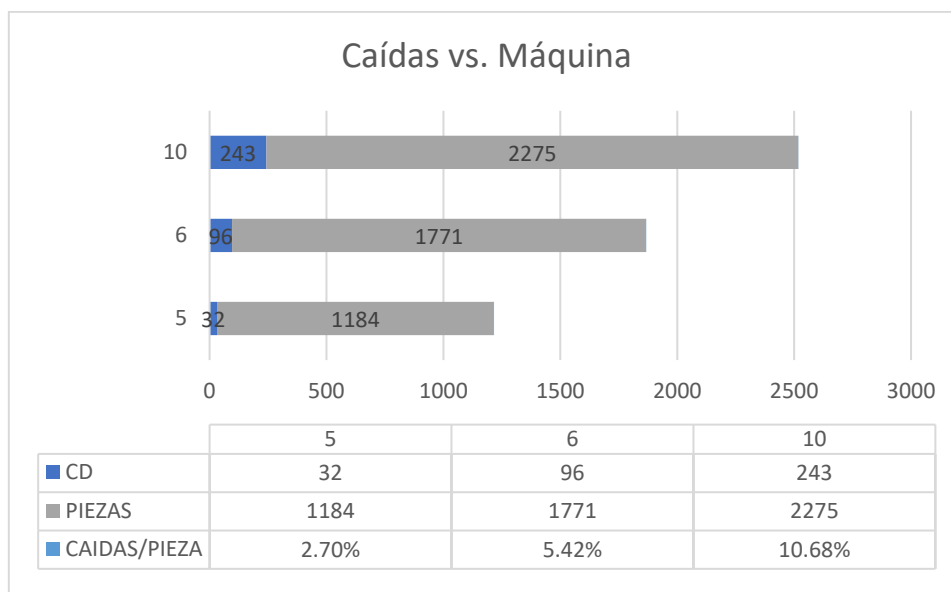


Figura 50. Caídas en función de la máquina productora.

Concerniente a la maquinaria, la circular número 10 es la que genera más piezas con caídas de tejido.

b. Segundas

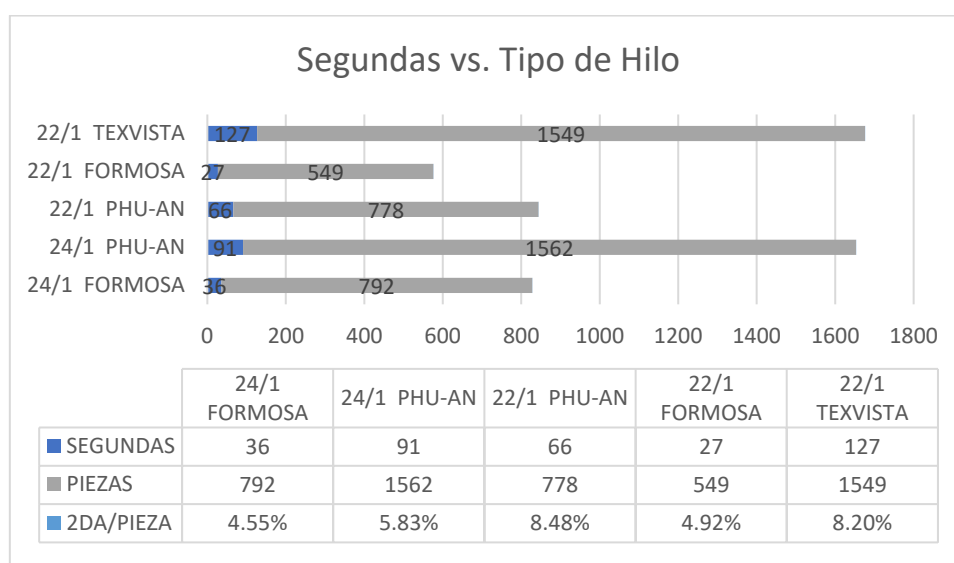


Figura 51. Segundas en función del proveedor de hilo.

Si de producto no conforme hablamos, la tela con hilo 22/1 de Phu-An produce un 8.48% de piezas PALORA de segunda, mientras que el mismo proveedor genera un 5.83% de piezas DUBAI defectuosas.

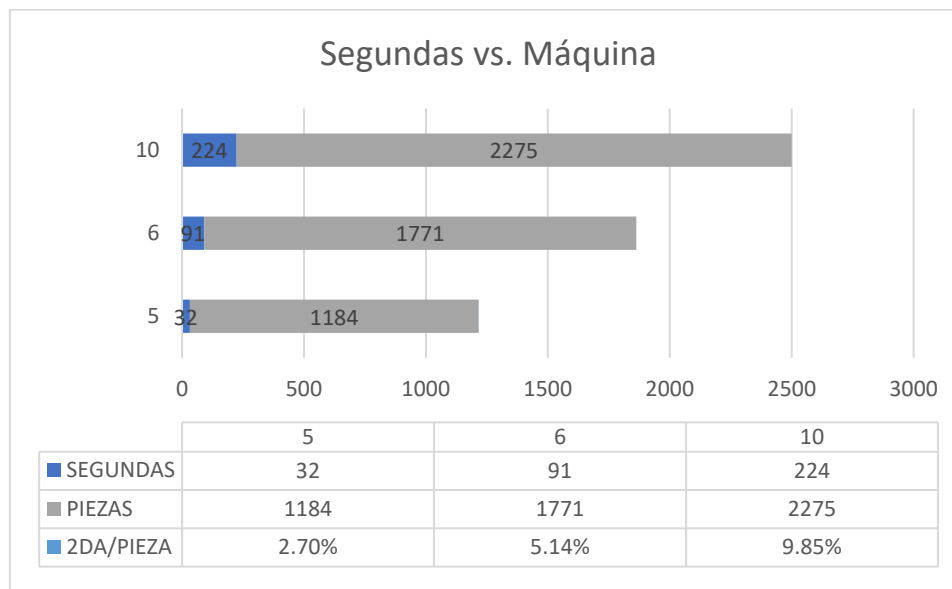


Figura 52. Segundas en función de la máquina productora.

Mucho más representativa resulta ser la *gráfica 52*, en donde cerca de un 10% de las piezas producidas en la máquina 10 son tela de segunda.

En resumen, la máquina 10 genera tanto más caídas como segundas que el resto de las máquinas; a pesar de ser la que mayor volumen de producción tiene, su nivel de defectos es mucho mayor que las máquinas 5 y 6. En cuanto al proveedor de hilo, la empresa Phu-An tiene mayor porcentaje de caídas y segundas tanto para la tela DUBAI como PALORA, sin embargo, no está muy alejada del proveedor Texvista.

Caso B. En función del total

a. Caídas

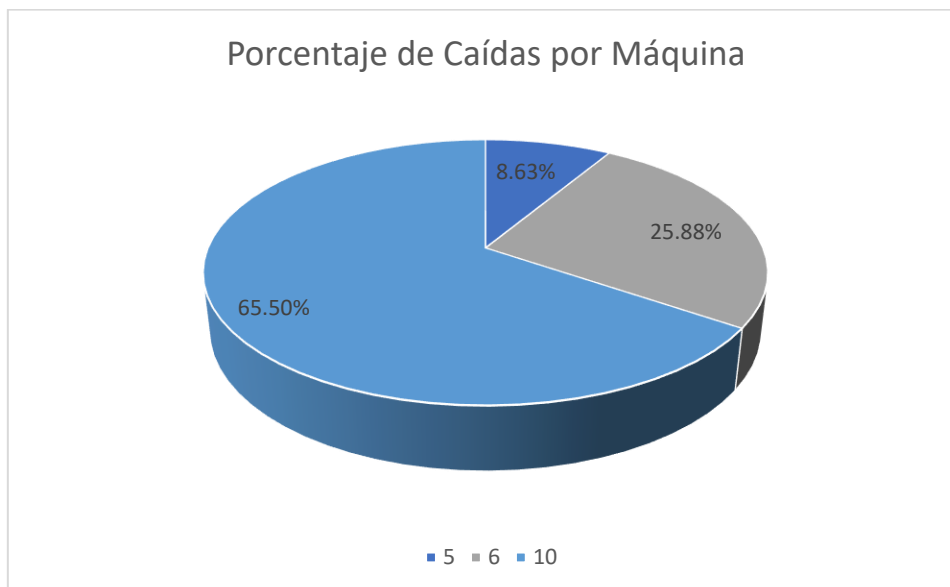


Figura 53. Diagrama Pastel - Porcentaje de Caídas en función de la maquinaria.

Del total de caídas presentadas en 2019, el 65.5% son generadas en la máquina 10.

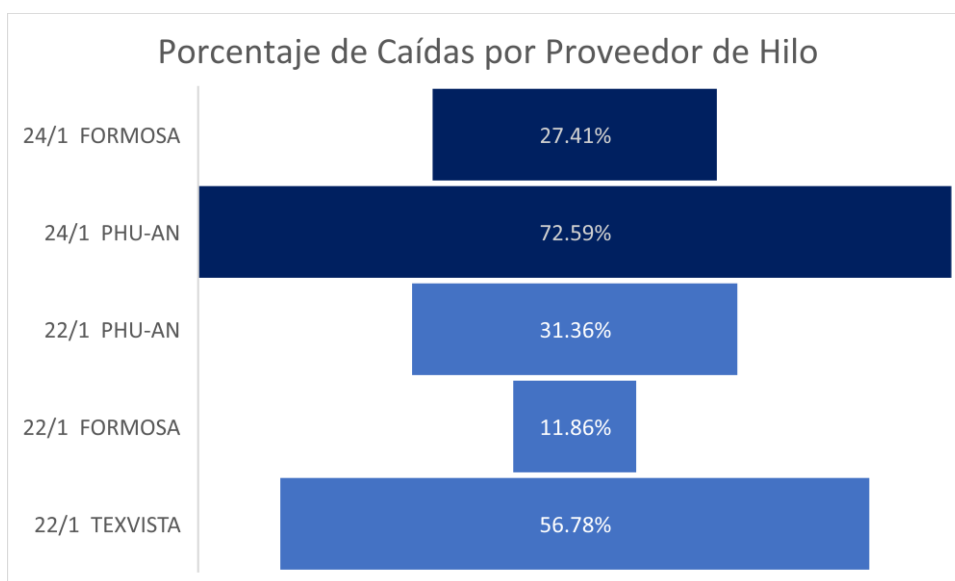


Figura 54. Diagrama Pastel - Porcentaje de Caídas en función del Proveedor de Hilo.

El 72.6% de las caídas en tela DUBAI son del proveedor Phu-An, mientras que el 56.8% son caídas de Texvista en PALORA.

b. Segundas

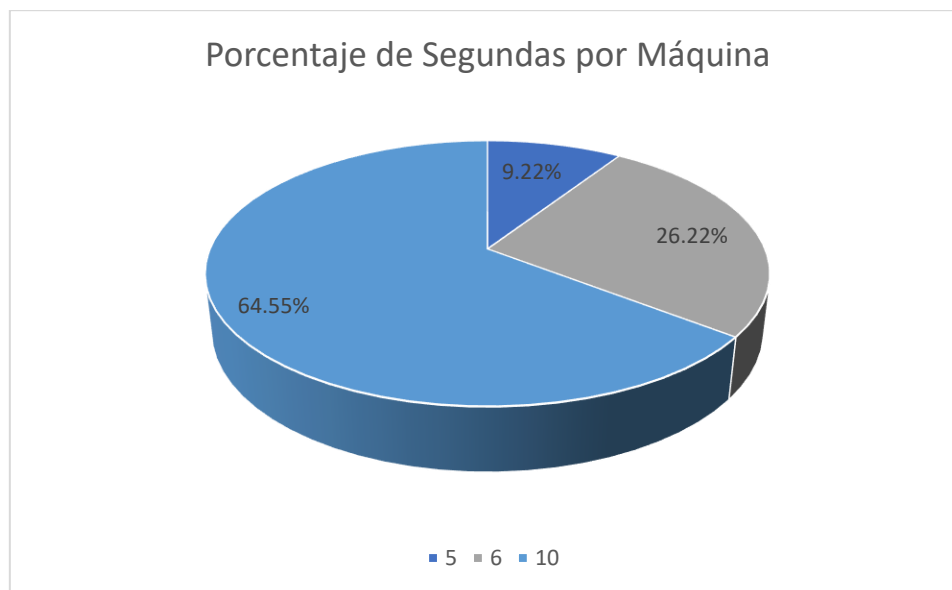


Figura 55. Diagrama Pastel - Porcentaje de Segundas en función de la maquinaria.

El 65.55% de producto no conforme fue generado por la máquina 10.

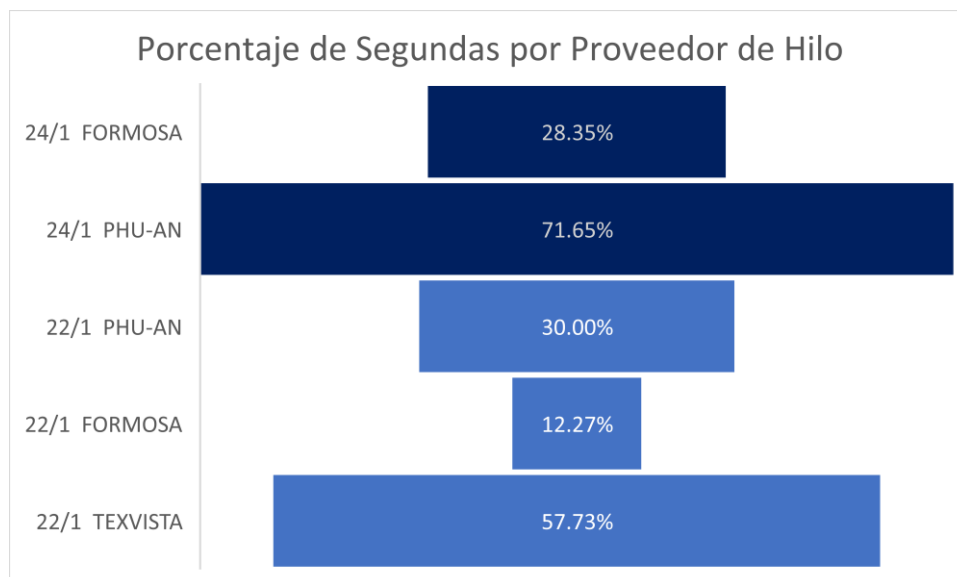


Figura 56. Diagrama Pastel - Porcentaje de Segundas en función del Proveedor de Hilo.

Asimismo, el 71.7% de segundas en DUBAI son ocasionadas por Phu-An, y el 57.7% de segundas en PALORA son efecto del proveedor Texvista.

En síntesis, tanto caídas como segundas son producidas en su mayoría por la máquina 10 superando el 60%. En cuanto a proveedor de hilo, se producen más caídas y segundas en tela PALORA cuando se emplea hilo de Texvista y para DUBAI cuando se usa de Phu-An.

Es más que evidente que la máquina 10 presenta un número importante de defectos y piezas no conformes. No obstante, el análisis de materia prima es mucho más complejo de lo que parece. Si contrastamos los porcentajes en función del volumen de producción, existen más segundas cuando se utiliza hilo Phu An; si lo estudiamos desde el punto de vista global, existen más no conformidades con Phu-An y Texvista como proveedores.

El conglomerado de datos anterior puede verse resumido en la siguiente tabla de doble entrada, que compara la cantidad de piezas de segunda en función de la materia prima empleada y la máquina.

Tabla 24.

Conglomerado de Segundas.

SEGUNDAS	DUBAI		PALORA			
	24/1 FORMOSA	24/1 PHU-AN	22/1 PHU-AN	22/1 FORMOSA	22/1 TEXVISTA	
5	7	13	1	0	11	32
6	3	15	20	5	48	91
10	26	63	45	22	68	224
	36	91	66	27	127	347
	127		220			

Por motivos de conveniencia se estudiará el impacto de hilo 24/1 de Phu-An, puesto que es el proveedor que se maneja actualmente.

3.4.4.1. Sobre Segundas y Caídas

Se ha hablado mucho en este estudio sobre la incidencia de las caídas al momento de catalogar la conformidad de la tela. Sin embargo, no se ha estudiado la relación entre la cantidad de segundas y el número de caídas y otros fallos.

Partimos del hecho de que Textiles ITTS descarta cualquier producto que posea al menos una caída de tejido y/o 5 o más defectos entre fallas de aguja, reventones, huecos, manchas de aceite, etc.

La pequeña tabla que se muestra a continuación indica que existen 347 piezas con al menos una caída de tejido (existen piezas con 2 y hasta 3 caídas), no existe ninguna pieza DUBAI o PALORA que haya presentado más de 5 fallos. Por ende, se concluye que el 100% de las telas no conformes son ocasionadas por la aparición de al menos una caída de tejido.

Tabla 25.

Resumen de CD y Segundas.

PIEZAS CD	347
CAÍDAS CD	371
PIEZAS 5+ FALLOS	0
PIEZAS SEGUNDAS	347
PIEZAS TOTAL	5230

La *figura 57*, muestra el Diagrama Causa-Efecto para las caídas de tejido. Adicionalmente, según la tabla 26 de las 57 observaciones registradas en las hojas de control de producción, 38 describen que la caída de tejido fue ocasionada por una rotura de la lengüeta de aguja.

Tabla 26.

Registro de observaciones.

CAUSA EN OBSERVACIONES		
FA	Falla aguja	11
HD	Hilo doble	5
EP	Mal empalme	1
CA	Caída por aguja	2
LG	Ruptura de lengüeta	38
		57

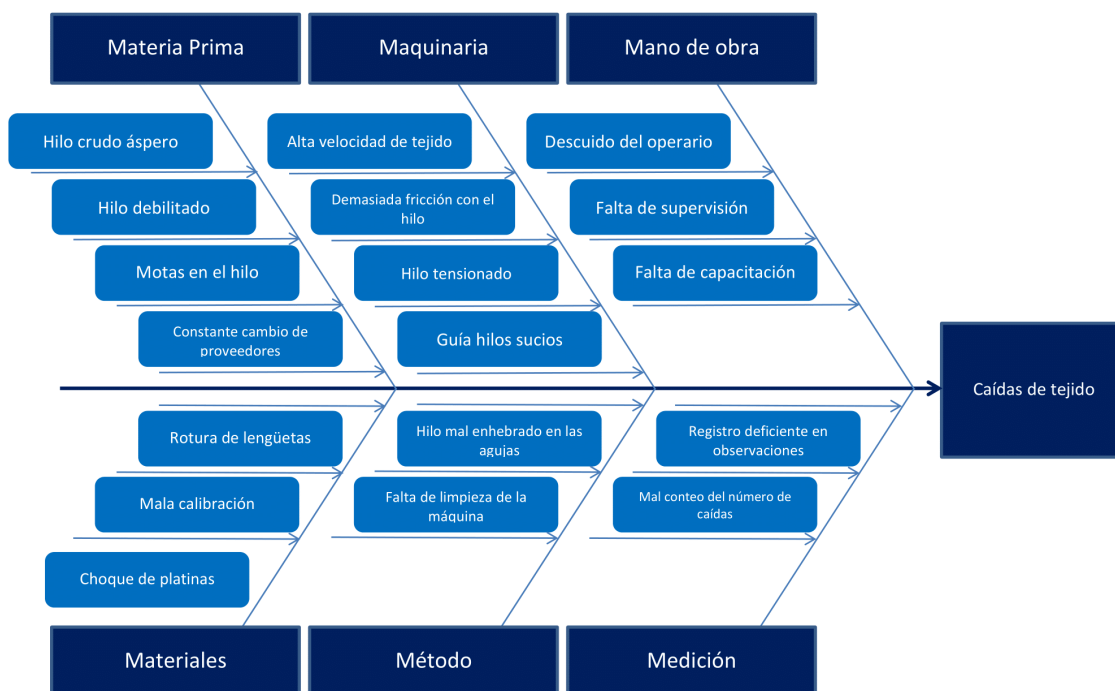


Figura 57. Diagrama Ishikawa - Caídas de tejido.

Quizás la mayor causa para la formación de caídas es el choque de platinas con las lengüetas, el análisis 5 ¿Por qué?, ayuda a dilucidar las razones.

Tabla 27.

Análisis 5 ¿Por qué? para la formación de segundas.

PROBLEMA	W1	W2	W3	W4	W5
Se produce tela de segunda en tejeduría.	Porque se generan caídas de más de 10 cm en el tejido.	Porque se rompen las lengüetas de las agujas.	Porque las platinas chocan con las lengüetas.	Porque la máquina fue mal calibrada.	Porque no existe un método estandarizado de calibración.
					Porque el operario está mal capacitado.
				Porque las platinas están mezcladas.	

			Porque se rompe con la fricción.	Porque el título del hilo es irregular.	
		Porque el hilo se desata de las agujas.	Porque las agujas son antiguas.	Porque no se ha cambiado el set de agujas y platinas.	

Este análisis da la pauta para que la mejora de la calidad en el proceso de tejeduría esté enfocada en la minimización de caídas durante el tejido del producto. De la *tabla 27*, se puede concluir que gran parte de la formación de caídas se debe a errores en la calibración de la maquinaria, sin embargo, no se descarta una posible incidencia del tipo de hilo.

4. Capítulo IV. Propuesta de Mejora

4.1. Plan para la mejora de la calidad (*Team Charter*)

4.1.1. Introducción

Textiles ITTS Cía. Ltda. constituye una empresa de renombre en el sector textil ecuatoriano, a lo largo de los años ha velado por el mejoramiento continuo en sus procesos y sistemas. Con esta finalidad, el desarrollo del presente plan de mejora pretende implementar nuevos procesos para calificar e inspeccionar la calidad de la tela a la salida del proceso de tejeduría.

Se estima conveniente su planteamiento en miras de una disminución del nivel de defectos encontrados en los textiles, evitando así pérdidas por producto no conforme y en tela de segunda.

4.1.2. *Problem Statement*

En la producción de tela DUBAI se ha detectado la ocurrencia de continuos fallos, esencialmente caídas de tejido, que reducen la calidad del producto catalogándolo como una salida no conforme. Estos defectos generan una disminución del 20% sobre el precio de venta, además de reducir la rotación del

inventario. Este proyecto pretende disminuir la incidencia de segundas, así como de establecer un sistema de inspección y valoración de la calidad.

4.1.3. Business Case

Disminuir la cantidad de segundas elevará la rentabilidad y reducirá los costos asociados al almacenamiento, gestión y venta de tela no conforme. La implementación de un sistema de calidad ayudará a eliminar reprocesos por devoluciones de piezas con falla.

4.1.4. Opportunity Statement

Se ha identificado que la formación de caídas en el tejido incide directamente sobre la generación de tela de segunda. Por otro lado, se establece que la falta de materia prima estandarizada fluctúa el porcentaje de segundas generado.

En síntesis, la oportunidad económica para la empresa es de 166 965 dólares, que contempla esencialmente una reducción en los costos asociados a tiempos no operativos, mantenimiento de la maquinaria y el costo de oportunidad por unidades de tela no producidas (revisar el punto 4.2.3.4. para mayor detalle). De este total se estima poder recuperar un 25.56% por medio de pequeñas reducciones en varios de los rubros descritos.

4.1.5. Goal Statement

- **General**

Disminuir en un 25% el total de costos asociados a la disponibilidad, rendimiento y calidad reducida en tejeduría respecto al periodo 2019, en el lapso de un año.

- **Específicos**

- Implementar acciones correctivas para responder a la incidencia de caídas en el tejido.
- Documentar la frecuencia y características de los defectos que pudieran presentarse.
- Establecer indicadores para evaluar la eficacia de las inspecciones de calidad.

- Reducir los tiempos no operativos asociados al cambio de artículo, setup, calibración y mantenimiento de la maquinaria.
- Elevar la utilidad en la producción de tela DUBAI en 1.3% respecto a la ganancia actual.

4.1.6. Project Scope

El alcance del Plan de Mejora de la Calidad propuesto para Textiles ITTS S.A., con sede en Calacalí, ubicada en la Av. Manuel Córdova Galarza; comprende la inspección de materia prima y producto terminado relativos al proceso de tejeduría, en una primera instancia dedicada a la fabricación de tela Jersey DUBAI de 175 g/m².

4.1.7. Policy Statement

Textiles ITTS S.A., empresa dedicada a la fabricación de tejidos de punto en polialgodón, es su principal misión velar por la mejora continua de sus procesos con la finalidad de garantizar un producto que exceda las expectativas del cliente.

A través de la política de calidad, la organización se compromete a:

1. Garantizar la máxima calidad en nuestros procesos, productos y servicios mediante la búsqueda del perfeccionamiento continuo.
2. Llevar un control estricto de los estándares de calidad aplicados a materia prima, producto en proceso y terminado bajo una evaluación constante.
3. Evaluar la satisfacción del cliente mediante encuestas relativas al producto.
4. Capacitar al personal en base a la política de calidad en cuanto a inspecciones e identificación de defectos.
5. Hacer una revisión de la política de calidad cada seis meses.
6. Estar atento a las recomendaciones, sugerencias, felicitaciones y quejas de clientes haciendo un seguimiento de estas.

4.1.8. Team Selection

Potenciar el rol de cada integrante del equipo es primordial, por lo cual a cada autoridad en la empresa se le ha asignado una participación en el proyecto de mejora. La alta dirección deberá garantizar que los recursos necesarios están a disposición del líder del proyecto, en este caso el jefe de planta, quien promueve la optimización del proceso, tiene la autoridad y responsabilidad de ordenar los cambios pertinentes. Tanto el supervisor como los operarios son activos de la mejora y ponen en marcha los cambios establecidos. El rol de cada integrante del equipo se define a continuación.

Tabla 28.

Selección de Integrantes del Equipo de mejora.

Cualificación	Responsabilidad
Gerente	<i>Champion</i>
Jefe de Planta	<i>Black Belt</i>
Supervisor de tejeduría	<i>Green Belt</i>
Operarios/Tejedores	<i>Team Member</i>
Jefe de mantenimiento	<i>Green Belt</i>

4.2. Desarrollo de la Propuesta de Mejora

Dadas las condiciones actuales, y ante la poca factibilidad de implementar las mejoras estudiadas en el presente proyecto, se plantea la posibilidad de que la optimización diseñada para el área de tejeduría sea aplicada a futuro.

Las mejoras que se discuten a continuación serán presentadas como propuesta y se ceñirán a los parámetros de la metodología DMAIC, y perseguirán los pasos del ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

4.2.1. Definir

4.2.1.1. SIPOC

El siguiente diagrama *Supplier, Input, Process, Output, Customer* describe el flujo e interacción de procesos, entradas y salidas.

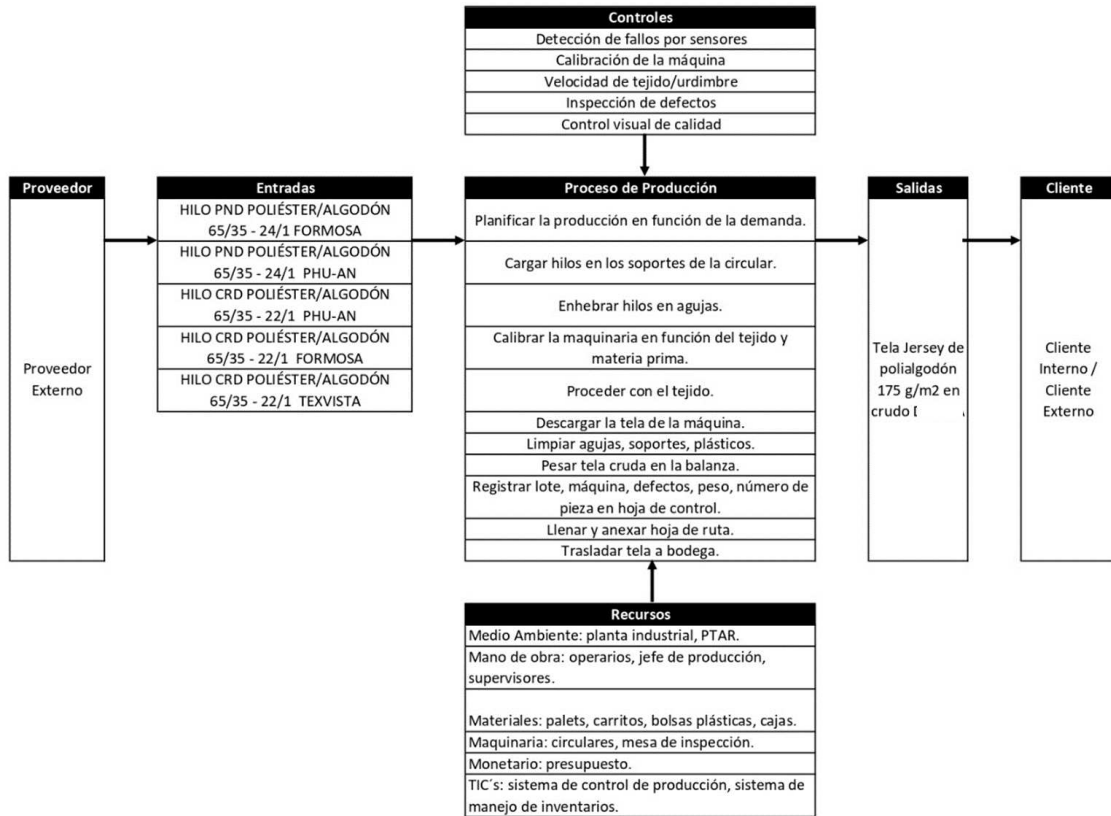


Figura 58. Diagrama SIPOC Tejeduría.

4.2.1.2. Critical to Quality (CTQ)

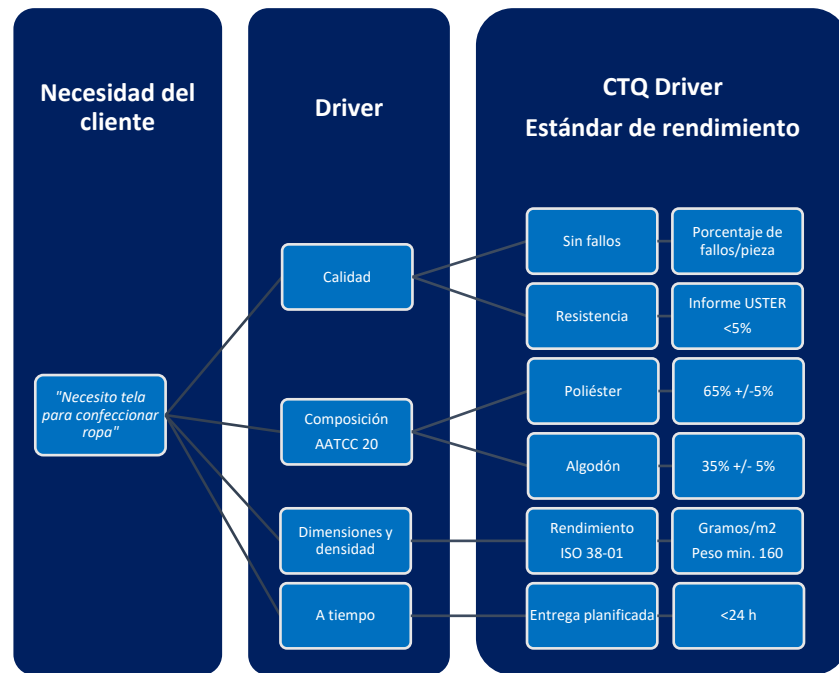


Figura 59. Características Críticas del Producto.

El diagrama anterior describe los requerimientos más prominentes para los confeccionistas y distribuidores de tela, clientes de Textiles ITTS. Existen cuatro atributos clave: calidad, composición, dimensiones y densidad y temporalidad que son medidos bajo 6 parámetros establecidos por normas internas y estándares internacionales.

4.2.1.3. Project Charter

Tabla 29.

Project Charter Document.

1. Información General del Proyecto				
Nombre del proyecto:	Mejora de la calidad en el área de tejeduría de Industrial Textiles ITTS			
Sponsor ejecutivo:	Gerencia General			
Sponsor Departamental:	Jefatura de Planta			
Impacto del proyecto:	Cerca de 43 000 USD de reducción en costos indirectos asociados a la producción por falta de disponibilidad, calidad y rendimiento.			
2. Equipo del proyecto				
	Nombre	Departamento	Rol	E-mail
Jefe de Proyecto:	D**o S***n	Jefatura de Planta	Black Belt	p***n@textilesITTS.com
Miembros de Equipo:	J**e l***a	Gerente General	Champion	p***cia@textilesITTS.com
	W***r M***a*	Supervisor Tejeduría	Green Belt	t***ia@textilesITTS.com
	A**x S***a	Jefe Mantenimiento	Green Belt	m***nto@textilesITTS.com
	Aneloa	Tejeduría	Team Member	
	Celi			
	Loor			
	Molina			
	Patíño			
Tandazo				
3. Stakeholders				
Clientes como confeccionistas o distribuidores; cliente interno, usuario de tela cruda que se emplea en la posterior sección de acabados.				
4. Project Scope Statement				

Propósito del Proyecto / Justificación	
Disminuir la cantidad de segundas elevará la rentabilidad y reducirá los costos asociados al almacenamiento, gestión y venta de tela no conforme. La implementación de un sistema de calidad ayudará a eliminar reprocesos por devoluciones de piezas con falla.	
Objetivos	
Disminuir en un 25% el total de costos asociados a la disponibilidad, rendimiento y calidad reducida en tejeduría respecto al periodo 2019, en el lapso de un año. Métrica: dólares Valor actual: \$166 965.03 Valor esperado: \$123 552.19	
Entregables	
Futuro Manual de Procesos para Tejeduría. Muestrario de Fallos. Plantillas de cálculo en Excel para muestreo, control y seguimiento.	
Scope	
El alcance del Plan de Mejora de la Calidad propuesto para Textiles ITTS S.A., con sede en Calacalí, ubicada en la Av. Manuel Córdova Galarza; comprende la inspección de materia prima y producto terminado relativos al proceso de tejeduría, en una primera instancia dedicada a la fabricación de tela Jersey DUBAI de 175 g/m ² .	
Fechas comprendidas	
A discreción de la compañía, periodo de duración un (1) año.	
Mayores riesgos (incluyendo suposiciones)	
Riesgo	Valoración (Hi, Med, Lo)
Variabilidad en el precio de materias primas.	Alto (Hi)
Suspensión de actividades por emergencia sanitaria.	Alto (Hi)
Reducción en la demanda de tela DUBAI.	Medio (Med)
Restricciones	
Presupuesto, tiempo, condiciones laborales en función de Emergencia Sanitaria por el Covid19.	
Dependencias externas	
Dependencia de proveedores externos internacionales.	
5. Estrategia de Comunicación	
Reuniones semanales de avance. Reunión trimestral de planificación.	
6. Firma	

	Nombre	Firma	Date (MM/DD/YYYY)
Executive Sponsor	Ing. J***e I***a		
Project Manager	Ing. D**o S***n B.		
7. Notas			
El presente proyecto comenzará a discreción de las autoridades de la empresa y de sus responsables, se tratará como propuesta de implementación futura dadas las condiciones actuales por la emergencia sanitaria del COVID-19.			

4.2.2. Medir

4.2.2.1. Producto no conforme

Textiles ITTS no cuenta con un conteo oficial de rollos de segunda en sus bodegas. A partir de un filtrado condicional de sus registros de producción se logró determinar el número más acorde de tela no conforme generada en 2019. Se concluye que de las 5230 piezas entre DUBAI y PALORA producidas, 347 de ellas no cumplen con los estándares definidos por la empresa.

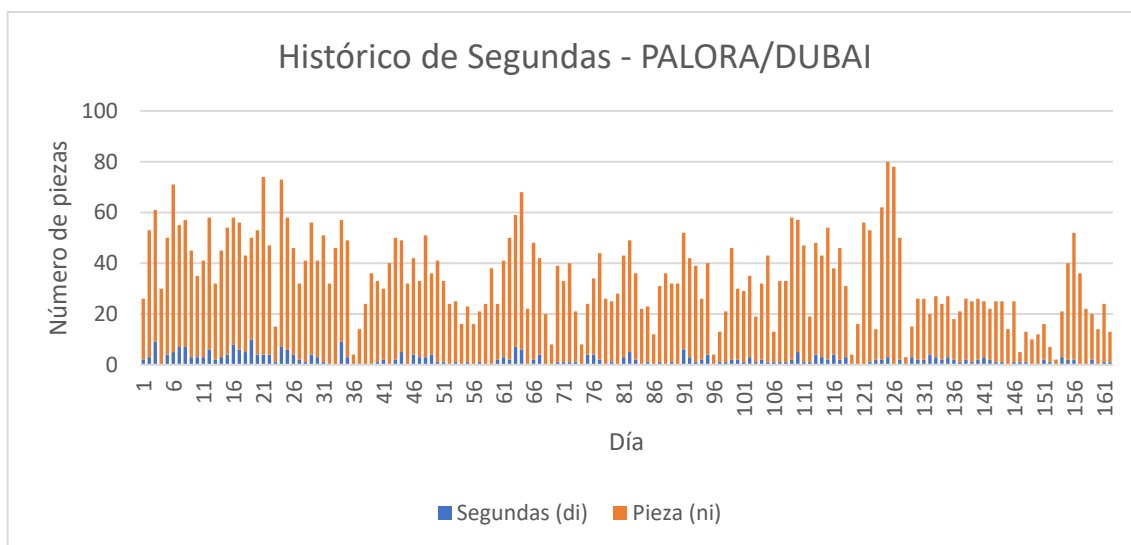


Figura 60. Gráfico de Barras - Producción 2019.

De estas 347 salidas no conformes, el 100% presentan al menos una caída de tejido detectada durante la producción o la inspección. Según las observaciones registradas por los operarios, un 67% de las caídas se dan por la rotura de lengüeta en las agujas (*revisar el punto 3.4.4 para mayor referencia*).

4.2.2.2. Escenario Económico

Por otra parte, la incidencia de la materia prima en la formación de segundas también fue analizada. Se plantearon tres escenarios respecto a la viabilidad económica de emplear determinado tipo de hilo y cuál resultaría más redituable.

Escenario A. Actual.

En la actualidad la empresa adquiere materia prima importada de países como Vietnam, Pakistán y Tailandia. En gran medida, su decisión de compra es basada únicamente en el menor costo sin considerar la calidad o especificaciones del hilo. ITTS adquiere contenedores de 12000 kg cada trimestre aproximadamente, debido a la fluctuación en los precios de la fibra, no siempre el proveedor se mantiene a lo largo del tiempo. Bajo este panorama el contexto económico actual se ve resumido en la siguiente tabla.

Tabla 30.

Escenario A.

SITUACIÓN ACTUAL A - VARIOS PROVEEDORES											
	HILO	PESO TOTAL	PESO SEGUNDAS	COSTO UNIT.	COST. AÑO. SEGUNDAS.	COST. AÑO. PRIMERA.	EGRESOS MP	PVP. PRIM.	PVP. SEGU.	INGRESOS	UTILIDAD*
DUI	24/1 FORMOSA	18058.52	796.96	\$ 2.25	\$ 1,793.16	\$ 38,838.51	\$ 40,631.67	\$102,361.05	\$ 3,780.78	\$106,141.83	\$ 65,510.16
	24/1 PHU-AN	35358.46	1794.88	\$ 2.21	\$ 3,966.68	\$ 74,175.51	\$ 78,142.20	\$199,032.03	\$ 8,514.91	\$207,546.94	\$129,404.74
	22/1 PHU-AN	17228.83	1496.00	\$ 2.05	\$ 3,066.80	\$ 32,252.30	\$ 35,319.10	\$ 93,295.68	\$ 7,097.02	\$100,392.71	\$ 65,073.60
PALI	22/1 FORMOSA	12016.43	521.54	\$ 2.10	\$ 1,095.23	\$ 24,139.27	\$ 25,234.50	\$ 68,164.70	\$ 2,474.19	\$ 70,638.88	\$ 45,404.38
	22/1 TEXVISTA	33888.75	2950.01	\$ 2.15	\$ 6,342.52	\$ 66,518.29	\$ 72,860.81	\$183,466.73	\$13,994.85	\$197,461.58	\$124,600.76
			7559.39		\$ 16,264.40	\$ 235,923.88	\$ 252,188.28	\$646,320.19	\$35,861.75	\$682,181.93	\$429,993.65

Escenario B. Proveedor de menor cantidad de segundas.

El proveedor de hilo 24/1 y 22/1 que genera menor número de piezas no conformes es Formosa. Se planteó este escenario con la finalidad de analizar si una materia prima más costosa, pero de mejor calidad, podría ayudar a elevar la rentabilidad actual.

Tabla 31.

Escenario B.

ESCENARIO B - PROVEEDOR DE MENOR CANTIDAD DE SEGUNDAS											
	HILO	PESO TOTAL	PESO SEGUNDAS	COSTO UNIT.	COST. AÑO. SEGUNDAS.	COST. AÑO. PRIMERA.	EGRESOS MP	PVP. PRIM.	PVP. SEGU.	INGRESOS	UTILIDAD*
DUI	24/1 FORMOSA	18058.52	820.84	\$ 2.25	\$ 1,846.89	\$ 38,784.78	\$ 40,631.67	\$102,219.43	\$ 3,894.07	\$106,113.51	\$ 65,481.84
	24/1 FORMOSA	35358.46	1607.20	\$ 2.25	\$ 3,616.21	\$ 75,940.33	\$ 79,556.54	\$200,144.96	\$ 7,624.57	\$207,769.53	\$128,212.99
	22/1 FORMOSA	17228.83	847.32	\$ 2.10	\$ 1,779.37	\$ 34,401.17	\$ 36,180.54	\$ 97,142.36	\$ 4,019.68	\$101,162.04	\$ 64,981.50
PALI	22/1 FORMOSA	12016.43	590.97	\$ 2.10	\$ 1,241.04	\$ 23,993.46	\$ 25,234.50	\$ 67,752.97	\$ 2,803.57	\$ 70,556.54	\$ 45,322.03
	22/1 FORMOSA	33888.75	1666.66	\$ 2.10	\$ 3,499.99	\$ 67,666.39	\$ 71,166.38	\$191,076.99	\$ 7,906.63	\$198,983.63	\$127,817.25
			5533.00		\$ 11,983.50	\$ 240,786.13	\$ 252,769.63	\$658,336.71	\$26,248.53	\$684,585.24	\$431,815.61

Escenario C. Proveedor de mayor cantidad de segundas.

Phu An es el proveedor que mayor cantidad de salidas no conformes genera, sin embargo, resulta ser el más barato de los tres surtidores de ITTS. Mediante este escenario económico será posible examinar el impacto que una materia prima de baja calidad genera en la utilidad de la empresa.

Tabla 32.

Escenario C.

ESCENARIO C - PROVEEDOR DE MAYOR CANTIDAD DE SEGUNDAS											
	HILO	PESO TOTAL	PESO SEGUNDAS	COSTO UNIT.	COST. AÑO. SEGUNDAS.	COST. AÑO. PRIMERA.	EGRESOS MP	PVP. PRIM.	PVP. SEGU.	INGRESOS	UTILIDAD*
DU	24/1 PHU-AN	18058.52	1052.06	\$ 2.21	\$ 2,325.06	\$ 37,584.27	\$ 39,909.33	\$100,848.28	\$ 4,991.00	\$105,839.27	\$ 65,929.95
	24/1 PHU-AN	35358.46	2059.94	\$ 2.21	\$ 4,552.46	\$ 73,589.74	\$ 78,142.20	\$197,460.25	\$ 9,772.34	\$207,232.58	\$129,090.39
PAL	22/1 PHU-AN	17228.83	1461.57	\$ 2.05	\$ 2,996.22	\$ 32,322.88	\$ 35,319.10	\$ 93,499.84	\$ 6,933.70	\$100,433.54	\$ 65,114.44
	22/1 PHU-AN	12016.43	1019.39	\$ 2.05	\$ 2,089.75	\$ 22,543.93	\$ 24,633.68	\$ 65,212.46	\$ 4,835.98	\$ 70,048.43	\$ 45,414.75
	22/1 PHU-AN	33888.75	2874.88	\$ 2.05	\$ 5,893.51	\$ 63,578.43	\$ 69,471.94	\$183,912.24	\$13,638.44	\$197,550.68	\$128,078.74
			8467.84		\$ 17,857.00	\$ 229,619.25	\$ 247,476.25	\$640,933.07	\$40,171.44	\$681,104.51	\$433,628.26

Escenario D. Máquina de menor número de segundas.

Bajo el supuesto de que la calidad del hilo no sea el único factor determinante en la formación de no conformidades, se planteó el escenario D. La máquina 5, es la circular que menor cantidad de segundas genera por volumen de producción, a través de este análisis será factible estudiar si resulta más conveniente producir en la circular cuyo porcentaje de salidas no conformes es más reducido.

Tabla 33.

Escenario D.

ESCENARIO D - PRODUCIR EN MÁQUINA 5											
	HILO	PESO TOTAL	PESO SEGUNDAS	COSTO UNIT.	COST. AÑO. SEGUNDAS.	COST. AÑO. PRIMERA.	EGRESOS MP	PVP. PRIM.	PVP. SEGU.	INGRESOS	UTILIDAD*
DL	24/1 FORMOSA	18058.52	488.07	\$ 2.25	\$ 1,098.15	\$ 39,533.52	\$ 40,631.67	\$104,192.78	\$ 2,315.40	\$106,508.17	\$ 65,876.50
	24/1 PHU-AN	35358.46	955.63	\$ 2.21	\$ 2,111.95	\$ 76,030.25	\$ 78,142.20	\$204,008.76	\$ 4,533.53	\$208,542.29	\$130,400.09
PA	22/1 PHU-AN	17228.83	465.64	\$ 2.05	\$ 954.57	\$ 34,364.53	\$ 35,319.10	\$ 99,405.69	\$ 2,209.02	\$101,614.71	\$ 66,295.61
	22/1 FORMOSA	12016.43	324.77	\$ 2.10	\$ 682.01	\$ 24,552.49	\$ 25,234.50	\$ 69,331.55	\$ 1,540.70	\$ 70,872.25	\$ 45,637.75
	22/1 TEXVISTA	33888.75	915.91	\$ 2.15	\$ 1,969.21	\$ 70,891.60	\$ 72,860.81	\$195,528.93	\$ 4,345.09	\$199,874.02	\$127,013.20
			3150.03		\$ 6,815.90	\$ 245,372.38	\$ 252,188.28	\$672,467.71	\$14,943.73	\$687,411.44	\$435,223.16

4.2.2.3. Cálculo OEE

En ánimos de analizar el panorama general de la maquinaria en términos de disponibilidad, calidad y rendimiento se procedió con el cálculo del desempeño OEE. Este indicador mide las pérdidas generadas en cuanto a tiempo, paros, producto defectuoso y averías.

La siguiente tabla muestra el conglomerado de datos de producción en las máquinas 5 y 10, dispuestos para un día de trabajo (dos turnos de 11 horas).

Tabla 34.

Overall Equipment Effectiveness - Máquina 5.

Máquina 5						
Production Data						
Jornada de trabajo	22	Hours =	1320	Minutes		
Breve descanso	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Almuerzo	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Paradas / inactividad máquina	150	Minutes				
Capacidad ideal	0.02	PPM (Pieces Per Minute)				
Total de piezas elaboradas	19	Pieces				
Piezas rechazadas	1	Pieces				

Support Variable	Calculation	Result	
Tiempo planeado de producción	Jornada - descansos	1,200	Minutes
Tiempo de operación	Tiempo planeado de operación - paradas	1,050	Minutes
Piezas buenas	Total piezas - piezas rechazadas	18	Pieces

OEE Factor	Calculation	My OEE%
Disponibilidad	Tiempo de operación / Tiempo planeado de operación	87.49%
Rendimiento	(Total Piezas / Tiempo operación) / Capacidad ideal	85.84%
Calidad	Piezas buenas / Total Piezas	95.97%
Overall OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	72.08%

Tabla 35.

Overall Equipment Effectiveness - Máquina 10.

Máquina 10						
Production Data						
Jornada de trabajo	22	Hours =	1320	Minutes		
Breve descanso	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Almuerzo	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total

Paradas / inactividad máquina	119	Minutes
Capacidad ideal	0.02	PPM (Pieces Per Minute)
Total de piezas elaboradas	18	Pieces
Piezas rechazadas	2	Pieces

Support Variable	Calculation	Result	
Tiempo planeado de producción	Jornada - descansos	1,200	Minutes
Tiempo de operación	Tiempo planeado de operación - paradas	1,081	Minutes
Piezas buenas	Total piezas - piezas rechazadas	17	Pieces

OEE Factor	Calculation	My OEE%
Disponibilidad	Tiempo de operación / Tiempo planeado de operación	90.04%
Rendimiento	(Total Piezas / Tiempo operación) / Capacidad ideal	80.31%
Calidad	Piezas buenas / Total Piezas	90.22%
Overall OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	65.24%

4.2.3. Analizar

4.2.3.1. Análisis Costo Beneficio

Tabla 36.

Análisis de Escenarios Económicos.

Escenario	Descripción	UTILIDAD	Incremento
Actual	VARIOS PROVEEDORES	\$ 429,993.65	-
1	PROVEEDOR DE MENOR CANTIDAD DE SEGUNDAS	\$ 431,815.61	\$ 1,821.96
2	PROVEEDOR DE MAYOR CANTIDAD DE SEGUNDAS	\$ 433,628.26	\$ 3,634.61
3	PRODUCIR EN MÁQUINA 5	\$ 435,223.16	\$ 5,229.50

Del planteamiento de escenarios surge la *tabla 36*, que resume la utilidad percibida (sin considerar costos indirectos asociados) en cada uno de los escenarios descritos anteriormente. Respecto a la situación actual, el primer diseño indica un incremento de apenas 1821 USD mientras que al emplear el proveedor que mayor cantidad de segundas genera, la utilidad se eleva en 3634 USD. Esto indica que, a pesar de generar un mayor número de segundas, el

precio de la materia prima es mucho menor equiparando el 20% de pérdida en el precio de venta.

Quizá el escenario más interesante sea el D, donde la producción de la máquina 5 genera apenas un 2.7% de segundas. La utilidad percibida incrementa en 5229 dólares.

4.2.3.2. Simulación de Escenarios

Con la finalidad de analizar la factibilidad de aplicar los escenarios descritos en el literal anterior con base en lo expuesto en el punto 3.4.4. del presente estudio, se ejecutó una simulación en el software FlexSim. Se generaron cuatro corridas con la información recopilada, y se establecieron las siguientes variables:

Escenario B y C.

- Proveedor de hilo.
- Porcentaje de segundas.

Escenario D.

- Maquinaria.
- Porcentaje de segundas.

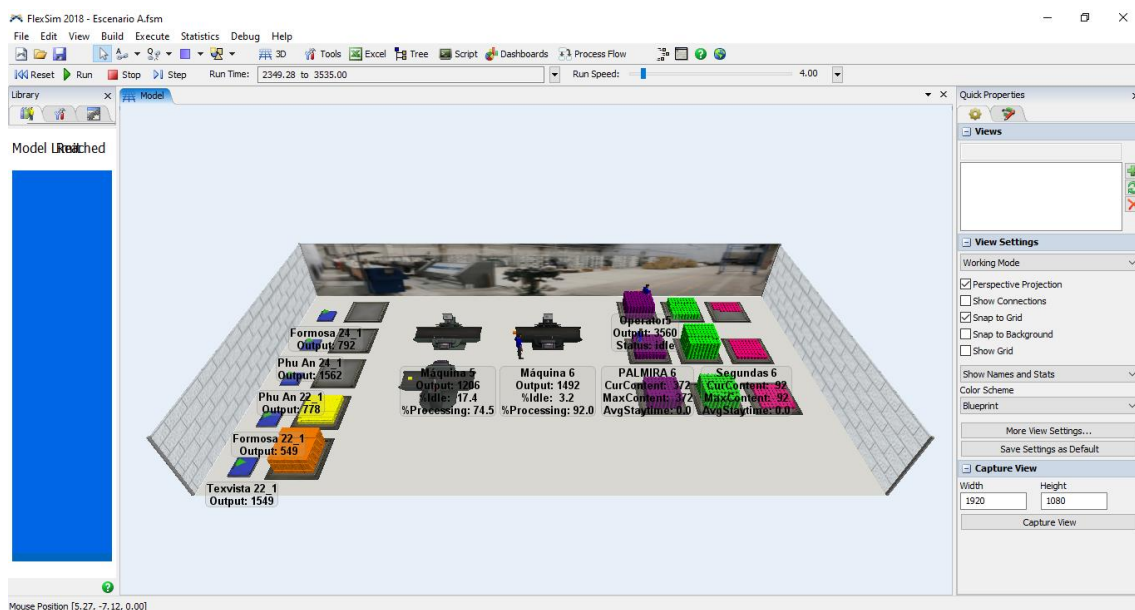


Figura 61. Escenario A.

El primer escenario intenta replicar la situación actual del área de tejeduría, servirá sobre todo como una guía de comparación para las simulaciones B, C y D. La siguiente tabla muestra un resumen de la cantidad de piezas generadas en función de la máquina, tipo de tela y salidas no conformes.

Tabla 37.

Resumen de producción A.

SIMULACIÓN	DUBAI	PALORA	SEGUNDAS
Item	6	7	8
5	811	352	43
6	443	1246	105
10	903	1104	223

Por otro lado, el porcentaje de tiempo utilizado por cada máquina se puede ver a continuación.

Tabla 38.

Porcentaje de tiempo utilizado A.

SIMULACIÓN	Status				
Item	Idle	Processing	Waiting	Setup	Lunch
5	44.0%	49.0%	2.3%	0.3%	4.4%
6	22.0%	74.0%	0.1%	0.2%	4.4%
10	3.8%	91.0%	0.0%	0.3%	4.4%

De las tres máquinas, la máquina 10 es la que mayor cantidad de piezas procesa y por ende la que más tiempo consume. En general, procesar 5230 rollos, le tomaría a la producción alrededor de 3535 horas.

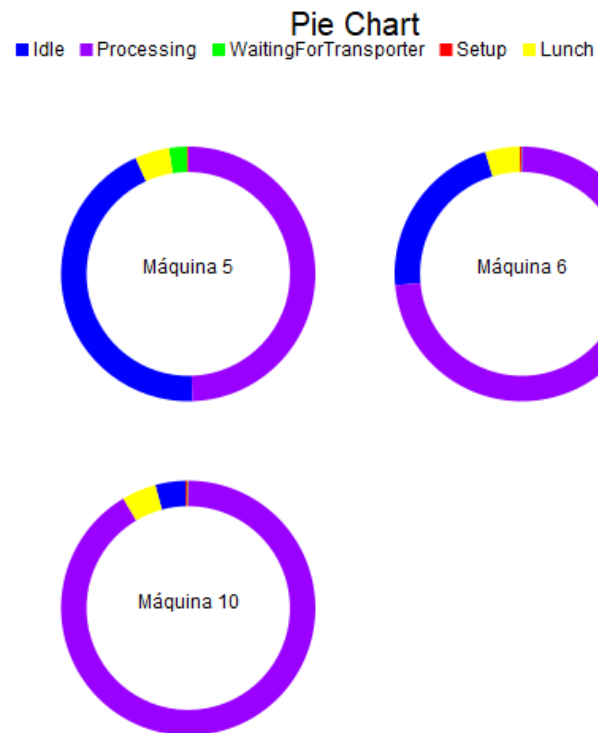


Figura 62. Diagrama Pastel A.

El segundo escenario cambia la variedad de proveedores existentes y se ciñe únicamente a Formosa en sus dos presentaciones (22/1 y 24/1). Este proveedor es más costoso, sin embargo, tiene mejor calidad.

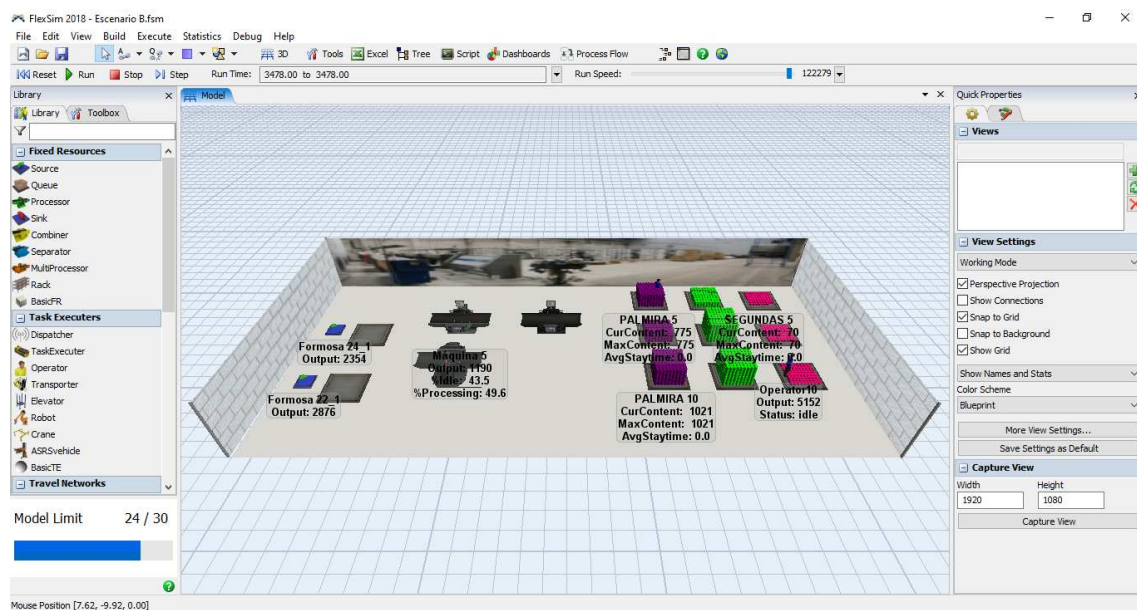


Figura 63. Escenario B.

La cantidad de no conformidades se reduce en cerca de 100 unidades respecto al escenario A. La producción más alta la sigue generando la máquina 10.

Tabla 39.

Resumen de producción B.

SIMULACIÓN	DUBAI	PALORA	SEGUNDAS
Item	6	7	8
5	775	345	70
6	478	1187	99
10	1021	1136	119

El porcentaje de utilización de la máquina 10 se incrementa en 4%. El tiempo promedio de producción es de 3478 horas.

Tabla 40.

Porcentaje de tiempo utilizado B.

SIMULACIÓN	Status					
Item	Idle	Processing	Waiting Tr.	Waiting Op.	Setup	Lunch
5	43.0%	50.0%	2.3%	0.0%	0.1%	4.4%
6	22.0%	74.0%	0.0%	0.0%	0.2%	4.3%
10	0.3%	95.0%	0.0%	0.2%	0.3%	4.4%



Figura 64. Diagrama Pastel B.



Figura 65. Escenario C.

El escenario C, cambia nuevamente de proveedor, en este caso Phu An Spinning Co., su materia prima es la que mayor cantidad de segundas genera, pero cuyo precio de compra es menor.

Tabla 41.

Resumen de producción C.

SIMULACIÓN	DUBAI	PALORA	SEGUNDAS
Item	6	7	8
5	765	334	91
6	471	1156	137
10	1005	1100	171

En este caso el número de segundas aumenta en 20 piezas respecto a la situación actual. Los porcentajes de utilización son similares a los del escenario B.

Tabla 42.

Porcentaje de tiempo utilizado C.

SIMULACIÓN	Status					
Item	Idle	Processing	Waiting Tr.	Waiting Op.	Setup	Lunch
5	43.0%	50.0%	2.3%	0.1%	0.1%	4.4%
6	22.0%	74.0%	0.0%	0.0%	0.2%	4.4%
10	0.2%	95.0%	0.1%	0.0%	0.3%	4.3%

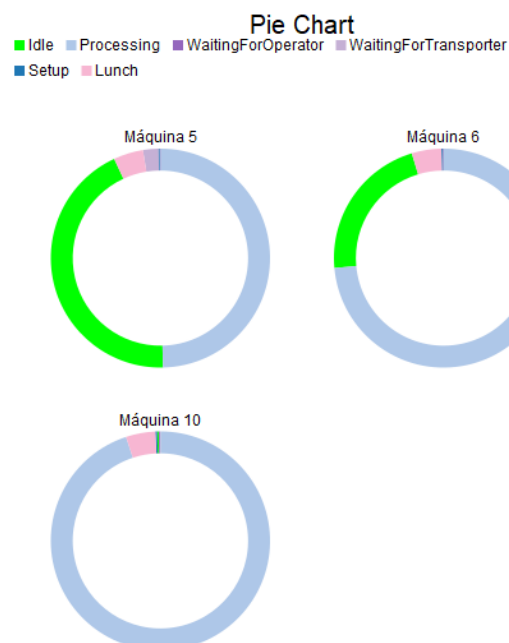


Figura 66. Diagrama Pastel C.

Del análisis de segundas expuesto en el punto 3.4.4. y en base a la información económica del literal anterior, se concluye que la repercusión del tipo de hilo sobre la generación de salidas no conformes es mínima y poco influyente. Sin embargo, la observación hecha sobre el escenario D podría representar un mejor resultado para la empresa.

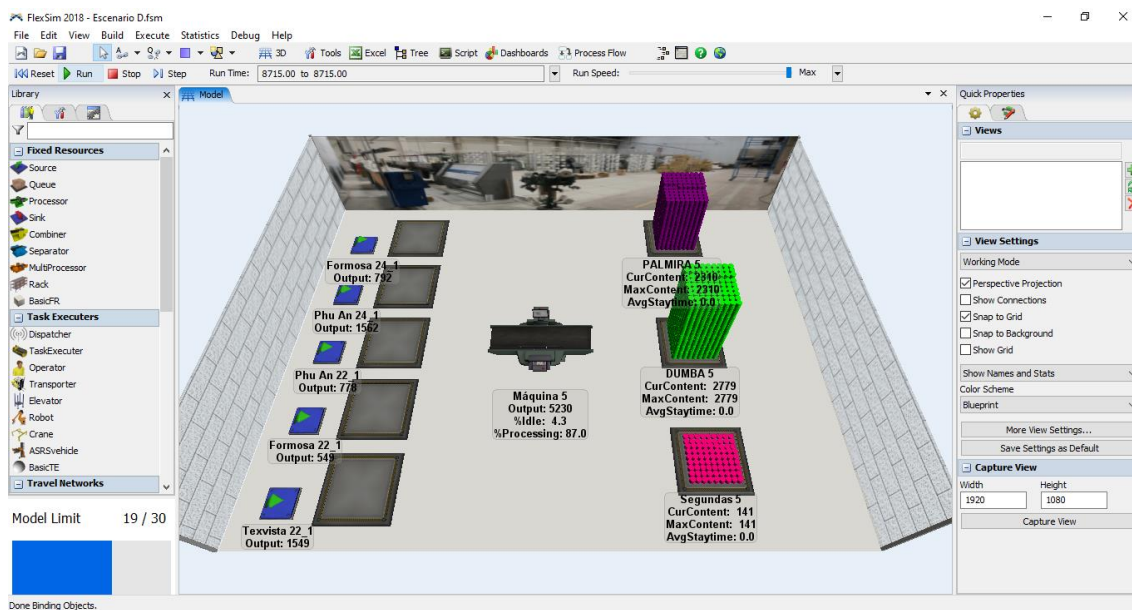


Figura 67. Escenario D.

La cantidad de segundas disminuye notablemente cuando se produce tela DUBAI y PALORA únicamente en la máquina 5. Este escenario podría resultar conveniente inclusive sin tomar en cuenta el factor de tipo de hilo. El porcentaje global de segundas en función del volumen de producción de la máquina 5 es del 4%, y de la máquina 10 es del 9.66%.

Tabla 43.

Resumen de producción D.

SIMULACIÓN	PALORA	DUBAI	SEGUNDAS
Item	6	7	8
5	2310	2779	141

En cuanto a tiempos, el porcentaje total utilizado para procesar el producto es del 87%, sin embargo, producir 5230 piezas DUBAI y PALORA con una sola máquina le tomaría a la fábrica 8715 horas (360 días). Resulta poco factible.

Tabla 44.

Porcentaje de tiempo utilizado D.

SIMULACIÓN	Status						
	Item	Idle	Processing	Waiting Tr.	Waiting Op.	Setup	Lunch
5		4.3%	87.0%	4.1%	0.0%	0.2%	4.3%

Pie Chart
 ■ Idle ■ Processing ■ WaitingForTransporter ■ Setup ■ Lunch

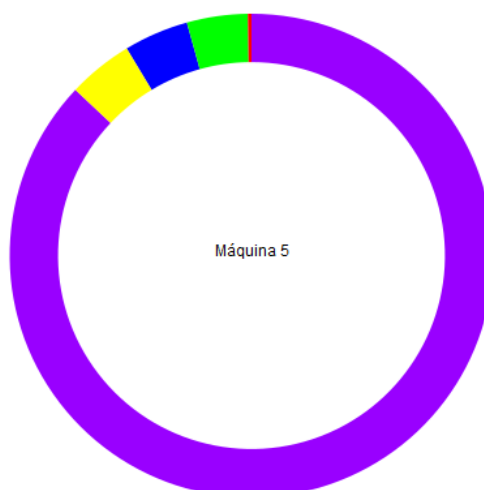


Figura 68. Diagrama Pastel D.

4.2.3.3. Análisis de disponibilidad

El escenario D dio la pauta para iniciar un análisis de tiempos que permita determinar el porcentaje de ocupación de las máquinas; el principal objetivo será reducir los tiempos muertos por medio de herramientas que a su vez posibiliten acortar la brecha entre el fin de la producción anterior y el comienzo de una nueva.

La *figura 69* muestra el diagrama de disponibilidad de la máquina circular N°5, las barras de color amarillo representan el Tiempo Útil (UT), las barras de color azul intenso el Tiempo No Operativo (DT), el color celeste el Tiempo de Falla (FT) y el color morado son Paros Programados (PM).

El tiempo útil contempla periodos en los cuales la máquina se encuentra trabajando, el tiempo no operativo considera actividades en las cuales la máquina no está activa, los tiempos de falla se tomaron en cuenta en base a las paradas generadas para el cambio de lengüetas, agujas, calibraciones de platinas o camones que deban hacerse en mitad de la producción, mientras que los paros programados se deben a mantenimientos planificados, *setup* y cambio de artículo o mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Esta gráfica fue construida en base a los datos de producción de todos los tipos de tela en el periodo comprendido entre el 30 de Julio y 3 de Septiembre de 2019.

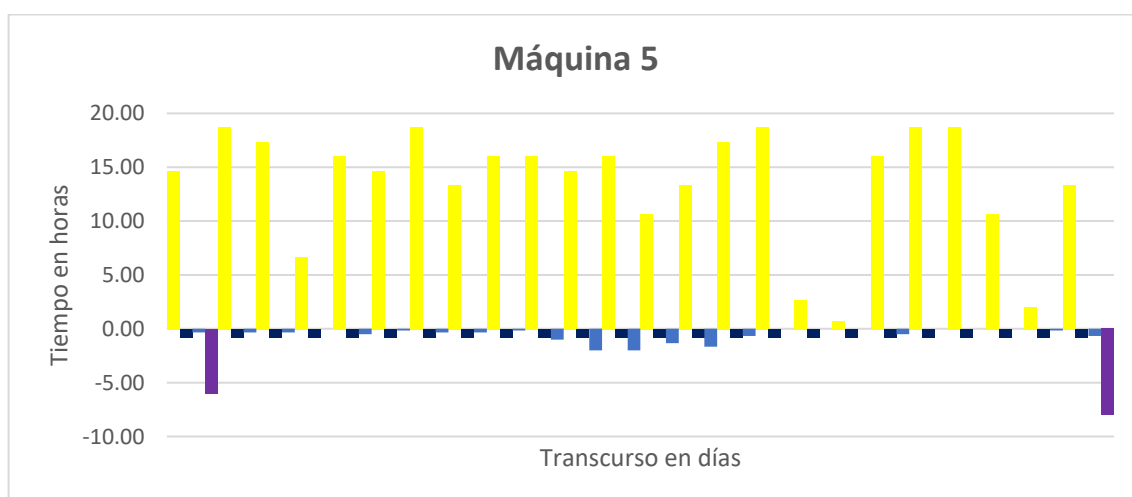


Figura 69. Diagrama de Disponibilidad Máquina 5. Orientativo mensual.

De igual forma se presenta el diagrama correspondiente a la máquina 10. Sus datos comprenden el periodo del 30 de Julio al 5 de Septiembre de 2019.

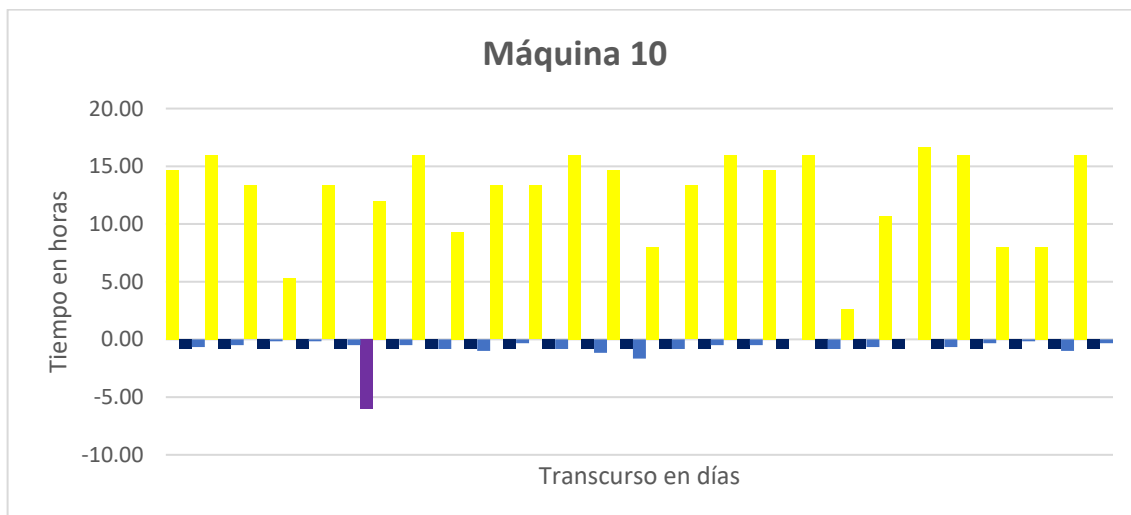


Figura 70. Diagrama de Disponibilidad Máquina 10. Orientativo mensual.

El detalle de tiempos anual se puede apreciar en la sección anexos, tanto para la máquina 5 como para la 10.

De ambas gráficas se concluye que en promedio los cambios de artículo se realizan por lo menos una vez al mes; este *setup* se lo efectúa cada vez que se va a cambiar de producto, es decir de un tipo de tela a otro. Este cambio en la máquina contempla una revisión y modificación de los siguientes elementos:

- Cambio de poleas.
- Revisión del estándar de calibración.
- Revisión de platinas.
- Apertura de camones.
- Número de vueltas.
- Tensión del plegador.
- Gramaje.
- Mallas y columnas.
- Ficha técnica.
- Purgador.

Además, se procede según las actividades descritas en el Cursograma Analítico (Tabla 9); bajar el hilo anterior, cargar el nuevo hilo, preparar cola de transferencia, enhebrar hilo en agujas, pasar y cortar el tejido. Este procedimiento toma entre 2 y 7 horas dependiendo de la complejidad del cambio,

en ciertas ocasiones además de alternar el artículo también se procede con un mantenimiento preventivo planificado. Este recurso puede tomar hasta 12 horas de trabajo, y generalmente el desmontaje de la máquina lo hace el turno A y el montaje el turno B.

Ahora bien, todas estas actividades que no agregan valor repercuten directamente en el indicador OEE medido anteriormente. Para la máquina 5 la eficacia global es del 72%, un 13% menos que el valor objetivo. Esta circular tiene un buen nivel de calidad, en donde su porcentaje bordea el 96% de efectividad; concuerda con los datos de segundas estudiados anteriormente.

Tabla 45.

Overall OEE - Máquina 5.

OEE Factor	World Class	My OEE%
Disponibilidad	90.00%	87.49%
Rendimiento	95.00%	85.84%
Calidad	99.90%	95.97%
Overall OEE	85.00%	72.08%

Por debajo de este porcentaje se encuentra el valor OEE de la máquina 10, cuyo indicador global supera levemente el 65%. Su nivel de calidad está 9 puntos porcentuales por debajo del puntaje ideal, pero su disponibilidad supera al valor *World Class*.

Tabla 46.

Overall OEE - Máquina 10.

OEE Factor	World Class	My OEE%
Disponibilidad	90.00%	90.04%
Rendimiento	95.00%	80.31%
Calidad	99.90%	90.22%
Overall OEE	85.00%	65.24%

4.2.3.4. Costo de Disponibilidad Reducida

La falta de disponibilidad de la máquina representa un costo asociado a la producción que no siempre es tomado en cuenta. Un OEE por debajo del 80% indica que existen pérdidas económicas por tiempos no operativos, producto no conforme y falta de eficiencia en la fabricación. El análisis económico de calidad puede observarse en el punto 4.2.2.2. del presente proyecto. A continuación, se presenta el cálculo económico correspondiente a disponibilidad y rendimiento en tejeduría.

Tabla 47.

Cálculo de Costo de Producción por kg de tela DUBAI.

Tipo de componente	Componente	Unidad medida	Cantidad total	Costo Unitario	Costo total
Materia prima	Hilo	kg	25	\$ 2.25	\$ 56.25
Horas Personal	Tejedor	Horas	1	\$ 3.86	\$ 3.86
Horas Personal	Supervisor	Horas	1	\$ 5.36	\$ 5.36
Materiales	Empaque	Unidad	1	\$ 0.80	\$ 0.80
Energía	Electricidad	kW/h	5.5	\$ 0.09	\$ 0.50
Mantenimiento	Máquina	Hora	1	\$ 0.80	\$ 0.80
Costo de producir 23 kg de tela DUBAI en 1 hora					\$ 67.57
Se producen 1.27 piezas de 23 kg por cada hora de trabajo.					\$ 2.94

En promedio se produce una pieza de 23 kg cada 47 minutos de trabajo, para conveniencia de cálculo se contempla una pieza por hora de manufactura. El costo directo de producción es de \$2.94 el kilogramo de tela.

Sin embargo, a este valor hay que adicionar los costos indirectos incurridos por reducciones en el tiempo operativo neto, como el costo de material desperdiciado, el valor por devoluciones de producto, la depreciación del producto, etc.

Tabla 48.

Cálculo Costo Disponibilidad Reducida.

Costo Disponibilidad Reducida	
Costo producción	\$ 67.57
Paros de producción	\$ -
Desperdicios material	\$ 2.15

Devoluciones	\$ 3.00
Demoras	\$ -
Multas	\$ -
Depreciación	\$ 6.76
	\$ 79.47

Estos costos asociados elevan el costo de producir un kilo de tela DUBAI de \$2.94 a \$3.46. Es por lo que los esfuerzos deben ir enfocados a reducir los tiempos no operativos ligados a nuevos *setups* de la máquina, paros por falla y mantenimientos correctivos no planificados.

Tabla 49.

Conglomerado de Pérdidas por Disponibilidad Reducida.

	Máquina 5		Máquina 10	
FT	87.00	\$ 6,914.16	117.83	\$ 9,364.57
DT	147.27	\$ 11,703.73	138.65	\$ 11,018.94
PM	236.00	\$ 18,755.64	96.00	\$ 7,629.41
TOTAL/CDR	470.27	\$ 37,373.53	352.48	\$ 28,012.93
PVPP	\$	55,162.28	\$	41,346.30

La *tabla 49* muestra el acumulado de horas que se pierden por fallos en la máquina, cambio de artículo y tiempo no operativo anual. En el año 2019 a la empresa le costó **65 386 USD** tener tiempos operativos muertos y se dejó de percibir **96 508 USD** por producto que no fue fabricado en ese lapso (considerando únicamente las máquinas 5 y 10).

4.2.4. Mejorar

4.2.4.1. Sistema de Gestión de Calidad - TQM

En la actualidad, la empresa carece de un sistema de inspección de calidad estandarizado. Basado en la metodología Cuatro Puntos, será más fácil para Textiles ITTS ejecutar un control sobre el lote de producción. Asimismo, el SGC propuesto contempla todos los requisitos estipulados por el TQM (*Total Quality Management*) como un plan para la mejora de la calidad.

Considerando que en promedio se fabrican alrededor de 80 piezas diarias de entre 23 y 25 kg, de las cuales se revisa cerca del 30%. Se ha definido un método de muestreo estadístico, mucho más exacto, que contempla algunas variables para seleccionar la cantidad de piezas que deberán ser analizadas en la mesa de inspección.

La siguiente tabla muestra una hoja dinámica de datos que calcula, en función de la totalidad de piezas producidas, el tamaño de la muestra a analizarse. Además, basados en el Gráfico de Control fue posible establecer el criterio aceptación estadístico, mediante el producto de la cantidad de subgrupos y la proporción media de defectos.

Tabla 50.

Muestreo Estadístico y Criterio de Aceptación.

Tamaño de la población	N	33
Nivel de confianza	Z	1.64485363
Probabilidad de éxito	p	14%
Probabilidad de fracaso	q	86%
Error de estimación	d	5%

Tamaño de muestra	n	27
Número de aceptación	c	6

Nivel de confianza	Z alpha
99%	2.32634787
98%	2.05374891
96%	1.75068607
95%	1.64485363
90%	1.28155157
80%	0.84162123
50%	0

Adicionalmente, la siguiente tabla dinámica calcula la probabilidad de que el lote sea aceptado en función de los parámetros anteriores y de la proporción de defectuosos encontrados, mediante distribución binomial.

Tabla 51.

Probabilidad de Aceptación o Rechazo del Lote.

Proporción Defectuosos (pi)	Probabilidad Aceptar (Pa)	Número de aceptación						
		0	1	2	3	4	5	6
0.001	100%	97.33%	2.63%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.005	100%	87.34%	11.85%	0.77%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%
0.010	100%	76.23%	20.79%	2.73%	0.23%	0.01%	0.00%	0.00%
0.015	100%	66.49%	27.34%	5.41%	0.69%	0.06%	0.00%	0.00%
0.020	100%	57.96%	31.94%	8.47%	1.44%	0.18%	0.02%	0.00%
0.030	100%	43.94%	36.69%	14.75%	3.80%	0.71%	0.10%	0.01%
0.040	100%	33.21%	37.37%	20.24%	7.03%	1.76%	0.34%	0.05%
0.050	100%	25.03%	35.58%	24.34%	10.68%	3.37%	0.82%	0.16%
0.060	100%	18.81%	32.42%	26.90%	14.31%	5.48%	1.61%	0.38%
0.070	100%	14.09%	28.64%	28.03%	17.58%	7.94%	2.75%	0.76%
0.080	100%	10.53%	24.71%	27.94%	20.24%	10.56%	4.22%	1.35%
0.090	99%	7.84%	20.93%	26.90%	22.17%	13.16%	5.99%	2.17%
0.100	99%	5.81%	17.44%	25.20%	23.33%	15.55%	7.95%	3.24%
0.150	90%	1.24%	5.92%	13.58%	19.97%	21.15%	17.17%	11.11%
0.200	71%	0.24%	1.63%	5.30%	11.05%	16.58%	19.06%	17.47%
0.250	47%	0.04%	0.38%	1.65%	4.59%	9.17%	14.06%	17.19%
0.300	26%	0.01%	0.08%	0.42%	1.51%	3.89%	7.67%	12.05%
0.350	11%	0.00%	0.01%	0.09%	0.41%	1.31%	3.25%	6.41%
0.400	4%	0.00%	0.00%	0.02%	0.09%	0.35%	1.09%	2.66%
0.450	1%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.08%	0.29%	0.87%
0.500	0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.06%	0.22%

Una vez calculada la muestra, se eligen aleatoriamente los rollos para ser inspeccionados. El encargado de control de calidad deberá ajustar las condiciones de la mesa de inspección según los parámetros descritos en la *Tabla N°3* del presente estudio. De igual forma, se deberá señalar y puntuar cada fallo encontrado de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 2.4.1. Se pone a disposición de la empresa una plantilla dinámica que determina la penalización total de cada rollo, así como un estadístico que concluye si el producto cumple o no con la especificación de acuerdo con sus características de peso, rendimiento y metraje.

Tabla 52.

Cálculo Sistema 4 Puntos.

Sistema Cuatro Puntos			
Categoría	Cantidad	Puntaje asignado	Puntaje
Agujero \leq 1 in	1	2	2
Agujero > 1 in	1	4	4
Menor o igual a 3 in	5	1	5
Entre 3 y 6 in incluidos	4	2	8
Entre 6 y 9 in incluidos	2	3	6
Mayor a 9 in	1	4	4
Total			29

Tabla 53.

Criterios de Aceptación de Lote.

Criterios Aceptación de Producción					
Producción (kg)	Rendimiento (kg/m ²)	Área (m ²)	Puntaje "S4P"	Puntaje /100 m ²	Criterio Aceptación
43.77	0.175	250.114286	29	12	ACEPTADO
45.31	0.175	258.914286	132	51	SEGUNDA
45.95	0.175	262.571429	42	16	ACEPTADO
23.05	0.175	131.714286	55	42	SEGUNDA
23.00	0.175	131.428571	34	26	ACEPTADO
45.90	0.175	262.285714	108	41	SEGUNDA
45.95	0.175	262.571429	145	55	SEGUNDA
45.21	0.175	258.342857	6	2	ACEPTADO
45.27	0.175	258.685714	16	6	ACEPTADO
45.39	0.175	259.371429	58	22	ACEPTADO
45.40	0.175	259.428571	44	17	ACEPTADO

Aquellos rollos de tela marcados como segunda no podrán continuar a un proceso posterior de acabados. Si el número de salidas no conformes excede el valor de aceptación c , se deberá rechazar el lote entero o en su defecto, someter el conjunto a cuarentena para una inspección individual de cada rollo de tela.

4.2.4.2. Redistribución de telas

En la actualidad la empresa tiene distribuida la producción de tela tubular en 9 máquinas, cuya gama se muestra en la *tabla 54*.

Tabla 54.

Distribución de tela por máquina.

	Máquina									
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	
BOTERA					474	86			252	812
D.PIQUE	6							89		95
DUBAI					809	508			1038	2355
DUBAI 3/10					911				438	1349
DUBAI JASP					302	104			180	586
FLECE DUBAI						415				415
FLECE JASP		447		103						550
FLECE OSCURO				195						195
JENIFER						291				291
JERSEY		2								2
MARCELLA							27			27
MILAN							15			15
MURCIA							213			213
N/A	70	160	75	137	34	64	109	152	41	842
PALORA					376	1263			1237	2876
PIQUE	2149	131		1076				19	1	3376
PIQUE AJUSTADO	412									412
PIQUE JASP	156	32								188
POLI RIB			6							6
POLIDUBAI					722	62			112	896
POLIPIQUE								89		89
POLIRIB			27							27
QATAR							9			9
RIB			337							337
RIB 3/10.			58							58
RIB ACANALADO			23							23
RIB BOTERA			19							19
RIB JAS CLARO			7							7
RIB JAS OBSC			2							2
RIB PALORA			233							233
Total general	2723	612	712	1374	3594	2729	264	197	3258	15463

Es inminente la necesidad de estandarizar y especializar cada máquina en una gama de productos en particular. El hecho de que cada máquina fabrique un segmento de tela en específico permite disminuir los tiempos de *setup* necesarios para el cambio de artículo (calibración, carga y descarga del nuevo hilo); además, se reducen los mantenimientos correctivos por desgaste inequitativo de la maquinaria, platinas y agujas principalmente.

En un primer paso, se pretende estandarizar la producción de las máquinas 5, 6 y 10, que producen el segmento de tejido de polialgodón de la familia DUBAI. Como se muestra en la siguiente tabla cada equipo produce cerca de 6 tipos diferentes de tela, lo que acarrea costos innecesarios de recurrentes *setups* por cambio de artículo.

Tabla 55.

Número de piezas por tipo de tela y máquina.

	Máquina 5	Máquina 6	Máquina 10
BOTERA	474	86	252
DUBAI	809	508	1038
DUBAI 3/10	911		438
DUBAI JASPEADO	302	104	180
FLEECE DUBAI		415	
JENNIFER		291	
PALORA	376	1263	1237
POLIDUBAI	722	62	112
	3594	2729	3257

Para la nueva distribución, se tomó en cuenta dos variables: porcentaje de segundas por unidad de producción y porcentaje anual de ventas por clase de tejido. Considerando que la máquina 5 produce alrededor de un 3% de segundas y la 10 cerca del 10%, se decidió organizar la producción en este nuevo orden.

Tabla 56.

Distribución propuesta en función del número de piezas producidas por cada máquina según su tipo de tela.

Máquina 5	Máquina 6	Máquina 10
-----------	-----------	------------

BOTERA			812
DUBAI	2355	→	
DUBAI 3/10		1349	
DUBAI JASPEADO			586
FLEECE DUBAI			415
JENNIFER			291
PALORA	2876	→	
POLIDUBAI		896	
	5231	2245	2104

La tela DUBAI y PALORA (hoy unificadas en un solo producto) conforman cerca del 33% del total de piezas vendidas en 2019. Siendo uno de los productos que mayor acogida tiene en el mercado, es necesario que el porcentaje de segundas sea el mínimo. Bajo este breve análisis, se procedió a delegar la producción de este tipo de tela a la máquina 5.

Ahora bien, según la simulación descrita en el punto 4.2.3.2., el equipo 5 no podrá asumir la totalidad de la fabricación de piezas DUBAI, por lo cual se compartirá la producción con la máquina 6 cuyo porcentaje de segundas es de alrededor del 5%, esta máquina asume la fabricación de tejidos menos vendidos por un 11% del total.

La máquina 10, cuyo porcentaje de segundas bordea el 10%, producirá todos aquellos tejidos con un volumen de ventas menor (en conjunto suman 12.32%). La finalidad de encargar todos estos tipos de tela a la máquina 10, es para que el tiempo de cambio de artículo no impacte significativamente en el costo de producción o se eleve el coste de disponibilidad reducida.

Una sola máquina manufacturando los artículos DUBAI y PALORA, implica la necesidad de replanificar la producción en función de la demanda y la capacidad instalada. De acuerdo con el Jefe de Planta, la fábrica tiene una cabida de 90 toneladas; aproximadamente 9 toneladas de capacidad mensual por cada máquina. La *figura 71* muestra el comportamiento de ventas anual, se puede ver que existen dos picos de demanda, uno en febrero y otro en agosto, meses en los cuales los confeccionistas se preparan para el ingreso a clases, Abril (Programa Hilando el Desarrollo - Costa) y Septiembre (Programa Hilando el Desarrollo - Sierra).

En tal virtud, es necesario que la máquina 6 asuma parte de la producción de la máquina 5 (en casi 6 toneladas mes) durante febrero y agosto.

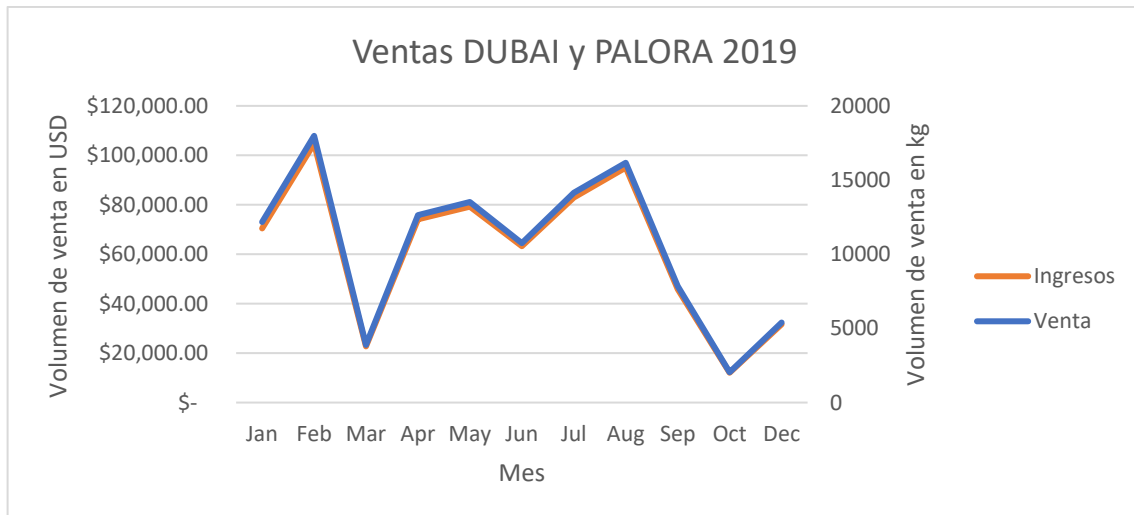


Figura 71. Histórico de ventas mensual 2019 – DUBAI.

4.2.4.3. Sistema Andon

Considerando que existe un nivel elevado de lapsos no operativos en tejeduría, y con el objetivo de reducir los tiempos muertos del sistema, se ha planteado un método de control visual ANDON. Esta técnica pretende generar los siguientes beneficios para el sistema de producción:

- Disminución de tiempos de traslado para buscar repuestos (agujas, platinas, etc.) para la máquina o materia prima.
- Mantener la cadena de suministro en producción continua.
- Asignación de un ayudante de tejeduría que se encargue de proveer todo lo necesario a los operarios, asumiendo traslados a bodega y distribución de partes y suministros.
- Atención inmediata de daños o fallos en la máquina.
- Construcción automática de KPI's.

El sistema está pensado para que cada operario active una señal luminosa que comunique el estado de la producción, algún requerimiento o falla en el proceso.

De igual forma se da un seguimiento a los tiempos útiles, no operativos y de falla de forma automática.

4.2.4.4. Sistema Kanban

Reducir la burocracia y empoderar al personal en mira de un trabajo mucho más autónomo y libre para la toma de decisiones es una meta a corto plazo en Textiles ITTS. Mediante la implementación de un sistema Kanban se busca reorganizar la forma de trabajar de los operarios para que ellos estén en completa capacidad de realizar su labor, conociendo previamente la planificación de producción diaria y tengan en claro cuáles son las tareas que se deben completar.

Para cumplir con tal objetivo se dispone la creación de un tablero KANBAN, basado en la Hoja de Control de Producción. Este tablero está automatizado y se alimenta del sistema de control de producción en Access, registra la totalidad de kilos producidos, el número de segundas y los fallos. Además, muestra a los operarios el número de kilos de tela en proceso y los pendientes. Este tablero genera una gráfica de control sobre el número de defectos encontrados, segundas y piezas producidas.

TABLERO KANBAN								
Planificación				Pendientes	En proceso	Terminado	Segundas	TF
Día	Tipo	Piezas	Kilos	kg			Unidad	Unidad
6/7/2020	DUBAI	48	1087.88	0	0	1087.88	3	6
6/8/2020	PALORA	41	947.69	580.19	367.5		2	4
6/9/2020	DUBAI	15	345.5	345.5				
6/10/2020	PIQUÉ	45	1048.8	1048.8				

CONTROL MENSUAL								
Mensual		149	3429.87	2341.99	0	1087.88	5	10

Figura 72. Tablero KANBAN.

De esta forma, la información visual del tablero podrá desplegarse en pantallas dispuestas a lo largo del área de tejeduría.



Figura 73. Implementación de Sistema Andon y Kanban en Tejeduría.

De acuerdo con la *tabla 57*, el valor total de implementar y capacitar al personal en el sistema ANDON + KANBAN es de más de \$10 000. Este equipo consta de nueve regletas de color, una por cada máquina; el equipo de alarma; la computadora de control y el respectivo software; además de los costos incurridos por capacitación.

Tabla 57.

Cotización Sistema ANDON + KANBAN.

	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
ANDON con botonera	9	\$ 245.28	\$ 2,207.52
Alerta audible 85 dB	1	\$ 558.88	\$ 558.88
Tablero Producción WINMASTER	1	\$ 3,021.76	\$ 3,021.76
Software ANDON WINPERFORMANCE	1	\$ 1,453.76	\$ 1,453.76
Adecuación e implementación	1	\$ 565.40	\$ 565.40
Costo Capacitación	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Horas de capacitación	35	\$ 49.32	\$ 1,726.20
			\$ 10,533.52

a) Valores en base a cotización de la empresa Prodisis.

Su implementación se justifica con los ahorros potenciales por la disminución del costo de Disponibilidad Reducida de las máquinas 5 y 10, ingreso que supera los \$16 000. La siguiente tabla muestra el Flujo de Caja percibido por las máquinas 5 y 10 en el periodo de un año. La tasa interna de retorno se ubica en el 55%, lo que indica un retorno sobre la inversión de 0.55 veces más.

La inversión está completamente pagada al cabo de un año, eso sin contar que se podría obtener ahorros potenciales del resto de máquinas al mejorar la disponibilidad de cada una con el sistema en marcha.

Tabla 58.

Flujo de Caja ANDON (máq.5 y 10)

Beneficio potencial	Año 0	Año 1
ANDON	\$ (10,533.52)	
Máquina 5		\$ 9,343.38
Máquina 10		\$ 7,003.23
Flujo de Caja	\$ (10,533.52)	\$ 16,346.61
TIR	55%	
ROI	0.552	

4.2.5. Controlar

4.2.5.1. Formulario Control de Producción

Está claro que el sistema de control de producción, y sobre todo su registro, es deficiente en Textiles ITTS. Existen datos faltantes, inconsistentes y no relacionados que se muestran en la Hoja de Control de Producción del área de tejeduría. Destacan, por ejemplo, piezas cuyos títulos de hilo no concuerdan con el tipo de tela que se está fabricando, o fallas que no se han registrado por omisión del operario.

Con la finalidad de establecer un control mucho más exacto y riguroso, se realizó un formulario Access a modo de Poka Yoke. Este programa permitirá reducir tiempos y facilitar la acción de los operarios en el registro de la Hoja de Control de Producción de Tejeduría. Se obtendrán ventajas como la recopilación de datos completos que sirvan a posterior para un análisis preciso y una mejor toma de decisiones.

A continuación, una breve descripción del programa:

1. **Pantalla de Login:** dispuesta para el registro de los usuarios del programa, cada operario cuenta con un usuario y contraseña no

transferibles. Los diferentes clientes del software fungirán como usuarios o administradores y tendrán acceso a diferentes módulos de este.

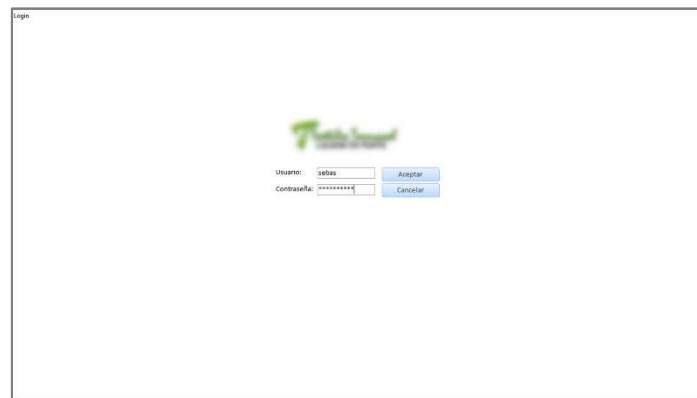


Figura 74. Pantalla de ingreso Access.

2. **Menú Inicio:** dispone de cinco módulos; agregar productos, permisos, facturación, usuarios y tejeduría. Los cuatro primeros son usados por el administrador del programa para añadir y/o modificar productos, permisos de usuario, facturación o clientes. El módulo de tejeduría lo usan los operarios que registran la producción bajo ciertos criterios detallados en el tercer punto.

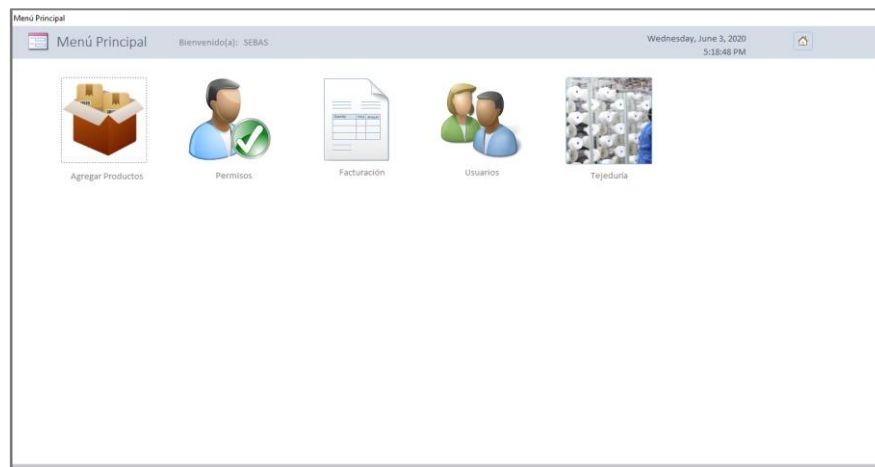


Figura 75. Pantalla Menú Principal Access.

3. **Tejeduría:** este módulo simplifica el registro de piezas, que anteriormente se lo hacía totalmente en Excel. El formulario disminuye la cantidad de campos que el operario debe llenar, disminuyendo consecuentemente el

tiempo que toma registrar cada ítem. Actualmente existen cuatro campos nuevos que el operario no tendrá que llenar pues el programa lo realiza automáticamente.

Figura 76. Pantalla Módulo de Tejeduría Access.

4. **Tarjeta de ruta:** adicionalmente, se ha añadido un sistema de generación de código de barras basado en el número de pieza, este elemento almacena la información de cada rollo producido para mantener un inventario actualizado. Una vez completado el formulario, estos datos pasan a formar parte de la etiqueta de tarjeta de ruta que se genera de forma independiente.

Figura 77. Tarjeta de Ruta Access.

Este pequeño cambio elimina la necesidad de llenar individualmente cada tarjeta, y el tiempo que toma. Para mayor control deberá seguirse lo estipulado en el literal 3.3.3. del presente estudio relacionado a los mecanismos de control gráficos y de predicción. La empresa tiene a su disposición las plantillas Excel creadas para tal efecto.

4.3. Análisis Costo Beneficio de la Propuesta

El presente análisis costo-beneficio basa su proyección a futuro en el incremento porcentual del indicador OEE. Se espera que, tras implementar los cambios sugeridos en el presente proyecto, se reduzca el costo de disponibilidad reducida. La redistribución de máquinas en función de la producción de telas descrita en el literal 4.2.4.2., permitirá elevar la disponibilidad de la máquina 5 en cerca de 80 minutos diarios (6.68%) y la calidad en 0.53%.

Tabla 59.

OEE Futuro Máquina 5.

Máquina 5						
Production Data						
Jornada de trabajo	22	Hours =	1320	Minutes		
Breve descanso	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Almuerzo	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Paradas / inactividad máquina	70	Minutes				
Capacidad ideal	0.02	PPM (Pieces Per Minute)				
Total de piezas elaboradas	22	Pieces				
Piezas rechazadas	1	Pieces				

Support Variable	Calculation	Result	
Tiempo planeado de producción	Jornada - descansos	1,200	Minutes
Tiempo de operación	Tiempo planeado de operación - paradas	1,130	Minutes
Piezas buenas	Total piezas - piezas rechazadas	21	Pieces

OEE Factor	Calculation	My OEE%
Disponibilidad	Tiempo de operación / Tiempo planeado de operación	94.17%
Rendimiento	(Total Piezas / Tiempo operación) / Capacidad ideal	91.78%
Calidad	Piezas buenas / Total Piezas	96.50%
Overall OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	83.40%

OEE Factor	World Class	My OEE%
Disponibilidad	90.00%	94.17%
Rendimiento	95.00%	91.78%
Calidad	99.90%	96.50%
Overall OEE	85.00%	83.40%

Para la máquina 10 se prevé un aumento del 1.45% en la calidad diaria a pesar de que su disponibilidad se ha visto reducida.

Tabla 60.

OEE Futuro Máquina 10.

Máquina 10						
Production Data						
Jornada de trabajo	22	Hours =	1320	Minutes		
Breve descanso	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Almuerzo	2	Breaks @	30	Minutes Each =	60	Minutes Total
Paradas / inactividad máquina	150	Minutes				
Capacidad ideal	0.02	PPM (Pieces Per Minute)				
Total de piezas elaboradas	24	Pieces				
Piezas rechazadas	2	Pieces				

Support Variable	Calculation	Result	
Tiempo planeado de producción	Jornada - descansos	1,200	Minutes
Tiempo de operación	Tiempo planeado de operación - paradas	1,050	Minutes
Piezas buenas	Total piezas - piezas rechazadas	22	Pieces

OEE Factor	Calculation	My OEE%
Disponibilidad	Tiempo de operación / Tiempo planeado de operación	87.50%
Rendimiento	(Total Piezas / Tiempo operación) / Capacidad ideal	100.00%
Calidad	Piezas buenas / Total Piezas	91.67%
Overall OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	80.21%

OEE Factor	World Class	My OEE%
Disponibilidad	90.00%	87.50%
Rendimiento	95.00%	100.00%
Calidad	99.90%	91.67%
Overall OEE	85.00%	80.21%

El cambio impuesto permitirá elevar el OEE de la máquina 5 de 72.08% a 83.40% y de la máquina 10 de 65.24% a 80.21%. Actualmente, la empresa tiene la oportunidad de ahorrar cerca de \$167 000, consecuencia de una baja disponibilidad, calidad y ventas.

Tabla 61.

Cuadro General de Oportunidades.

Oportunidad	Costo Anual
Costo disponibilidad reducida en máquina 5	\$ 37,373.53
Costo disponibilidad reducida en máquina 10	\$ 28,012.93
Costo de cambio de platinas	\$ 2,670.00
Costo de cambio de agujas	\$ 2,400.00
Costo de oportunidad de venta M5 y M6	\$ 96,508.58
	\$ 166,965.03

El presente proyecto estima generar un ahorro potencial de más de \$40 000 en el primer año gracias a una mejora en la disponibilidad de ambas máquinas junto a cambios importantes en el mantenimiento de la maquinaria, lo que implica una disminución en la generación de tela de segunda en al menos 1 pieza diaria.

Tabla 62.

Cuadro General de Ahorros Potenciales.

Ahorros Potenciales	Porcentaje de ahorro	Ahorro Anual
Incremento de utilidad	1.34%	\$ 5,229.50
Reducción CDR Máquina 5	-25%	\$ 9,343.38
Reducción CDR Máquina 10	-25%	\$ 7,003.23
Ahorro en mantenimiento	-50%	\$ 2,535.00
Costo de oportunidad de venta	-20%	\$ 19,301.72
		\$ 43,412.83

Este ahorro podrá ser invertido (en primera instancia) en la implementación de un sistema de control de producción KANBAN + ANDON, cuya inversión es de \$10 553, apenas un 24.3% del valor total del ahorro. Inclusive este rubro podrá ser saldado al cabo de 8 meses (periodo de recuperación = 0.646), considerando tan solo \$16 346.61 obtenidos por la mejora del CDR de la máquina 5 y 10.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

ITTS registra un total de 16 310 piezas producidas en 2019, de las cuales 5230 fueron de tela DUBAI y PALORA. Se calcularon más de 347 piezas de segunda en la producción anual, ante la falta de un Sistema de Gestión de Calidad preestablecido. Entre los desperdicios encontrados están las pérdidas de disponibilidad, fallas en la tela, así como tiempos no operativos que se traduce en 822 horas de tiempo muerto y más de 65.380 dólares de costo. Por este factor la textilera dejó de percibir cerca de 96.508 USD en 2019 (solo entre la máquina 5 y 10).

Se identificó mediante el análisis de Pareto que las tres principales causas de los fallos en tejeduría son las caídas de tejido, reventones y fallas de aguja. El método de los 5 ¿Por qué?, permitió concluir que el producto no conforme se generaba por caídas de tejido que, a su vez, se producían por rotura de agujas por mala calibración de la máquina por parte del operador.

El estudio AMEF permitió establecer una valoración para cada uno de los tipos de fallo, siendo las caídas de tejido el efecto más severo. Mediante el análisis *Six Sigma*, se logró establecer que la empresa tiene un nivel sigma de 3.4, lo que evidencia una capacidad del proceso del 97%. Por otro lado, el cálculo OEE permitió descubrir la falta de disponibilidad de la maquinaria debido a continuos cambios de artículo, paros en la producción y extensos tiempos de *setup*.

El TQM dio la pauta para instaurar un SGC más acorde a las necesidades de la empresa. Los lineamientos del sistema Cuatro Puntos permitieron calificar la calidad de la tela y definir el método de muestreo. Como propuesta se deja por sentado la factibilidad de implementar a futuro el sistema de control visual ANDON y KANBAN para mejorar el control de la producción en tejeduría, en función del Formulario Access que reemplaza a la Hoja de Control de Producción.

Por último, considerando que la materia prima y el factor humano tienen poca incidencia en la formación de segundas, se ha propuesto la redistribución de la

maquinaria en función del nivel de ventas de cada tipo de tela. A futuro, la tela DUBAI será producida únicamente por la máquina 5, y en los meses de febrero y agosto asumirá parte de su demanda la máquina 6.

5.2. Recomendaciones

Realizar una inspección previa de la materia prima a su llegada, no basarse únicamente en el informe USTER, para el proceso de control de calidad; tomando una muestra del lote recibido y sometiéndola a pruebas de torsión, resistencia y fricción, será posible establecer las condiciones del hilo. De esta manera, al determinar la calidad de la materia prima recibida y de no cumplir con las especificaciones dadas, es posible tomar medidas respecto al uso o descarte de los hilos para ser utilizados en tejeduría lo que reduciría el número de defectos en el producto en proceso.

Sumado al punto anterior, se recomienda implementar un sistema de calificación de proveedores. Mediante una negociación previa, el proveedor se compromete a entregar un hilo que cumpla con determinados estándares de calidad sujetos a pruebas y ensayos en laboratorio. Es urgente pactar una negociación con proveedores para congelar el precio de las fibras, esto evitaría que se cambie de materia prima cada vez que los precios se ven alterados, reduciendo la variabilidad en los procesos.

Respecto a los datos, es importante concientizar al personal sobre el registro de información tanto en la Hoja de Control como en la Tarjeta de Ruta. Se han encontrado inconsistencias en cuanto a fichas de materia prima, tipo de tela, número de fallos detectados, entre otros. El subregistro de información impide conocer la realidad de la empresa en cuanto a producción, índices de calidad, defectos y desperdicios, imprescindibles para la toma de decisiones.

Se recomienda implementar un sistema de postventa que defina claramente las políticas de aceptación y devolución de producto no conforme; condiciones que deberán ser socializadas con el cliente y consensuadas mediante la firma de una garantía. Asimismo, es apremiante la necesidad de generar un sistema de

calificación del servicio, mediante el cual se calcule el índice de satisfacción del cliente, se gestione quejas, reclamos y sugerencias.

El programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo debe ser mejorado. La planificación y registro de los cambios hechos en la maquinaria deben llevarse a cabo rutinariamente y documentarse en todo momento.

En vista de que no fue objeto del presente estudio, se recomienda para una futura investigación, analizar la implementación de un sistema SMED para el cambio de agujas cuya lengüeta se rompe por el choque de platinas. Este método, a su vez, podría ayudar a disminuir el FT (*Failure Time*) incurrido y consecuentemente el costo de disponibilidad reducida. Adicionalmente, es urgente comprender el estado de las devoluciones, por qué se dan, cuáles son sus implicaciones y posibles soluciones.

Referencias

- ASTM International. (27 de Junio de 2010). *Static Colors: D5430 - 7*. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de http://static.i7colors.com/bbs/attachment/forumid_20/20100627_ff09fa07d79873410ac74H060iD4H4Hh.pdf
- Burton, T. (2011). *Accelerating Lean Six Sigma Results : How to Achieve Improvement Excellence in the New Economy*. Ft. Lauderdale: J. Ross Publishing.
- Calderón, S., & Ortega, J. (Julio de 2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2019, de <http://www.evalperu.org/sites/default/files/resources/file/3.%20MPNGE%20guia%20diagramas-flujo-2009.pdf>
- Charron, R., Harrington, J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2014). *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Coltejer. (s.f.). *Manual de Calidad en Textiles*. Medellín, Colombia: Coltejer. Recuperado el 5 de Mayo de 2020, de https://www.coltejer.com.co/subidos/manual_calidad.pdf
- Cuatrecasas, L. (2011). *Gestión de la producción: modelos de Lean Management*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión de la Calidad Total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Diseño GLOPERÚ. (5 de Enero de 2018). *VITEX: Control de Calidad - Inspección de Tejido Plano (Sistema de 4 puntos)*. Recuperado el 5 de Marzo de 2020, de <http://www.vitexperu.com/control-de-calidad-inspeccion-de-tejido-plano-sistema-de-4-puntos/>
- Eckes, G. (2004). *El Six Sigma para todos*. Bogotá: Editorial Norma.
- ECONOMÍA. (06 de Noviembre de 2019). Sector textil afectado por caída de ventas y empleo. *El Universo*. Recuperado el 19 de Enero de 2020, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/11/06/nota/7590230/sector-textil-afectado-caida-ventas-empleo>
- Everett, R., & Sohal, A. (01 de febrero de 1991). Individual Involvement and Intervention in Quality Improvement Programmes: Using the Andon System. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 8(2).
- Figueroa, L. (2019). *Defectos más comunes en Tejeduría*. Lima: Eureka Textil. Recuperado el 21 de Febrero de 2020, de <https://es.slideshare.net/eurekatextil/defectos-de-tela-provenientes-de-la-tejedura>

- Galarza, V. (26 de Agosto de 2019). *Sector textil en crisis por contrabando aduanero y fronterizo*. Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de <http://www.pichinchauniversal.com.ec/sector-textil-en-crisis-por-contrabando-aduanero-y-fronterizo/>
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México D.F.: McGraw Hill.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (5 de Noviembre de 1998). *NTC 2567 - Textiles. Telas de tejido plano y tejido de punto. Clasificación y puntajes de los defectos*. Bogotá, Colombia: INCOTEC. Obtenido de Tela de inspección estándar: Sistema de 4 puntos.
- Lefcovich, M. (2009). *Sistema de producción Justo a Tiempo - JIT*. Buenos Aires: El Cid Editor | Apuntes.
- Losavio, F., & Guzmán, J. (2011). *Correspondencia Semántica entre los lenguajes BPMN y GRL*. Zulia: Red Enlace. Recuperado el 17 de Marzo de 2020, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3203092>.
- Martín, J. P., & Socconini, L. (2019). *Lean Energy 4.0. Guía de Implementación*. Barcelona: Marge Books.
- Martínez, A., & Cegarra, J. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*. Madrid: Ecobook - Editorial del Economista.
- Medina, A., Nogueira, D., Hernández, A., & Comas, R. (04 de abril de 2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas. *Ingeniare*, 27(2), 328-342.
- Mejía, F. (05 de Diciembre de 2014). *Aseguramiento de la Calidad Textil* . Recuperado el 15 de Abril de 2020, de <https://programadetextilizacion.blogspot.com/2014/12/capitulo-10-aseguramiento-de-calidad.html>
- Minitab 19. (s.f.). *Elementos básicos de un diagrama de Pareto*. Recuperado el 12 de Febrero de 2020, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>
- Moore, R. (2007). *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools : What Tool? When?*. Burlington: Elsevier Science & Technology. Recuperado el 14 de Abril de 2020, de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Müller, L. (7 de Junio de 2018). *¿Qué es el Nivel Sigma?*. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <https://www.harbor.com.br/es/harbor-blog/2018/06/07/nivel-sigma/>

- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2002). *Las claves de Seis Sigma*. Madrid: McGraw Hill.
- Pardo Álvarez, J. M. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid: AENOR.
- Progressa Lean. (24 de Febrero de 2015). *5 Porqués, análisis de la causa raíz de los problemas*. Recuperado el 14 de Abril de 2020, de <https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>
- Ramos, J. (04 de Septiembre de 2013). *Informatica76: ¿Qué es BPMN?*. Recuperado el 18 de Enero de 2020, de [https://informatica763.webnode.mx/news/actividad-6-objetos-de-flujo-bpm-business-process-model-and-notation-bpmn-/](https://informatica763.webnode.mx/news/actividad-6-objetos-de-flujo-bpm-business-process-model-and-notation-bpmn/)
- Rodríguez, R. (31 de Marzo de 2020). Coronavirus: La industria textil en problemas por la emergencia. *Expreso*. Recuperado el 6 de Mayo de 2020, de <https://www.expreso.ec/actualidad/coronavirus-industria-textil-suma-crisis-emergencia-8199.html>
- Salazar, B. (22 de Octubre de 2019). *Nivel Sigma y DPMO*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
- Sales, M., & Duarte, R. (2013). *Planificación y Control de Proyectos: Diagrama de Pareto*. Recuperado el 12 de Febrero de 2020, de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44144377/Diagrama_de_pareto.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDiagrama_de_Pareto.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200212%2Fus-east-1%2Fs3%2Fa
- Singh, S. (1997). *Control de calidad total: claves, metodologías y administración para el éxito*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 19 de Mayo de 2020, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3193859>
- Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: MargeBooks.
- Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: ICG Marge.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso*. Barcelona: Marge Books.

Socconini, L., & Reato, C. (2019). *Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas*. Barcelona: Marge Books.

Textiles ITTS CIA. LTDA. (2018). *Estado de Resultados*. Quito.

Walter, S. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. Ciudad de México: El Cid Editor . Recuperado el 16 de Abril de 2020, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3181320>.

ANEXOS

1. Carta de Control p y np

Prop. Media	0.064630003
Desviación	0.056455243

Subg. Prom.	32
LIC Teórico	-0.065763235

Subgrupo	Fecha	Pieza (n_i)	Segundas (d_i)	Proporción (p_i)	LSC	LIC	Media
1	15-Jan	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
2	16-Jan	50	3	0.0600	0.19502324	0	0.06463
3	17-Jan	52	9	0.1731	0.19502324	0	0.06463
4	18-Jan	30	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
5	21-Jan	46	4	0.0870	0.19502324	0	0.06463
6	22-Jan	66	5	0.0758	0.19502324	0	0.06463
7	23-Jan	48	7	0.1458	0.19502324	0	0.06463
8	24-Jan	50	7	0.1400	0.19502324	0	0.06463
9	25-Jan	42	3	0.0714	0.19502324	0	0.06463
10	28-Jan	32	3	0.0938	0.19502324	0	0.06463
11	29-Jan	38	3	0.0789	0.19502324	0	0.06463
12	30-Jan	52	6	0.1154	0.19502324	0	0.06463
13	31-Jan	30	2	0.0667	0.19502324	0	0.06463
14	4-Feb	42	3	0.0714	0.19502324	0	0.06463
15	5-Feb	50	4	0.0800	0.19502324	0	0.06463
16	6-Feb	50	8	0.1600	0.19502324	0	0.06463
17	7-Feb	50	6	0.1200	0.19502324	0	0.06463
18	8-Feb	38	5	0.1316	0.19502324	0	0.06463
19	11-Feb	40	10	0.2500	0.19502324	0	0.06463
20	12-Feb	49	4	0.0816	0.19502324	0	0.06463
21	13-Feb	70	4	0.0571	0.19502324	0	0.06463
22	14-Feb	43	4	0.0930	0.19502324	0	0.06463
23	18-Feb	14	1	0.0714	0.19502324	0	0.06463
24	19-Feb	66	7	0.1061	0.19502324	0	0.06463
25	20-Feb	52	6	0.1154	0.19502324	0	0.06463
26	21-Feb	42	4	0.0952	0.19502324	0	0.06463
27	22-Feb	30	2	0.0667	0.19502324	0	0.06463
28	25-Feb	40	1	0.0250	0.19502324	0	0.06463
29	26-Feb	52	4	0.0769	0.19502324	0	0.06463
30	27-Feb	38	3	0.0789	0.19502324	0	0.06463
31	28-Feb	50	1	0.0200	0.19502324	0	0.06463
32	6-Mar	32	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
33	7-Mar	46	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
34	8-Mar	48	9	0.1875	0.19502324	0	0.06463
35	11-Mar	46	3	0.0652	0.19502324	0	0.06463

36	12-Mar	4	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
37	1-Apr	14	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
38	2-Apr	24	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
39	3-Apr	36	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
40	4-Apr	32	1	0.0313	0.19502324	0	0.06463
41	5-Apr	28	2	0.0714	0.19502324	0	0.06463
42	8-Apr	40	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
43	9-Apr	48	2	0.0417	0.19502324	0	0.06463
44	10-Apr	44	5	0.1136	0.19502324	0	0.06463
45	11-Apr	32	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
46	15-Apr	38	4	0.1053	0.19502324	0	0.06463
47	16-Apr	30	3	0.1000	0.19502324	0	0.06463
48	17-Apr	48	3	0.0625	0.19502324	0	0.06463
49	18-Apr	32	4	0.1250	0.19502324	0	0.06463
50	22-Apr	40	1	0.0250	0.19502324	0	0.06463
51	23-Apr	32	1	0.0313	0.19502324	0	0.06463
52	24-Apr	24	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
53	25-Apr	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
54	30-Apr	16	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
55	1-May	22	1	0.0455	0.19502324	0	0.06463
56	2-May	16	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
57	6-May	20	1	0.0500	0.19502324	0	0.06463
58	7-May	24	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
59	8-May	38	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
60	9-May	22	2	0.0909	0.19502324	0	0.06463
61	13-May	38	3	0.0789	0.19502324	0	0.06463
62	14-May	48	2	0.0417	0.19502324	0	0.06463
63	15-May	52	7	0.1346	0.19502324	0	0.06463
64	16-May	62	6	0.0968	0.19502324	0	0.06463
65	17-May	22	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
66	20-May	46	2	0.0435	0.19502324	0	0.06463
67	21-May	38	4	0.1053	0.19502324	0	0.06463
68	22-May	20	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
69	23-May	8	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
70	27-May	38	1	0.0263	0.19502324	0	0.06463
71	28-May	32	1	0.0313	0.19502324	0	0.06463
72	29-May	39	1	0.0256	0.19502324	0	0.06463
73	30-May	20	1	0.0500	0.19502324	0	0.06463
74	31-May	8	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
75	3-Jun	20	4	0.2000	0.19502324	0	0.06463
76	4-Jun	30	4	0.1333	0.19502324	0	0.06463
77	5-Jun	42	2	0.0476	0.19502324	0	0.06463
78	6-Jun	26	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463

79	10-Jun	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
80	11-Jun	28	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
81	12-Jun	40	3	0.0750	0.19502324	0	0.06463
82	13-Jun	44	5	0.1136	0.19502324	0	0.06463
83	14-Jun	34	2	0.0588	0.19502324	0	0.06463
84	17-Jun	22	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
85	18-Jun	22	1	0.0455	0.19502324	0	0.06463
86	20-Jun	12	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
87	24-Jun	30	1	0.0333	0.19502324	0	0.06463
88	25-Jun	36	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
89	26-Jun	31	1	0.0323	0.19502324	0	0.06463
90	27-Jun	32	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
91	1-Jul	46	6	0.1304	0.19502324	0	0.06463
92	2-Jul	39	3	0.0769	0.19502324	0	0.06463
93	3-Jul	38	1	0.0263	0.19502324	0	0.06463
94	4-Jul	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
95	8-Jul	36	4	0.1111	0.19502324	0	0.06463
96	9-Jul	4	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
97	10-Jul	12	1	0.0833	0.19502324	0	0.06463
98	15-Jul	20	1	0.0500	0.19502324	0	0.06463
99	16-Jul	44	2	0.0455	0.19502324	0	0.06463
100	17-Jul	28	2	0.0714	0.19502324	0	0.06463
101	18-Jul	28	1	0.0357	0.19502324	0	0.06463
102	19-Jul	32	3	0.0938	0.19502324	0	0.06463
103	22-Jul	18	1	0.0556	0.19502324	0	0.06463
104	23-Jul	30	2	0.0667	0.19502324	0	0.06463
105	24-Jul	42	1	0.0238	0.19502324	0	0.06463
106	25-Jul	12	1	0.0833	0.19502324	0	0.06463
107	26-Jul	32	1	0.0313	0.19502324	0	0.06463
108	29-Jul	32	1	0.0313	0.19502324	0	0.06463
109	30-Jul	56	2	0.0357	0.19502324	0	0.06463
110	31-Jul	52	5	0.0962	0.19502324	0	0.06463
111	1-Aug	46	1	0.0217	0.19502324	0	0.06463
112	2-Aug	18	1	0.0556	0.19502324	0	0.06463
113	5-Aug	44	4	0.0909	0.19502324	0	0.06463
114	6-Aug	40	3	0.0750	0.19502324	0	0.06463
115	7-Aug	52	2	0.0385	0.19502324	0	0.06463
116	8-Aug	34	4	0.1176	0.19502324	0	0.06463
117	12-Aug	44	2	0.0455	0.19502324	0	0.06463
118	13-Aug	28	3	0.1071	0.19502324	0	0.06463
119	14-Aug	4	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
120	20-Aug	16	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
121	21-Aug	56	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463

122	22-Aug	52	1	0.0192	0.19502324	0	0.06463
123	23-Aug	12	2	0.1667	0.19502324	0	0.06463
124	26-Aug	60	2	0.0333	0.19502324	0	0.06463
125	27-Aug	77	3	0.0390	0.19502324	0	0.06463
126	28-Aug	78	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
127	29-Aug	48	2	0.0417	0.19502324	0	0.06463
128	2-Sep	3	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
129	3-Sep	12	3	0.2500	0.19502324	0	0.06463
130	4-Sep	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
131	5-Sep	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
132	9-Sep	16	4	0.2500	0.19502324	0	0.06463
133	10-Sep	24	3	0.1250	0.19502324	0	0.06463
134	11-Sep	22	2	0.0909	0.19502324	0	0.06463
135	12-Sep	24	3	0.1250	0.19502324	0	0.06463
136	13-Sep	16	2	0.1250	0.19502324	0	0.06463
137	16-Sep	20	1	0.0500	0.19502324	0	0.06463
138	17-Sep	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
139	18-Sep	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
140	19-Sep	24	2	0.0833	0.19502324	0	0.06463
141	20-Sep	22	3	0.1364	0.19502324	0	0.06463
142	23-Sep	20	2	0.1000	0.19502324	0	0.06463
143	24-Sep	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
144	25-Sep	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
145	1-Oct	14	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
146	2-Oct	24	1	0.0417	0.19502324	0	0.06463
147	7-Oct	4	1	0.2500	0.19502324	0	0.06463
148	14-Oct	12	1	0.0833	0.19502324	0	0.06463
149	15-Oct	10	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
150	16-Oct	12	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
151	17-Oct	14	2	0.1429	0.19502324	0	0.06463
152	3-Dec	6	1	0.1667	0.19502324	0	0.06463
153	4-Dec	2	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
154	9-Dec	18	3	0.1667	0.19502324	0	0.06463
155	10-Dec	38	2	0.0526	0.19502324	0	0.06463
156	11-Dec	50	2	0.0400	0.19502324	0	0.06463
157	12-Dec	36	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
158	13-Dec	22	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
159	16-Dec	18	2	0.1111	0.19502324	0	0.06463
160	17-Dec	14	0	0.0000	0.19502324	0	0.06463
161	18-Dec	23	1	0.0435	0.19502324	0	0.06463
162	19-Dec	12	1	0.0833	0.19502324	0	0.06463

162

5230

2. Disponibilidad Anual

MÁQUINA 5								
FECHA	PIEZAS	FALLAS	UT	FT	DT	PM	PARO	TOTAL
9-Jan	22	2	14.67	0.33	0.78		1.12	15.78
10-Jan	28	5	18.67	0.83	0.78		1.62	20.28
11-Jan	28	5	18.67	0.83	0.78		1.62	20.28
14-Jan	18	0	12.00	0.00	0.78		0.78	12.78
15-Jan	26	3	17.33	0.50	0.78		1.28	18.62
16-Jan	22	4	14.67	0.67	0.78	5.00	6.45	21.12
17-Jan	24	9	16.00	1.50	0.78		2.28	18.28
18-Jan	4	1	2.67	0.17	0.78		0.95	3.62
21-Jan	14	7	9.33	1.17	0.78		1.95	11.28
22-Jan	26	6	17.33	1.00	0.78	4.00	5.78	23.12
23-Jan	28	2	18.67	0.33	0.78	3.00	4.12	22.78
24-Jan	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
25-Jan	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
28-Jan	16	1	10.67	0.17	0.78	5.00	5.95	16.62
29-Jan	18	4	12.00	0.67	0.78		1.45	13.45
30-Jan	24	7	16.00	1.17	0.78	5.00	6.95	22.95
31-Jan	16	2	10.67	0.33	0.78		1.12	11.78
4-Feb	18	3	12.00	0.50	0.78	4.00	5.28	17.28
5-Feb	24	10	16.00	1.67	0.78	4.00	6.45	22.45
6-Feb	24	4	16.00	0.67	0.78	5.00	6.45	22.45
7-Feb	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
8-Feb	22	4	14.67	0.67	0.78		1.45	16.12
11-Feb	22	3	14.67	0.50	0.78		1.28	15.95
12-Feb	12	5	8.00	0.83	0.78	6.00	7.62	15.62
13-Feb	21	3	14.00	0.50	0.78	5.00	6.28	20.28
14-Feb	12	4	8.00	0.67	0.78		1.45	9.45
18-Feb	20	3	13.33	0.50	0.78	5.00	6.28	19.62
19-Feb	24	2	16.00	0.33	0.78	4.00	5.12	21.12
20-Feb	24	1	16.00	0.17	0.78	5.00	5.95	21.95
21-Feb	26	3	17.33	0.50	0.78		1.28	18.62
22-Feb	16	1	10.67	0.17	0.78		0.95	11.62
25-Feb	16	0	10.67	0.00	0.78		0.78	11.45
26-Feb	14	2	9.33	0.33	0.78		1.12	10.45
27-Feb	4	0	2.67	0.00	0.78	4.00	4.78	7.45
28-Feb	18	1	12.00	0.17	0.78		0.95	12.95
6-Mar	22	0	14.67	0.00	0.78	6.00	6.78	21.45
7-Mar	26	3	17.33	0.50	0.78	4.00	5.28	22.62
8-Mar	26	0	17.33	0.00	0.78		0.78	18.12
11-Mar	8	0	5.33	0.00	0.78		0.78	6.12

12-Mar	4	0	2.67	0.00	0.78		0.78	3.45
13-Mar	24	10	16.00	1.67	0.78	4.00	6.45	22.45
14-Mar	4	1	2.67	0.17	0.78		0.95	3.62
19-Mar	22	2	14.67	0.33	0.78	4.00	5.12	19.78
20-Mar	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
21-Mar	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
22-Mar	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
25-Mar	24	0	16.00	0.00	0.78		0.78	16.78
26-Mar	28	3	18.67	0.50	0.78		1.28	19.95
27-Mar	8	0	5.33	0.00	0.78		0.78	6.12
1-Apr	10	1	6.67	0.17	0.78	4.00	4.95	11.62
2-Apr	24	1	16.00	0.17	0.78		0.95	16.95
3-Apr	27	2	18.00	0.33	0.78		1.12	19.12
4-Apr	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
5-Apr	6	1	4.00	0.17	0.78		0.95	4.95
8-Apr	20	1	13.33	0.17	0.78		0.95	14.28
9-Apr	21	4	14.00	0.67	0.78		1.45	15.45
10-Apr	16	10	10.67	1.67	0.78	6.00	8.45	19.12
11-Apr	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
15-Apr	12	8	8.00	1.33	0.78		2.12	10.12
17-Apr	12	1	8.00	0.17	0.78	5.00	5.95	13.95
18-Apr	16	2	10.67	0.33	0.78		1.12	11.78
22-Apr	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
23-Apr	24	1	16.00	0.17	0.78	6.00	6.95	22.95
24-Apr	22	3	14.67	0.50	0.78		1.28	15.95
25-Apr	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
26-Apr	6	1	4.00	0.17	0.78		0.95	4.95
29-Apr	20	1	13.33	0.17	0.78		0.95	14.28
30-Apr	24	1	16.00	0.17	0.78	5.00	5.95	21.95
1-May	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
2-May	16	1	10.67	0.17	0.78		0.95	11.62
6-May	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
7-May	24	2	16.00	0.33	0.78		1.12	17.12
8-May	24	2	16.00	0.33	0.78		1.12	17.12
9-May	14	3	9.33	0.50	0.78	5.00	6.28	15.62
13-May	18	6	12.00	1.00	0.78		1.78	13.78
14-May	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
15-May	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
16-May	19	1	12.67	0.17	0.78	6.00	6.95	19.62
17-May	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
20-May	16	0	10.67	0.00	0.78		0.78	11.45
21-May	26	1	17.33	0.17	0.78		0.95	18.28
22-May	22	6	14.67	1.00	0.78	5.00	6.78	21.45

23-May	12	7	8.00	1.17	0.78		1.95	9.95
27-May	15	14	10.00	2.33	0.78		3.12	13.12
28-May	2	1	1.33	0.17	0.78	4.00	4.95	6.28
29-May	13	4	8.67	0.67	0.78	5.00	6.45	15.12
30-May	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
31-May	8	2	5.33	0.33	0.78		1.12	6.45
3-Jun	16	3	10.67	0.50	0.78		1.28	11.95
4-Jun	6	0	4.00	0.00	0.78	4.00	4.78	8.78
5-Jun	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
6-Jun	18	0	12.00	0.00	0.78		0.78	12.78
10-Jun	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
11-Jun	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
12-Jun	28	1	18.67	0.17	0.78		0.95	19.62
13-Jun	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
14-Jun	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
17-Jun	22	2	14.67	0.33	0.78		1.12	15.78
18-Jun	28	2	18.67	0.33	0.78	5.00	6.12	24.78
19-Jun	22	4	14.67	0.67	0.78		1.45	16.12
20-Jun	24	3	16.00	0.50	0.78	5.00	6.28	22.28
24-Jun	24	1	16.00	0.17	0.78	4.00	4.95	20.95
25-Jun	18	2	12.00	0.33	0.78	4.00	5.12	17.12
26-Jun	27	3	18.00	0.50	0.78		1.28	19.28
27-Jun	20	7	13.33	1.17	0.78		1.95	15.28
1-Jul	26	5	17.33	0.83	0.78		1.62	18.95
2-Jul	28	5	18.67	0.83	0.78		1.62	20.28
3-Jul	28	12	18.67	2.00	0.78	2.00	4.78	23.45
4-Jul	10	0	6.67	0.00	0.78	4.00	4.78	11.45
8-Jul	20	2	13.33	0.33	0.78	4.00	5.12	18.45
9-Jul	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
10-Jul	16	11	10.67	1.83	0.78		2.62	13.28
11-Jul	12	6	8.00	1.00	0.78		1.78	9.78
12-Jul	8	2	5.33	0.33	0.78		1.12	6.45
13-Jul	8	6	5.33	1.00	0.78		1.78	7.12
15-Jul	20	8	13.33	1.33	0.78		2.12	15.45
16-Jul	26	8	17.33	1.33	0.78	4.00	6.12	23.45
17-Jul	30	1	20.00	0.17	0.78	3.00	3.95	23.95
18-Jul	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
19-Jul	14	0	9.33	0.00	0.78		0.78	10.12
22-Jul	12	1	8.00	0.17	0.78		0.95	8.95
23-Jul	28	4	18.67	0.67	0.78		1.45	20.12
24-Jul	4	1	2.67	0.17	0.78		0.95	3.62
29-Jul	12	0	8.00	0.00	0.78		0.78	8.78
30-Jul	22	2	14.67	0.33	0.78	4.00	5.12	19.78

31-Jul	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
1-Aug	26	2	17.33	0.33	0.78		1.12	18.45
2-Aug	10	0	6.67	0.00	0.78		0.78	7.45
5-Aug	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
6-Aug	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
7-Aug	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
8-Aug	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
12-Aug	24	1	16.00	0.17	0.78		0.95	16.95
13-Aug	24	6	16.00	1.00	0.78	4.00	5.78	21.78
14-Aug	22	12	14.67	2.00	0.78		2.78	17.45
15-Aug	24	12	16.00	2.00	0.78		2.78	18.78
16-Aug	16	8	10.67	1.33	0.78		2.12	12.78
19-Aug	20	10	13.33	1.67	0.78		2.45	15.78
20-Aug	26	4	17.33	0.67	0.78	3.00	4.45	21.78
21-Aug	28	0	18.67	0.00	0.78		0.78	19.45
22-Aug	4	0	2.67	0.00	0.78		0.78	3.45
26-Aug	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
27-Aug	28	0	18.67	0.00	0.78		0.78	19.45
28-Aug	28	0	18.67	0.00	0.78		0.78	19.45
29-Aug	16	0	10.67	0.00	0.78		0.78	11.45
2-Sep	3	1	2.00	0.17	0.78		0.95	2.95
3-Sep	20	4	13.33	0.67	0.78	4.00	5.45	18.78
4-Sep	28	0	18.67	0.00	0.78		0.78	19.45
5-Sep	28	3	18.67	0.50	0.78		1.28	19.95
9-Sep	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
10-Sep	18	0	12.00	0.00	0.78	5.00	5.78	17.78
11-Sep	4	0	2.67	0.00	0.78		0.78	3.45
12-Sep	14	0	9.33	0.00	0.78		0.78	10.12
16-Sep	10	0	6.67	0.00	0.78		0.78	7.45
17-Sep	12	6	8.00	1.00	0.78	4.00	5.78	13.78
18-Sep	20	1	13.33	0.17	0.78	5.00	5.95	19.28
19-Sep	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
20-Sep	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
23-Sep	18	15	12.00	2.50	0.78	5.00	8.28	20.28
24-Sep	24	7	16.00	1.17	0.78		1.95	17.95
25-Sep	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
26-Sep	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
27-Sep	16	1	10.67	0.17	0.78	5.00	5.95	16.62
30-Sep	24	1	16.00	0.17	0.78		0.95	16.95
1-Oct	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
2-Oct	14	1	9.33	0.17	0.78		0.95	10.28
7-Oct	6	0	4.00	0.00	0.78		0.78	4.78
14-Oct	6	0	4.00	0.00	0.78		0.78	4.78

15-Oct	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
16-Oct	6	0	4.00	0.00	0.78		0.78	4.78
8-Nov	7	5	4.67	0.83	0.78	6.00	7.62	12.28
11-Nov	2	0	1.33	0.00	0.78		0.78	2.12
19-Nov	16	1	10.67	0.17	0.78	5.00	5.95	16.62
20-Nov	14	1	9.33	0.17	0.78		0.95	10.28
21-Nov	14	0	9.33	0.00	0.78		0.78	10.12
25-Nov	24	0	16.00	0.00	0.78		0.78	16.78
26-Nov	30	0	20.00	0.00	0.78		0.78	20.78
27-Nov	28	0	18.67	0.00	0.78		0.78	19.45
28-Nov	32	0	21.33	0.00	0.78		0.78	22.12
3-Dec	16	3	10.67	0.50	0.78	4.00	5.28	15.95
4-Dec	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
5-Dec	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45
9-Dec	18	3	12.00	0.50	0.78		1.28	13.28
10-Dec	24	4	16.00	0.67	0.78	5.00	6.45	22.45
11-Dec	28	2	18.67	0.33	0.78		1.12	19.78
12-Dec	12	1	8.00	0.17	0.78		0.95	8.95
18-Dec	19	3	12.67	0.50	0.78	5.00	6.28	18.95
19-Dec	14	0	9.33	0.00	0.78		0.78	10.12
Totales	3594.00	522.00	2396.00	87.00	147.27	236.00	470.27	2866.27
Promedio	19	3	12.74	0.46	0.78	4.54	2.50	

MÁQUINA 10								
FECHA	PIEZAS	FALLAS	UT	FT	DT	PM	PARO	TOTAL
10-Jan	16	5	10.67	0.83	0.78		1.62	12.28
11-Jan	24	9	16.00	1.50	0.78		2.28	18.28
14-Jan	14	4	9.33	0.67	0.78		1.45	10.78
15-Jan	24	6	16.00	1.00	0.78	5.00	6.78	22.78
16-Jan	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45
17-Jan	24	11	16.00	1.83	0.78		2.62	18.62
18-Jan	14	3	9.33	0.50	0.78		1.28	10.62
21-Jan	20	6	13.33	1.00	0.78		1.78	15.12
22-Jan	22	6	14.67	1.00	0.78		1.78	16.45
23-Jan	22	6	14.67	1.00	0.78		1.78	16.45
24-Jan	26	5	17.33	0.83	0.78		1.62	18.95
25-Jan	18	1	12.00	0.17	0.78		0.95	12.95
28-Jan	14	2	9.33	0.33	0.78		1.12	10.45
29-Jan	18	5	12.00	0.83	0.78		1.62	13.62
30-Jan	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
31-Jan	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
4-Feb	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62

5-Feb	22	4	14.67	0.67	0.78		1.45	16.12
6-Feb	24	7	16.00	1.17	0.78		1.95	17.95
7-Feb	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
8-Feb	18	5	12.00	0.83	0.78		1.62	13.62
11-Feb	18	7	12.00	1.17	0.78		1.95	13.95
12-Feb	24	11	16.00	1.83	0.78		2.62	18.62
13-Feb	24	7	16.00	1.17	0.78		1.95	17.95
14-Feb	16	5	10.67	0.83	0.78		1.62	12.28
18-Feb	14	8	9.33	1.33	0.78		2.12	11.45
19-Feb	26	9	17.33	1.50	0.78		2.28	19.62
20-Feb	28	7	18.67	1.17	0.78		1.95	20.62
21-Feb	20	6	13.33	1.00	0.78		1.78	15.12
22-Feb	16	3	10.67	0.50	0.78		1.28	11.95
25-Feb	20	4	13.33	0.67	0.78		1.45	14.78
26-Feb	28	5	18.67	0.83	0.78		1.62	20.28
27-Feb	18	6	12.00	1.00	0.78		1.78	13.78
28-Feb	16	1	10.67	0.17	0.78		0.95	11.62
6-Mar	6	2	4.00	0.33	0.78	6.00	7.12	11.12
7-Mar	22	2	14.67	0.33	0.78	4.00	5.12	19.78
8-Mar	28	10	18.67	1.67	0.78		2.45	21.12
11-Mar	24	1	16.00	0.17	0.78		0.95	16.95
12-Mar	18	5	12.00	0.83	0.78	5.00	6.62	18.62
13-Mar	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
14-Mar	24	6	16.00	1.00	0.78		1.78	17.78
18-Mar	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
20-Mar	18	2	12.00	0.33	0.78		1.12	13.12
21-Mar	16	1	10.67	0.17	0.78		0.95	11.62
22-Mar	8	0	5.33	0.00	0.78		0.78	6.12
25-Mar	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
26-Mar	20	7	13.33	1.17	0.78	5.00	6.95	20.28
27-Mar	20	6	13.33	1.00	0.78		1.78	15.12
28-Mar	6	0	4.00	0.00	0.78		0.78	4.78
1-Apr	12	4	8.00	0.67	0.78	4.00	5.45	13.45
2-Apr	24	2	16.00	0.33	0.78		1.12	17.12
3-Apr	24	0	16.00	0.00	0.78	5.00	5.78	21.78
4-Apr	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
5-Apr	14	3	9.33	0.50	0.78		1.28	10.62
8-Apr	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
9-Apr	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45
10-Apr	24	6	16.00	1.00	0.78		1.78	17.78
11-Apr	16	0	10.67	0.00	0.78		0.78	11.45
15-Apr	20	4	13.33	0.67	0.78		1.45	14.78
16-Apr	14	4	9.33	0.67	0.78		1.45	10.78

17-Apr	12	4	8.00	0.67	0.78		1.45	9.45
23-Apr	4	6	2.67	1.00	0.78	4.00	5.78	8.45
24-Apr	4	9	2.67	1.50	0.78		2.28	4.95
25-Apr	4	12	2.67	2.00	0.78		2.78	5.45
29-Apr	4	6	2.67	1.00	0.78		1.78	4.45
30-Apr	24	4	16.00	0.67	0.78	4.00	5.45	21.45
1-May	26	4	17.33	0.67	0.78		1.45	18.78
2-May	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
6-May	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45
7-May	28	7	18.67	1.17	0.78		1.95	20.62
8-May	28	4	18.67	0.67	0.78		1.45	20.12
9-May	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
13-May	20	6	13.33	1.00	0.78	5.00	6.78	20.12
14-May	24	6	16.00	1.00	0.78		1.78	17.78
15-May	24	7	16.00	1.17	0.78		1.95	17.95
16-May	24	6	16.00	1.00	0.78		1.78	17.78
17-May	6	2	4.00	0.33	0.78		1.12	5.12
20-May	16	2	10.67	0.33	0.78		1.12	11.78
21-May	12	4	8.00	0.67	0.78		1.45	9.45
22-May	12	2	8.00	0.33	0.78		1.12	9.12
23-May	8	2	5.33	0.33	0.78		1.12	6.45
27-May	20	0	13.33	0.00	0.78		0.78	14.12
28-May	14	2	9.33	0.33	0.78		1.12	10.45
29-May	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
30-May	18	3	12.00	0.50	0.78		1.28	13.28
31-May	8	0	5.33	0.00	0.78		0.78	6.12
3-Jun	20	8	13.33	1.33	0.78		2.12	15.45
4-Jun	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
5-Jun	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
6-Jun	8	0	5.33	0.00	0.78		0.78	6.12
12-Jun	12	4	8.00	0.67	0.78		1.45	9.45
13-Jun	16	5	10.67	0.83	0.78		1.62	12.28
14-Jun	16	3	10.67	0.50	0.78		1.28	11.95
17-Jun	20	4	13.33	0.67	0.78	6.00	7.45	20.78
18-Jun	28	4	18.67	0.67	0.78		1.45	20.12
19-Jun	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
20-Jun	28	3	18.67	0.50	0.78		1.28	19.95
24-Jun	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
25-Jun	20	10	13.33	1.67	0.78		2.45	15.78
26-Jun	26	7	17.33	1.17	0.78		1.95	19.28
27-Jun	22	4	14.67	0.67	0.78	5.00	6.45	21.12
1-Jul	20	5	13.33	0.83	0.78		1.62	14.95
2-Jul	11	2	7.33	0.33	0.78		1.12	8.45

3-Jul	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
4-Jul	14	4	9.33	0.67	0.78		1.45	10.78
8-Jul	20	4	13.33	0.67	0.78		1.45	14.78
9-Jul	18	4	12.00	0.67	0.78	4.00	5.45	17.45
10-Jul	16	3	10.67	0.50	0.78		1.28	11.95
11-Jul	12	2	8.00	0.33	0.78		1.12	9.12
12-Jul	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
15-Jul	12	1	8.00	0.17	0.78		0.95	8.95
18-Jul	4	1	2.67	0.17	0.78	4.00	4.95	7.62
19-Jul	8	3	5.33	0.50	0.78		1.28	6.62
22-Jul	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
23-Jul	18	1	12.00	0.17	0.78		0.95	12.95
24-Jul	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
25-Jul	4	0	2.67	0.00	0.78		0.78	3.45
26-Jul	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
29-Jul	16	3	10.67	0.50	0.78		1.28	11.95
30-Jul	22	4	14.67	0.67	0.78		1.45	16.12
31-Jul	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
1-Aug	20	1	13.33	0.17	0.78		0.95	14.28
2-Aug	8	1	5.33	0.17	0.78		0.95	6.28
5-Aug	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
6-Aug	18	3	12.00	0.50	0.78		1.28	13.28
7-Aug	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
8-Aug	14	6	9.33	1.00	0.78		1.78	11.12
12-Aug	20	2	13.33	0.33	0.78		1.12	14.45
13-Aug	20	5	13.33	0.83	0.78		1.62	14.95
14-Aug	24	7	16.00	1.17	0.78	5.00	6.95	22.95
15-Aug	22	10	14.67	1.67	0.78		2.45	17.12
16-Aug	12	5	8.00	0.83	0.78		1.62	9.62
19-Aug	20	3	13.33	0.50	0.78	5.00	6.28	19.62
20-Aug	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
21-Aug	22	0	14.67	0.00	0.78	4.00	4.78	19.45
22-Aug	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
23-Aug	4	4	2.67	0.67	0.78		1.45	4.12
26-Aug	16	0	10.67	0.00	0.78		0.78	11.45
27-Aug	25	4	16.67	0.67	0.78		1.45	18.12
28-Aug	24	2	16.00	0.33	0.78		1.12	17.12
29-Aug	12	1	8.00	0.17	0.78		0.95	8.95
3-Sep	12	6	8.00	1.00	0.78		1.78	9.78
4-Sep	24	2	16.00	0.33	0.78		1.12	17.12
5-Sep	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
9-Sep	16	4	10.67	0.67	0.78		1.45	12.12
10-Sep	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45

11-Sep	22	3	14.67	0.50	0.78		1.28	15.95
12-Sep	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
13-Sep	16	5	10.67	0.83	0.78		1.62	12.28
16-Sep	20	4	13.33	0.67	0.78		1.45	14.78
17-Sep	24	6	16.00	1.00	0.78		1.78	17.78
18-Sep	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
19-Sep	24	5	16.00	0.83	0.78		1.62	17.62
20-Sep	22	6	14.67	1.00	0.78		1.78	16.45
23-Sep	20	3	13.33	0.50	0.78		1.28	14.62
24-Sep	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
25-Sep	24	4	16.00	0.67	0.78		1.45	17.45
26-Sep	10	0	6.67	0.00	0.78	5.00	5.78	12.45
27-Sep	14	2	9.33	0.33	0.78		1.12	10.45
30-Sep	20	4	13.33	0.67	0.78		1.45	14.78
1-Oct	24	3	16.00	0.50	0.78		1.28	17.28
2-Oct	22	5	14.67	0.83	0.78		1.62	16.28
27-Nov	4	11	2.67	1.83	0.78	6.00	8.62	11.28
28-Nov	18	8	12.00	1.33	0.78		2.12	14.12
29-Nov	20	6	13.33	1.00	0.78		1.78	15.12
2-Dec	18	5	12.00	0.83	0.78		1.62	13.62
3-Dec	12	6	8.00	1.00	0.78	5.00	6.78	14.78
4-Dec	2	0	1.33	0.00	0.78		0.78	2.12
9-Dec	18	6	12.00	1.00	0.78		1.78	13.78
10-Dec	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
11-Dec	22	5	14.67	0.83	0.78		1.62	16.28
12-Dec	24	1	16.00	0.17	0.78		0.95	16.95
13-Dec	22	2	14.67	0.33	0.78		1.12	15.78
16-Dec	18	3	12.00	0.50	0.78		1.28	13.28
17-Dec	14	3	9.33	0.50	0.78		1.28	10.62
18-Dec	22	1	14.67	0.17	0.78		0.95	15.62
19-Dec	12	2	8.00	0.33	0.78		1.12	9.12
Totales	3258.00	707.00	2172.00	117.83	138.65	96.00	352.48	2524.48
Promedio	18	4	12.27	0.67	0.78	4.80	1.99	

3. AMEF de Fallos en Tejeduría.

Sistema	INDUSTRIAL TEXTILES ITTS CIA. LTDA.
Subsistema	Área de Tejeduría
Componente	Jersey 175 g/m2 DUBAI y PALORA
Objetivo	Identificar modos de problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso de tejido.

AMEF Número	001
Elaborado por	Sebastián Santillán S.
Fecha de Elaboración	5/2/2020
Fecha de Revisión	

Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Método de detección	Detección	NPR	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones				
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva	Nueva	Nueva	Nuevo RPN
Tejeduría	Picaduras (PC)	Se producen huecos en la tela.	4	La aguja se ha quedado sin hilo y empieza a picar la tela en lugar de tejer.	5	Inspección visual de la tela. Scanner	4	80	Verificar constantemente que las agujas contengan hilo.						
	Huecos (HC)	Se generan agujeros de hasta 2 cm de diámetro.	4	Hilo irregular/débil que se rompe.	6	Inspección visual de la tela.	5	120	Prueba en laboratorio de fricción.						
				Hilo de baja resistencia.		Sensores de la máquina generan una alerta.			Reclamar al proveedor falla en la resistencia.						
Falla de aguja (FA)	Huecos por desprendimiento en la tela.	5	El hilo tejido se desprende de la aguja.	7	Inspección visual durante el tejido.	3	105	Capacitar al operario en el procedimiento de enhebrado.							

	Canales en vertical no tejidos.		Se pierde el tejido antes de iniciar una nueva malla.					Revisar la fricción durante el hilado.							
Caídas en tejido (CD)	Se producen hileras sin tejerse, dejando un canal en el tejido.	6	Hilo áspero o debilitado, se rompe con la manipulación de la máquina. Error en la calibración de platinas, camones o agujas.	7	Inspección visual de la tela.	3	126	Disminuir la velocidad del tejido.							
	La tela se desprende.							Propender una fricción del hilo entre 0.12 y 0.18.							
	Pueden producirse agujeros.							Mermar el corte de tela.							
Aceite (MA)	Aparecen líneas continuas de color negro o café.	3	La máquina fue lubricada de más.	3	Inspección visual de la tela.	5	45	Regular la cantidad de aceite de acuerdo con el material. Regular calibradores.							
	Manchas oscuras de diferente diámetro.		Existe aceite sobrante no removido.					Lavar la tela con solventes como Silol.							
Reventón (RV)	Presencia de una línea horizontal	5	Rotura de hilo por baja resistencia.	7	Inspección visual de la tela. Sensores	3	105	Revisión de sensores y purgadores.							
Caída total (CT)	Canales o mallas horizontales sin tejerse	6	Hilo débil o áspero.	1	Sensores de la máquina generan una alerta.	3	18	Prueba de fricción del hilo en laboratorio.							
					Inspección visual de la tela.			Reducir velocidad en el tejido.							

4. Flujograma del proceso de Tejeduría

