

**REDUCCIÓN DE LA MATERIA PRIMA SOLICITADA EN ADICIONALES PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SALÓN DE TEJIDO DE CALCETINES
CRYSTAL S.A.S.**

ÉLIDA MARÍA ORTIZ HERNÁNDEZ

INFORME DE PRÁCTICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

ASESOR PRÁCTICA ACADÉMICA

María Elena Bedoya Gómez



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803
FACULTAD DE INGENIERÍA

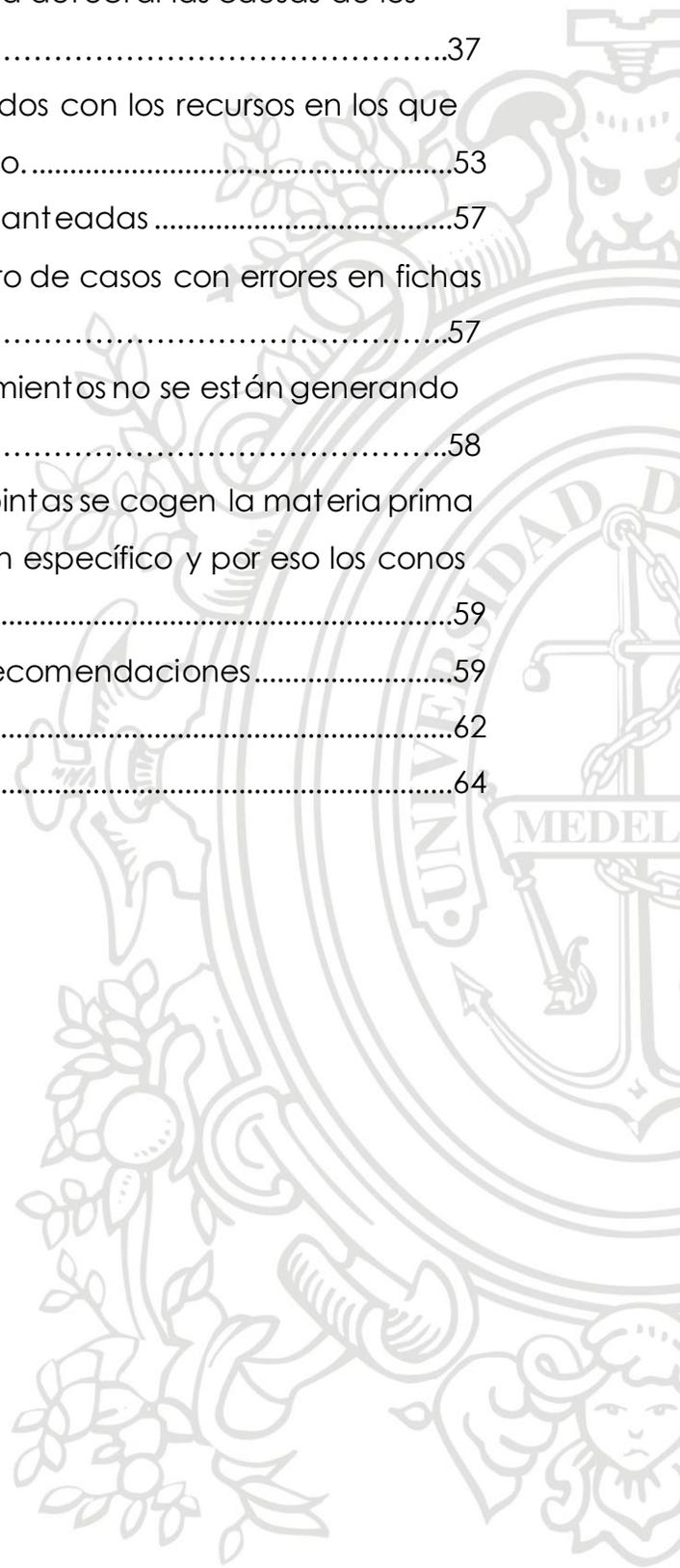
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN-ANTIOQUIA

2019

Contenido

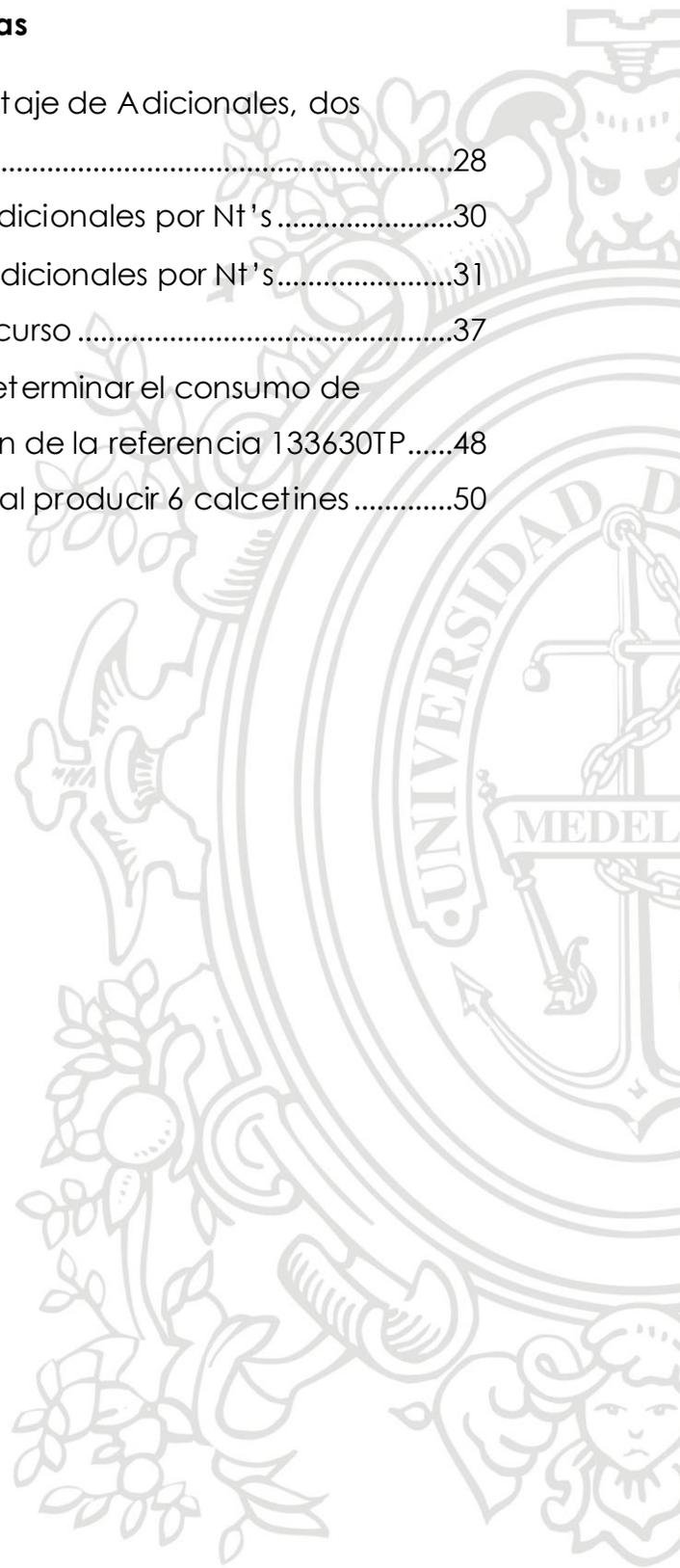
Lista de tablas.....	4
Lista de ilustraciones.....	5
Glosario.....	7
1 Resumen.....	9
2 Introducción.....	11
3 Objetivos.....	15
3.1 Objetivo General.....	15
3.2 Objetivos Específicos.....	15
4 Planteamiento del Problema.....	16
4.1 Descripción de los Antecedentes.....	16
4.2 Formulación del Problema.....	16
5 Marco Teórico.....	19
5.1 Misión.....	19
5.2 Visión.....	20
5.3 Herramientas de Ingeniería Industrial utilizadas durante el desarrollo de la práctica.....	20
5.3.1 Mejoramiento Continuo.....	20
5.3.2 El ciclo Deming.....	20
5.3.3 NTC ISO 9001-2008.....	22
5.3.4 Mejora Continua (Kaizen).....	24
5.3.5 Gráfico Dinámico.....	25
5.3.6 Poka – Yoke.....	26
6 Metodología.....	28
7 Resultados y análisis.....	36

7.1	Seguimiento en planta para detectar las causas de los adicionales	37
7.1.1	Análisis de datos relacionados con los recursos en los que se realiza la producción en el salón de tejido.....	53
7.2	Respuesta a las hipótesis planteadas	57
7.2.1	Hipótesis 1: Hay alto número de casos con errores en fichas de coloridos.	57
7.2.2	Hipótesis 2: Los reabastecimientos no se están generando a tiempo.	58
7.2.3	Hipótesis 3: Entre cambia pintas se cogen la materia prima de otras máquinas para desvarar alguna en específico y por eso los conos en los pasillos se extravían.....	59
7.3	Lecciones Aprendidas y Recomendaciones.....	59
8	Conclusiones.....	62
	Referencias Bibliográficas	64



Lista de tablas

Tabla 1. Ecuaciones del cálculo del porcentaje de Adicionales, dos maneras de calcularlo	28
Tabla 2. Variabilidad en el porcentaje de adicionales por Nt's	30
Tabla 3. Variabilidad en el porcentaje de Adicionales por Nt's	31
Tabla 4. Beneficio obtenido durante el concurso	37
Tabla 5. Ejemplo de los datos hallados al determinar el consumo de materia prima para cada parte del calcetín de la referencia 133630TP	48
Tabla 6. Peso y consumo de materia prima al producir 6 calcetines	50



Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Ciclo Deming. Fuente: (Evans & Lindsay, 2008).....	21
Ilustración 2. Comportamiento de los adicionales haciendo uso de la ecuación 1. Fuente: Elaboración propia	29
Ilustración 3. Comportamiento de los Adicionales haciendo uso de la ecuación 2. Fuente: Elaboración propia	30
Ilustración 4. Número de adicionales por pasillo. Fuente: Elaboración propia	32
Ilustración 5. Número de adicionales por tecnología, pasillo 53. Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 6. Diagrama causa-efecto: Causas de los adicionales. Fuente: Elaboración propia	34
Ilustración 7. Diagrama de Pareto: Causas de los adicionales. Fuente: Elaboración propia	35
Ilustración 8. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 393 entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia	38
Ilustración 9. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 441, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia	39
Ilustración 10. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 447, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia	40
Ilustración 11. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 396, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia	41

Ilustración 12. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 428, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia	42
Ilustración 13. Código de los materiales que más desfase presentaron en el seguimiento a cinco máquinas Tecno, pasillo 53. Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 14. Código de los materiales por los cuales se hizo más pedidos de adicionales entre el 25 de septiembre y 2 de octubre. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 15. Partes del calcetín de donde se acaban los materiales pedidos en adicional. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 16. Frecuencia de los errores de consumo encontrados en fichas de colorido vs partes del calcetín. Fuente: Elaboración propia	45
Ilustración 17. Diagrama de flujo del proceso de determinación del consumo de materia prima para la elaboración de las fichas de colorido en el pasillo de muestras. Fuente: Elaboración propia	47
Ilustración 18. Implementación de filtro para recoger el desperdicio generado por la succión de la máquina. Fuente: Elaboración propia	52
Ilustración 19. Diagrama de flujo del proceso de determinación del consumo de materia prima para la elaboración de las fichas de colorido en el pasillo de muestras, con la implementación del filtro. Fuente: Elaboración propia	53
Ilustración 20. Porcentaje de referencias montadas en tejido en un recurso igual o diferente por pasillo. Fuente: Elaboración propia.....	54
Ilustración 21. Comportamiento en el número de adicionales a partir de la corrección de fichas de colorido. Fuente: Elaboración propia	58

Glosario

Cambia pintas: Persona que en el salón de tejido se encarga de cambiar las pintas (montar materia prima con la misma referencia de la orden anterior, pero colores diferentes) y las referencias cuando un lote termina.

Gomelast: Empresa dedicada a la fabricación de hilos recubiertos y comercialización de materia prima textil.

Valor matriz: Es el color del material. Cuando se habla de material, se hace referencia a un cono con hilo.

MFN: Microfibra 78/68/2, donde 78: Indica el calibre del hilo. 68: Indica que el hilo es de tipo tactel y 2: Indica el número de cabos que tiene la hebra de hilo.

Nt (Necesidad de transporte): Son las solicitudes o requerimientos de materia prima que entrega el área de tejido a la bodega de materia prima.

Pasillo: Espacio largo donde son ubicadas las máquinas que tejen los calcetines.

Portahilo: Un alimentador se puede definir como el punto o sitio donde convergen los elementos de tejido como lo son las agujas, los sinkers y los porta hilos, para realizar el tejido. En calcetería se considera el alimentador principal en donde se elabora la mayor parte del calcetín como lo son el puño, talón y puntera. Por lo general en el alimentador principal de la

máquina se encuentra 8 porta hilos, el enhebrado de los hilos por éstos depende básicamente del tipo de calcetín a fabricar.

Puente: Un puente es una porción de hilo que va de desde un punto a otro, en este caso, es una porción de hilo que va desde donde termina el puño hasta donde inicia la pierna, y desde donde termina la pierna hasta donde inicia el pie.

Seamless: Es una palabra en inglés que traducida al español significa sin costura. En la industria textil existe un tipo de tela llamado tejido de punto, en Crystal manejan dos tipos de tejido de punto: Gran diámetro y pequeño diámetro. En las telas de pequeño diámetro están los calcetines y seamless (prendas sin costura).

SIS: Sistema Integrado de Sap.



1 Resumen

En la búsqueda de disminuir la cantidad de materia prima que se pedía en adicionales en el salón de tejido, fue necesario como primer paso, realizar un diagnóstico de la situación actual en el momento de dar inicio a este proyecto. El diagnóstico se realizó primero que todo bajando a la planta a observar el proceso, como paso siguiente se realizó uso de herramientas de calidad y mejora continua como el diagrama de flujo, listas de verificación, diagrama causas-efecto, entre otras.

Como objetivo general se definió la reducción de la cantidad de materia prima que se solicita en adicionales en el salón de tejido de calcetines de Crystal S.A.S. Para lograr este objetivo fue necesario conocer, el estado de los adicionales en porcentaje con respecto a las Nt's¹ que se despachan desde bodega y con respecto al número de máquinas activas, esto para saber cómo venía comportándose esta problemática.

Dentro de la metodología aplicada se realizó una indagación de cuáles eran los pasillos² más críticos y se enfocó en uno solo, el pasillo 53, pues el número de adicionales que allí pedían superaba hasta el doble a otros pasillos.

Se demostró que parte de los problemas de adicionales radica en la manera como los cambia pintas³ realizan el procedimiento. Se realizó un concurso, con la ayuda de todos los miembros de la división de ingeniería para demostrar los cambia pintas que si se podía mejorar y que se puede pensar en crear una cultura de mejoramiento continuo. En el tiempo que

¹ NT (Necesidad de transporte): Son las solicitudes o requerimientos de materia prima que entrega el área de Tejido a la Bodega de Materia Prima.

² Pasillo: Espacio largo donde son ubicadas las máquinas que tejen los calcetines.

³ Cambia pintas: Persona que en el salón de tejido se encarga de cambiar las pintas (montar materia prima con la misma referencia de la orden anterior, pero colores diferentes) y las referencias cuando un lote termina.

duró el concurso se logró obtener beneficios en cuanto eficiencia en tejido y disminución de la operatividad en bodega de materia prima.

En el desarrollo de este trabajo se podrá observar cómo los errores en fichas de colorido y los cambios de recursos acrecientan el problema generado por el alto pedido de adicionales.



2 Introducción

A lo largo de la vida universitaria se aprenden conceptos, métodos y teorías que serán la piedra angular del profesional a lo largo de la vida laboral. Esta práctica profesional inició con los conocimientos teóricos sobre calidad, mejora continua, optimización de rutas de transporte, control de inventarios y una gran cantidad de otras teorías que se aprenden y que se guardan en la mente como una caja de herramientas. Al llegar a la industria y empezar a sentir los problemas del proceso con el que se está relacionado, se siente un cúmulo de todas esas teorías y quizás se experimente una sensación de no saber por dónde empezar o cómo abordar el problema.

Y en relación a ello, cuando ya se está inmerso en ese mundo industrial se empieza a notar como actualmente en las organizaciones el mejoramiento continuo permite ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, cualquier implementación de mejora por más pequeña que parezca, puede mostrar resultados y ahorros significativos. Por esa razón las organizaciones deben analizar los procesos actuales, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes. El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, mejorando fallas de calidad que generan costos.

La industria textil, desde los años 90 empieza a entrar en una crisis causada por el contrabando, la subfacturación y los precios bajos de telas y productos terminados que ni siquiera alcanzan a cubrir los costos de fabricación de las empresas textiles en Colombia. Según datos del

periódico el país se estimó que en el 2015 el 12% de las importaciones textiles fueron ingresadas al país con precios muy bajos y que estaban por debajo de los costos del mercado, en 2016 este indicador ya estaba alrededor de un 30% y en el año 2017 para el mes de agosto, la cifra iba en un 47%(El país, 2017).

Los representantes del sector han venido presentando propuestas al gobierno nacional, propuestas de tipo normativo y estratégico, relacionados con disminución de impuestos a materias primas importadas, disminución de impuestos a las empresas y fortalecimiento de las exportaciones, entre otras. Mientras estas gestiones siguen estando en la mesa y se llega a un acuerdo, las empresas, como Crystal S.A.S deben pensar desde su estructura estratégica, financiera y operativa cómo mejorar sus procesos internos para poder ofrecer precios que compitan con los precios del mercado.

La empresa Crystal S.A.S es una empresa dedicada a la producción y comercialización de marcas en Latinoamérica. Maneja tres grandes procesos productivos: Tejido de punto, Seamless⁴ y Calcetines. Dos de ellos, los cuales son tejido de punto y calcetines se encuentran ubicados en la planta del municipio de Marinilla en el oriente Antioqueño, el otro proceso, Seamless⁵ se produce en la ciudad de Armenia, Quindío. Crystal además de producir en Colombia, también cuenta con el servicio de una empresa coreana que le maquila prendas de vestir.

La empresa, además de producir telas en tejido de punto, Seamless y calcetines, también cuenta con dos grandes procesos que tienen que ver

⁴ Seamless: Es una palabra en inglés que traducida al español significa sin costura. En la industria textil existe un tipo de tela llamado tejido de punto, en Crystal manejan dos tipos de tejido de punto: Gran diámetro y pequeño diámetro. En las telas de pequeño diámetro están los calcetines y seamless (prendas sin costura).

con la producción de la materia prima, estos procesos son hilandería y tintorería. Dependiendo del tipo de producto que se va a realizar, el material que se necesite para realizar el mismo y de los costos, se decide si producir los hilos en la empresa o comprarlo a un proveedor, y a su vez, se toma la decisión de cuál será ese proveedor, esta última decisión dependerá principalmente de factores relacionados con costos.

En el salón de tejido de calcetines se utilizan distintos tipos de hilos, esto dependiendo del tipo de calcetín a producir. Los hilos de más demanda en el salón de tejido son: algodón, nylon y lycras. A su vez, los algodones más utilizados son: 20/1, 24/1, 30/1, 12/1, 10/1 y 8/12⁶. Todos ellos llegan de colhilados en zona franca. Así mismo, se observa que los nylon más demandados en el salón de tejido son los siguientes: 44/12/2 y 78/24/2 (en términos cotidianos de los empleados y colaboradores se les llama 40/2 y 70/2) y en su mayoría se proveen de Enka de Colombia. Para las lycras, otro material bastante usado en el salón de tejido de calcetines, también se tiene unas referencias que son las más empleadas, y son las siguientes: 120/1 + 78/24/1 (15% lycra y 85% nylon), MFN3⁷ 78/68/2. Las lycras de más alto volumen se proveen de Gomelast⁸ en Perú, en otro porcentaje se realiza la compra de las lycras a Nilit en Israel.

La materia prima en el proceso de producir un lote de calcetines se puede acabar por muchas razones, a continuación, se menciona algunas: porcentaje considerable de segundas, altos porcentajes de desperdicios, errores en la elaboración de fichas de colorido, cambios de recursos, entre otras.

⁶20/1, 24/1, 30/1, 12/1, 10/1 y 8/1: Son títulos de conos de hilos en algodón.

⁷ MFN: Microfibra 78/68/2, donde 78: Indica el calibre del hilo. 68: Indica que el hilo es de tipo tassel y 2: Indica el número de cabos que tiene la hebra de hilo.

⁸ Gomelast: Empresa dedicada a la fabricación de hilos recubiertos y comercialización de materia prima textil.

Cuando a una orden de producción no le alcanza la materia prima que se proporcionó para que una máquina la produzca se debe pedir más materia prima para poder completarla, a esa materia prima que se pide de más se le llama "adicional".

Es por ello, que el desarrollo del proyecto está enmarcado en este aspecto cuando se mencione la palabra "adicional". El problema que se evidencia con el hecho de que un colaborador pida muchos adicionales es la disminución de la eficiencia del proceso en el salón de tejido, pues el tiempo de paro de una máquina por falta de materia prima evidentemente aumenta, y la otra situación que conlleva el excesivo pedido de adicionales es que aumenta la operatividad de los operarios de la bodega, y esto trae como consecuencia la contratación de más personal o el pago de horas extras a los operarios con los que ya cuenta la bodega.

Por lo tanto, el objetivo general de este proyecto será reducir la cantidad de materia prima que se solicita en adicionales en el salón de tejido de calcetines de Crystal S.A.S.

Debido a que el salón de tejido es muy grande, y que los adicionales se presentaban en todos los pasillos, se consideró conveniente enfocarse en el pasillo más crítico, por lo tanto, se inició dando prioridad al pasillo 53 en el tratamiento de los adicionales. Para el desarrollo de este trabajo se mostrará que el pasillo 53 era el pasillo que más adicionales pedía, debido a que, de 7 pasillos con máquinas activas, el pasillo 53 generaba el 32% de los adicionales.

3 Objetivos

3.1. Objetivo General

Reducir la cantidad de materia prima que se solicita en adicionales en el salón de tejido de calcetines de Crystal S.A.S.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de pedir adicionales
- Conocer el proceso de abastecimiento de la materia prima en el salón de tejido
- Entender cuál es el procedimiento correcto que debe realizar un cambia pintas cuando se le agota parte de la materia prima que tiene en una máquina
- Indagar sobre cuáles son las causas por las que los cambia pintas piden adicionales
- Identificar la causa raíz del problema
- Atacar las causas a través de herramientas de mejoramiento continuo
- Capacitar a los cambia pintas en la(s) nueva(s) herramienta(s) a implementar
- Hacer seguimiento a los cambia pintas para verificar que el procedimiento se esté realizando correctamente
- Evaluar los ahorros obtenidos financieramente con la implementación de la (s) herramienta (s)
- Plantear ideas y propuestas que puedan surgir durante el periodo de la práctica.

4 Planteamiento del problema

4.1 Descripción de los Antecedentes

Los adicionales a través del tiempo, han generado preocupación entre quienes se encargan de garantizar la mejora de los procesos en el salón de tejido de calcetines.

El área de tejido de calcetines, intenta constantemente mejorar los indicadores de eficiencia haciendo uso de la ingeniería, utilizando herramientas que conlleven a esa mejora para que al fin se vea reflejada en buenos resultados. Sin embargo, distintas variables golpean fuertemente el proceso productivo, los métodos y tiempos de trabajo.

La empresa busca una disminución en costos y una mayor productividad, es allí donde juega un papel importante el hecho de mejorar la eficiencia en el salón de tejido, hecho que se logra reduciendo al máximo los paros operativos, no operativos, y el número de adicionales, ya que si se pide un adicional, lo más probable es que se deba parar una máquina mientras esa materia prima llega, o también lo que puede suceder en el mejor de los casos es que se tome esa materia prima que se necesita de otra máquina mientras llega la materia prima pedida en el adicional, situación que provoca un efecto tipo burbuja, ya que si se desvara una máquina parando otra, finalmente será la segunda máquina quien tendrá que ser parada por faltante de materia prima.

4.2 Formulación del Problema

De la misma forma como el salón de tejido busca aumentar los niveles de eficiencia, bodega de materia prima busca disminuir la operatividad para responder eficientemente a las necesidades de transporte que son generadas con anterioridad para ser llevadas a

tejido. Las necesidades de transporte que deben ser despachadas desde bodega son tres:

- CR: Cambio de referencia
- CP: Cambio de pinta
- RA: Reajustes

Sin embargo, hay una cuarta necesidad de transporte que se conoce como AD y significa "adicional". Los adicionales deberían existir solo cuando se presente casos especiales en el proceso de tejido. Por ejemplo, cuando llegan conos con problema de calidad, o cuando por algún motivo no llegue algún cono que era necesario para tejer los lotes de la referencia montada y que se encuentran en la ficha de colorido. Como la planta de calcetines cuenta con un grupo de planeación para la producción, y además de eso, cada referencia pasa previamente por el pasillo de muestras, donde se determina la cantidad de materia prima que consume la máquina para cada parte del calcetín, no debería existir entonces adicionales por faltante de materia prima en tejido. Esto se afirma también teniendo en cuenta la confiabilidad encontrada en bodega, esta es de un 99%.

A pesar de lo anterior, del total de Nt's generadas diariamente, los adicionales han llegado a representar hasta un 67%. Antes del concurso realizado, el cual se menciona más adelante los adicionales llegaron a representar un 67% del total de Nt's. Después del concurso llegaron a representar un 65%. Es decir que más de la mitad de Nt's despachadas fueron del tipo adicional. Estos datos se extrajeron de SAP y están expresados por día. Los porcentajes mencionados en este párrafo se pueden ver en la Ilustración N° 2.

Esta situación ha generado que la bodega enfoque sus esfuerzos en despachar adicionales que no deberían estar presentándose,

descuidando así los cambios de referencia CR, cambios de pinta CP y otras tareas que son también importantes.



5 Marco Teórico

A través del tiempo se ha notado cómo el sector textil en Colombia ha sido fuertemente golpeado por un comercio internacional que entra al país a competir con precios bajos comparados con los de Colombia, teniendo como resultado acumulación de inventario tanto de producto terminado como producto en proceso, una disminución en ventas y poca liquidez. Este fenómeno hace que las empresas de este sector tengan que reorientar su qué hacer para no caer en la crisis que genera esta situación. Ciertamente Crystal S.A.S. no fue ajena a esta problemática y fue así como decidió que su qué hacer no estaría centrado solo en producir sino también en comercializar. Esta reorientación quedó plasmada en su misión.

5.1 Misión

“Somos una empresa constructora y comercializadora de marcas, multilatina, multicanal y multimarcas que apalancado en el retail propio y un equipo humano con sentido de pertenencia y procesos que muestran innovación constante de metodologías, conocimientos y tecnologías busca ofrecer el mejor producto. Trabaja siempre en busca del liderazgo, teniendo como premisa básica, el mejoramiento continuo para poder ofrecer:

- A nuestros clientes: Productos y servicios de excelente calidad.
- A nuestros trabajadores: Un empleo estable, que les garantice su seguridad personal y familiar y un buen ambiente de trabajo.
- A la comunidad: El cumplimiento de todas las obligaciones legales.
- A nuestros accionistas: El incremento de su inversión”.

5.2 Visión

“Queremos vernos en el mediano plazo como una compañía líder en el sector manufacturero, con un mercado Nacional creciente y un manejo estable de clientes de grandes superficies para seguir generando más empleos con mejor aprovechamiento de las instalaciones físicas de la empresa, demostrando así que la empresa es altamente próspera y competitiva”.

5.3 Herramientas de Ingeniería Industrial utilizadas durante el desarrollo de la práctica

5.3.1. Mejoramiento Continuo.

El proyecto asignado que lleva por nombre “adicionales” se abordó desde la perspectiva de la mejora continua. Adicionalmente, es un concepto que hace referencia al proceso de hacer un requerimiento de materia prima a bodega cuando una máquina que está produciendo un lote de cualquier referencia se queda sin la materia prima que se requiere para su correcta producción, y en ese momento aún faltan unidades de calcetines por tejer.

Para abordar la problemática encontrada en el proyecto se hizo uso de herramientas de mejora continua, a continuación, se muestra varias definiciones con respecto a esta filosofía:

5.3.2. El ciclo Deming.

Este ciclo hace parte de la filosofía Kaizen (Kai= cambio y Zen=mejora) y es una metodología sencilla que sirve para motivar y guiar las actividades de mejora. Este ciclo está conformado por cuatro etapas:

Planear, hacer, estudiar y actuar (PDSA). La tercera etapa, estudiar, antes se llamaba revisar, así que sus siglas en inglés eran (PDCA), sin embargo, Deming hizo el cambio en 1990 por la acción de estudiar, dado que para él estudiar es una acción más profunda, en contraste con la acción de revisar donde “solamente podríamos pasar por alto algo”. A continuación, en la ilustración 1 se observa el ciclo Deming, ciclo que como ya se dijo motiva a realizar actividades que conlleven a la mejora continua.

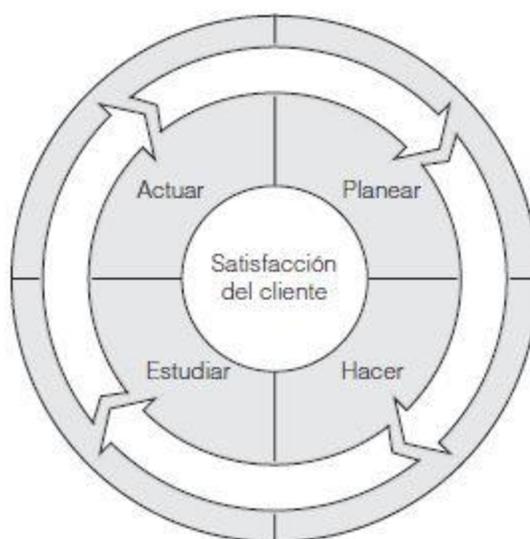


Ilustración 1. Ciclo Deming. Fuente: (Evans & Lindsay, 2008)

La etapa de planeación consiste en hacer un estudio de la situación actual, y hacer una descripción del proceso, también es importante detectar y entender cuáles son las necesidades del cliente, identificar problemas, probar las teorías sobre las causas de dichos problemas y desarrollar soluciones y planes de acción. La etapa de hacer consiste en realizar pruebas de las propuestas que se hicieron en la etapa de planeación con el propósito de evaluarlas y proporcionar datos objetivos. Los datos de estas pruebas se deben recopilar y registrar. La etapa de

estudio consiste en analizar los datos registrados en las pruebas para determinar si el plan funciona de forma correcta y si es necesario tener en cuenta otros aspectos u oportunidades. En la última etapa, actuar, las mejoras se estandarizan y el plan final se implementa como una “mejor práctica actual” y se comunica a toda la organización. Posteriormente, este proceso lleva otra vez a la etapa de planeación para la identificación de otras oportunidades de mejora (Evans & Lindsay, 2008).

5.3.3. NTC ISO 9001-2008.

En el capítulo 8 de la norma ISO 9001:2008 se dan los lineamientos para realizar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para obtener beneficios relacionados con la conformidad de los requisitos del producto, la conformidad del sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Dentro de este capítulo se puede encontrar el numeral 8.5 el cual hace alusión meramente al tema de la mejora, en él se encuentra entre otros numerales, el 8.5.1 titulado mejora continua, con respecto a este tema se encuentra lo siguiente: “La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección” (ICONTEC, 2008).

Es importante definir conceptos que hacen referencia a herramientas de mejora. Se hizo uso de hojas de verificación, diagramas causas-efecto, diagramas de Pareto, gráficos dinámicos y diagramas de flujos. A continuación, se inicia con la definición de lo que es una hoja de verificación. “Las hojas de verificación son herramientas sencillas para la

recopilación de datos". Hay diferentes formas, pero cualquiera sirve para recolectar información (Evans & Lindsay, 2008). Las hojas de verificación proporcionan información de entrada para utilizar otras herramientas de mejora como los diagramas de Pareto y las cartas de control. Luego de saber para qué sirve una hoja de verificación se explica qué es y en qué consiste un diagrama de Pareto.

Un gráfico de Pareto "es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos", y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas" (Gutierrez). Un beneficio importante de esta herramienta es que permite dar prioridad a las causas más relevantes en el momento de querer dar solución a un problema en alguno de los procesos de las empresas, y no intentar atacarlas todas sin saber qué causas priorizar. (p. 140). "La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como la "ley 20-80" o "pocos vitales, muchos triviales", en el cual se reconoce que pocos elementos (20%), generan la mayor parte del efecto (80%), el resto de los elementos proporcionan muy poco del efecto total" (Gutierrez).

Por otro lado, la herramienta Diagrama Causa-Efecto es un método gráfico que relaciona un problema con las causas que posiblemente generan este problema. Este método es importante porque evita que se caiga en el error de buscar la causa de manera directa omitiendo tal vez otros factores que ayudarán a encontrar la causa raíz del problema. Identificar las distintas causas que afectan el problema permite tener una visión más general del mismo y a su vez permite mirar el problema desde distintos puntos de vista. Para identificar las causas potenciales es recomendable partir de las 6 M's, estas son 6 ramas que sirven para agrupar las causas de acuerdo a su naturaleza: Método de trabajo, mano

de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. En este caso, para detectar la causa raíz del problema del alto número de adicionales presentados en el salón de tejido, este método de las 6 M's es muy adecuado dado que este se concentra en el proceso y no en el producto, y así se atacará el procedimiento, el cual no está siendo bien acatado por parte de los colaboradores (Gutierrez).

5.3.4. Mejora continua (Kaizen)

Como se mencionó antes, el termino kaizen proviene de dos ideogramas japoneses: "kai" =cambio y "zen" =para mejorar. Así, la palabra kaizen es lo mismo que "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo".

"Los dos pilares que sustentan kaizen son los equipos de trabajo y la ingeniería industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos". (Carro).

Kaizen está creado para aplicarlo con las personas que están involucradas en el proceso, y debe aplicarse directamente en el lugar o área del problema, o conocido también como lugar de piso. El objetivo del kaizen es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura, esto se logra mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y los métodos de trabajo por operación.

Dentro de las metodologías utilizadas para aplicar kaizen se encuentra el ciclo de Deming, las cinco "s" (5s), las siete herramientas estadísticas para la solución de problemas (diagrama causa efecto, diagrama de flujo, hojas de verificación, diagrama de Pareto, histogramas, diagramas o graficas de control y diagramas de dispersión) y el trabajo en equipo (Carro).

5.3.5. Gráfico Dinámico.

Siguiendo con las definiciones se procede a explicar lo que es un gráfico dinámico. Según los autores del libro administración y control de la calidad, “una gráfica dinámica es una gráfica de líneas cuyos datos se representan en el tiempo. El eje vertical representa un indicador; el eje horizontal es una escala de tiempo (Evans & Lindsay, 2008). El primer paso para realizar un gráfico dinámico es seleccionar la variable o indicador a observar, seguido de esto, los autores exponen cuatro pasos secuenciales para realizar este tipo de gráficos:

Paso 1: Recopilar los datos. Si se seleccionan muestras, se debe calcular los parámetros estadísticos relevantes para cada una, como el promedio o la proporción.

Paso 2: Examinar el rango de los datos. Manejar una escala en la gráfica, de modo que todos los datos estén representados en el eje vertical.

Paso 3: Incluya los puntos en la gráfica y conéctelos. Utilice hojas de papel milimétrico si hace la gráfica manualmente; es preferible un programa de hoja de cálculo.

Paso 4: Calcular el promedio de todos los puntos en la gráfica y trazarlo como una línea.

Como las anteriores herramientas, también se hizo uso del diagrama de flujo, el cual sirve para describir la secuencia de las actividades, flujo de materiales e información que conforman un proceso. Es recomendable que el diagrama de flujo o también llamado mapa de proceso se realice con todas las personas involucradas en el proceso, esto incluye a operarios, supervisores, directivos y clientes. Esto es importante porque son ellos los que conocen el proceso, y al final de la realización del diagrama de flujo pueden hacerse preguntas y responderlas, preguntas

relacionadas con el paso a paso de las actividades, ellos pueden evaluar si el actual proceso está conformado por una secuencia de actividades lógicas o no, también pueden analizar e identificar cuáles actividades agregan valor y cuáles no, otro factor puede ser el relacionado con los cuellos de botella por los que el cliente (tanto interno como externo) incurra en excesivos tiempos de espera, entre otros factores (Evans & Lindsay, 2008). Al final de todo esto, se tendrá un mejor entendimiento del proceso y un acercamiento a mejoras en el proceso.

5.3.6 Poka – Yoke

Luego de hacer seguimiento al proceso, se necesita implementar propuestas de mejora. Se tienen los sistemas poka- yoke, por ejemplo, de los cuales se tiene antecedentes según la historia, antecedentes que hablan muy bien de esta herramienta y que aún hoy día son utilizados. “El propósito fundamental de un sistema poka-yoke es diseñar sistemas y métodos de trabajo a prueba de errores” (Gutiérrez). Estos términos conformados por dos palabras japonesas significan: poka (error inadvertido) y yoke (prevenir). Así, lo que pretende esta herramienta Lean es atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica (Gutiérrez). Para detallar más esta herramienta, se dice además que estos sistemas realizan inspección en la fuente o causa del error, determinando si existen las condiciones para hacer productos o procesos con calidad.

Existen dos tipos de sistemas poka-yoke: Dispositivos preventivos y dispositivos detector. El dispositivo preventivo es aquel que garantiza que nunca haya error. El dispositivo detector es aquel que manda una señal cuando hay una posibilidad de error (Gutiérrez).

“El finado Shigeo Shingo, ingeniero de manufactura japonés que creó el sistema de producción de Toyota, desarrolló y refinó el concepto poka-yoke a principios de la década de 1960. Shingo visitó una planta y observó que ésta no utilizaba ningún tipo de indicador ni sistema de control estadístico de procesos para llevar un registro de los defectos”. Cuando Shingo le preguntó al gerente de la planta el motivo o razón de esta situación, el gerente respondió que allí “no cometían ningún error que tuvieran que registrar”. A partir de allí Shingo realiza una investigación y ésta llevó al desarrollo de un enfoque a prueba de errores llamado control de calidad zero (ZQC, Zero Quality Control). El ZQC se basa en procesos de inspección sencillos y económicos, como la verificación sucesiva, en la que los operadores inspeccionan el trabajo de la operación anterior antes de seguir con la operación siguiente, y la autorevisión, en la que los trabajadores evalúan la calidad de su propio trabajo. Los poka-yokes están diseñados para facilitar este proceso o eliminar por completo el elemento humano (Evans & Lindsay, 2008).

6 Metodología

Ha sido importante hacer seguimiento al proceso de pedir adicionales y, sobre todo, llevar indicadores de estos. Un indicador que ya se ha venido determinando ha sido el porcentaje de adicionales, este se puede hallar de dos formas distintas, el cual se puede interpretar desde dos puntos de vista: **El primero** será hallando la razón entre el número de adicionales y Nt's (necesidades de transporte) generadas. **El segundo** será hallando la razón entre el número de adicionales y el número de máquinas activas en el salón de tejido en un día.

A continuación, se muestra estas dos formas por medio de dos ecuaciones:

Tabla 1. Ecuaciones del cálculo del porcentaje de Adicionales, dos maneras de calcularlo. Fuente: Elaboración propia

$\% \text{ de Adicionales} = \frac{\text{Número de Adicionales}}{NT'S} \quad (1)$
$\% \text{ de Adicionales} = \frac{\text{Número de Adicionales}}{\text{Número de máquinas activas}} \quad (2)$

Ambas ecuaciones son válidas, y aplican dependiendo del contexto. Por ejemplo, para la bodega de materia prima, es importante medir la operatividad de esta, por eso utilizar la fórmula número uno es un buen indicador del estado de operatividad en que se encuentran, y es así como actualmente lo hacen. Igualmente, para la división de ingeniería calcular el porcentaje de adicionales debe acomodarse a su quehacer y necesidad diaria, por eso, esta área considera que es más adecuado calcular el porcentaje de adicionales de acuerdo con el número de máquinas activas en el salón de tejido en un determinado día, por lo tanto, para estos es más diciente la ecuación (2).

A continuación, en la ilustración número 2 se puede ver el comportamiento de los adicionales a través del tiempo desde marzo 1 del 2018 hasta septiembre 29 del mismo año, haciendo uso de datos que fueron calculados con la ecuación 1.

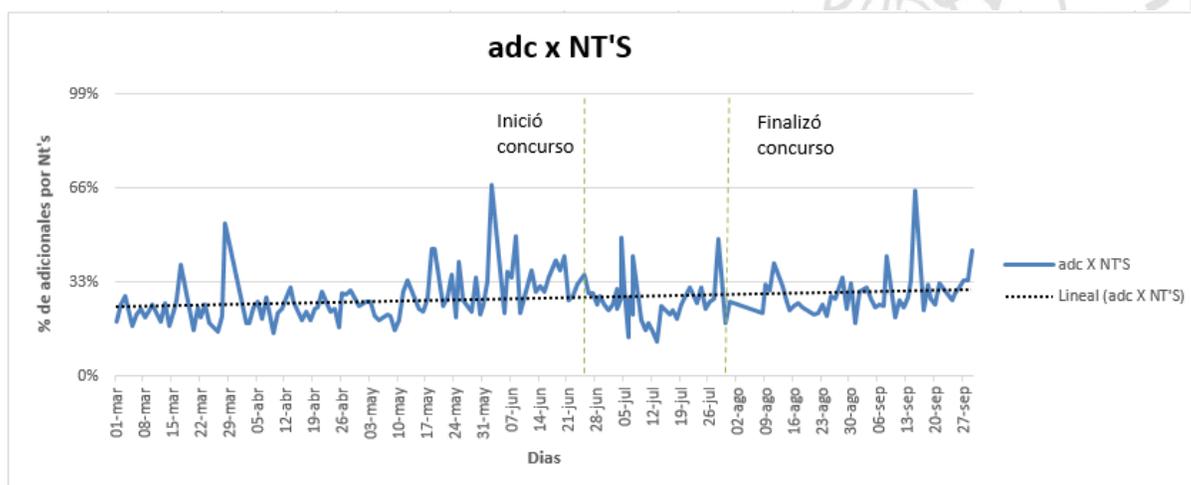


Ilustración 2. Comportamiento de los adicionales haciendo uso de la ecuación 1. Fuente: Elaboración propia

La Ilustración N° 2 muestra el comportamiento de los adicionales en el tiempo. En el primer tramo, el cual está comprendido entre marzo 1 y junio 24, se observa una tendencia creciente en el porcentaje de adicionales, teniendo un rango de variación entre 0,15 (15%) y 0,67 (67%). En el periodo del concurso o segundo tramo, que va desde junio 25 a julio 31 se observa una disminución en el porcentaje de adicionales por NT'S, aquí el rango de variabilidad es menor y sus valores son menores que los valores del primer tramo, en este caso los datos oscilan entre 0,12 (12%) y 0,48 (49%). En el periodo que inicia en agosto 1, justo el primer día después de acabado el concurso, el porcentaje de adicionales muestra mucha inestabilidad, debido a que empieza disminuyendo, y el siguiente dato muestra un crecimiento en su comportamiento, sigue un proceso muy inestable, con picos altos y bajos causados por cambios bruscos, estos cambios hacen

que el proceso sea muy inestable, y es este el tramo con mayor variabilidad, los porcentajes de adicionales por NT'S en este periodo de tiempo oscilan entre 0,19 (19%) y 0,65 (65%).

Tabla 2. Variabilidad en el porcentaje de adicionales por Nt's. Fuente: Elaboración propia

TRAMO	RANGO	VARIABILIDAD
1	0,15-0,67	0,52
2	0,12-0,49	0,37
3	0.19-0.65	0,46

En la ilustración 3 se evidencia el comportamiento de los adicionales a través del tiempo, desde marzo 1 hasta septiembre 29, haciendo uso de datos calculados en este caso con la ecuación 2.

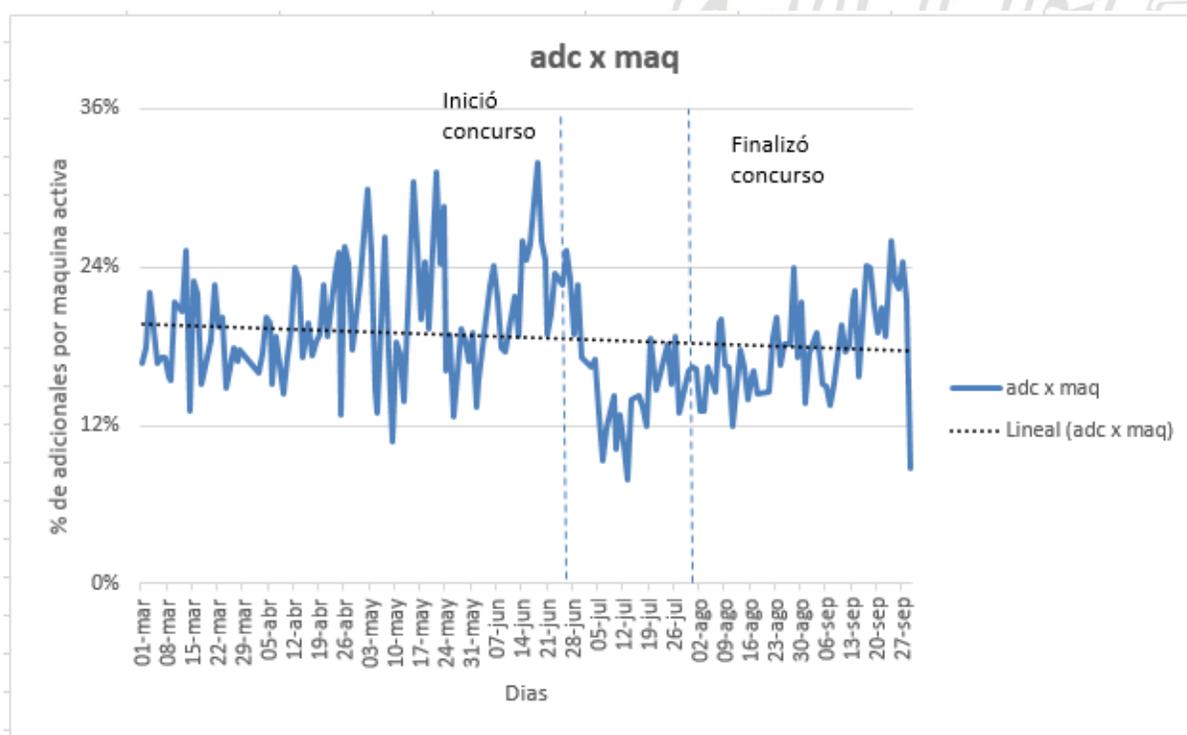


Ilustración 3. Comportamiento de los Adicionales haciendo uso de la ecuación 2. Fuente: Elaboración propia

En la ilustración N° 3 se evidencia que desde marzo 1 hasta junio 25 el porcentaje de adicionales por máquina activa tuvo una tendencia a crecer, y un rango de variabilidad entre 0,11 (11%) y 0,32 (32%). A partir de junio 25 el porcentaje de adicionales empezó a presentar un comportamiento decreciente, esto debido a que a partir de esta fecha se realizó un concurso en el que el objetivo era que cada pasillo del salón de tejido cumpliera con una meta de adicionales diarios, y por cada adicional que disminuyeran a partir de esta meta se les aumentaría el incentivo. A partir del 1 de agosto, primer día después de acabarse el concurso, y hasta el 29 de septiembre se puede observar que, aunque el porcentaje de adicionales por máquina activa empezó a trazar de nuevo una trayectoria en sentido creciente, la variabilidad disminuyó. Entonces en este último tramo el porcentaje estuvo entre 0,09 (9%) y 0,26 (26%).

Tabla 3. Variabilidad en el porcentaje de Adicionales por Nt's. Fuente: Elaboración propia

TRAMO	RANGO	VARIABILIDAD
1	[0,11-0,32]	0,21
2	[0,08-0,19]	0,11
3	[0,09-0,26]	0,17

La variabilidad observada en la tabla 3 nos muestra los valores extremos en que se movió el porcentaje de adicionales en cada tramo, y aunque en este caso se evidenció una disminución en ella, que es al final lo que se busca en los procesos para poder lograr tener mayor estabilidad, esta medida de dispersión no siempre es del todo la más adecuada, ya que se puede ver afectada por valores extremos, tal como sucedió en el tramo 3.

El análisis se inició hallando el número de adicionales por pasillo en todo el salón de tejido, esto para la semana comprendida entre el 25 de septiembre y el 2 de octubre. A continuación, se muestra el gráfico de Pareto construido a partir de los datos bajados de SAP.



Ilustración 4. Número de adicionales por pasillo. Fuente: Elaboración propia

Se encontró que los pasillos que más adicionales realizan son el 53, 58, 55 y 52, en estos pasillos se genera el 79% de los adicionales.

Debido a que el salón de tejido es muy grande, se considera conveniente enfocarse en los pasillos más críticos, por lo tanto, se inicia dando prioridad al pasillo 53 en el tratamiento de los adicionales.

Luego de tener como foco de estudio al pasillo 53, se decide determinar qué cantidad de adicionales se piden por tecnología. En el pasillo 53 se cuenta con tres tipos de máquinas: Tecno, Goal y Star (sangiaco). En la semana donde se recogió estos datos se contaba con 35 máquinas Tecno, 34 máquinas Goal y 1 máquina Sangiacomo. A continuación, en la Ilustración N°5 se muestra el número de adicionales en el pasillo 53 por tecnología.



Ilustración 5. Número de adicionales por tecnología, pasillo 53. Fuente: Elaboración propia

La Ilustración N° 5 indica que en las máquinas Tecno se generaron 125 adicionales y representan el 70% del total de adicionales en el pasillo 53. En las máquinas Goal se generaron 49 adicionales y representan el 28% de los adicionales, por último, de la única máquina sangiacomo que trabaja en este pasillo, se generaron 4 adicionales, representando el 2% del total de adicionales hechos en el pasillo.

Se procedió luego a poner sobre papel las posibles causas que ocasionan los pedidos de adicionales, a partir de estas se realizó un diagrama causa-efecto. En la Ilustración N° 6 se puede ver plasmadas estas causas y las subcausas de cada una, estas fueron detectadas a la luz de las 5M's.

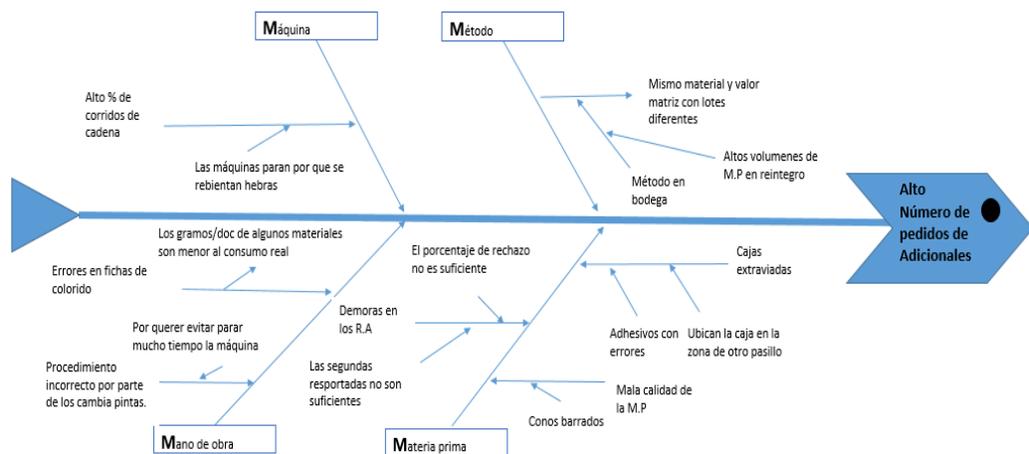


Ilustración 6. Diagrama causa-efecto: Causas de los adicionales. Fuente: Elaboración propia

Las causas identificadas y que se encuentran plasmadas en este diagrama son:

- Alto porcentaje de corridos de cadena y desperdicios, mismo material y valor matriz⁹ con lotes diferentes.
- Errores en fichas de colorido.
- Procedimiento incorrecto por parte de los cambia pintas.
- Demoras en los reabastecimientos.
- Mala calidad de la materia prima y
- Cajas con materia prima o conos extraviados.

Después se hizo un seguimiento a los cambia pintas para determinar por qué razones hacían adicionales, y tratar de llegar a la causa raíz, se les hizo acompañamiento durante 2 días en dos turnos, se recogieron 43 datos, de los cuales se encontró que las causas: errores en fichas de colorido, demoras en los reabastecimientos y cajas extraviadas o conos extraviados generan el 81% de los adicionales. En la Ilustración N°7 se ve con detalle estos datos.

⁹ Valor matriz: Es el color del material. Cuando se habla de material, se hace referencia a un cono con hilo.

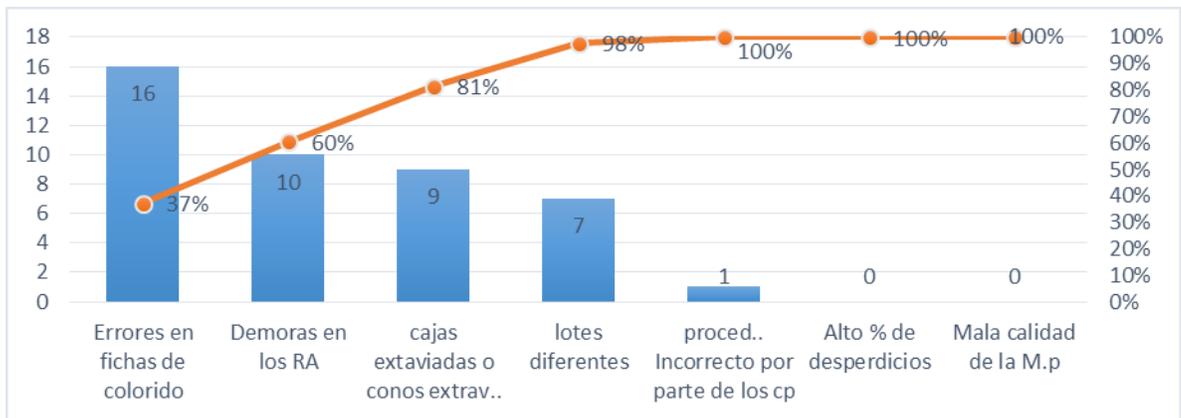


Ilustración 7. Diagrama de Pareto: Causas de los adicionales. Fuente: Elaboración propia

Ya encontradas estas causas, es necesario levantar información cuantitativa que ayude a determinar si estas hipótesis son ciertas o si siguen constantes en el tiempo que dure el seguimiento. Estas hipótesis son:

- Hay alto número de casos con errores en fichas de coloridos
- Los reabastecimientos no se están generando a tiempo
- Entre cambia pintas se cogen la materia prima de otras máquinas para desvarar alguna en específico y por eso los conos en pasillo se extravían.

7 Resultados y análisis

Como se mencionó inicialmente, en todo el salón de tejido se realizó un concurso. Este se hizo con la intención de demostrar a los cambia pintas que si se puede disminuir el número de adicionales que estaba pidiendo. El concurso consistió en poner una meta semanal de un número mínimo de adicionales a pedir por pasillo. Si cumplían esta meta se les pagaría un porcentaje de lo que les cuesta la hora promedio de trabajo. Por cada adicional que logran reducir a partir de la meta, se les pagaría un porcentaje adicional. Como se mostró en las ilustraciones 2 y 3, el porcentaje de adicionales durante el concurso bajo como se estaba esperando. Con esta disminución se pudo obtener beneficios en lo que respecta a la operatividad de los colaboradores en bodega (tiempo hombre en bodega de materia prima) y al tiempo que dura una máquina parada mientras se espera a que llegue un adicional desde bodega.

Teniendo en cuenta que tener una máquina parada le cuesta a la empresa \$65 por minuto, que una hora de trabajo en bodega cuesta en promedio \$3369, que el tiempo promedio de despacho de un adicional durante el concurso (36 días de duración) fue de 2,2 horas y que el número de máquinas activas durante el concurso fue de 372 en promedio, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4. Beneficio obtenido durante el concurso. Fuente: Elaboración propia

Durante el concurso		
Total ahorro tiempo máquina	Total ahorro tiempo hombre en bodega de materia prima	Total ahorro
\$4.949.203	\$4.275.350	\$9.224.553

Más que un beneficio monetario, se obtuvo la motivación a crear cultura entre quienes participan en el proceso, una cultura de buenas prácticas y de reconocimiento al debido procedimiento. A partir de este concurso se dio inicio a los primeros pasos que se requieren para un evento kaizen.

7.1 Seguimiento en planta para detectar las causas de los adicionales

A continuación, se muestra un estudio hecho en planta para hallar las causas de los adicionales.

Luego de realizar un seguimiento exhaustivo al pasillo 53 durante varias semanas, se muestra inicialmente los resultados encontrados en la semana del 25 de septiembre al 2 de octubre.

En planta lo que se realizó fue seleccionar aleatoriamente 5 máquinas Tecno de dicho pasillo para determinar el consumo de materia prima que estaban presentando, ya que del gráfico de Pareto se tiene como hipótesis que la principal causa de adicionales es errores en fichas de colorido.

En la Ilustración N° 8 se muestra el desfase presentado entre el consumo de materia prima real y el consumo de materia prima hallado en muestras y plasmado en la ficha de colorido, esto para la máquina 393.



Ilustración 8. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 393 entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia

La ilustración anterior muestra que el consumo real de todos los materiales que se utilizaron en la máquina 393 para la referencia 133651TP fue mayor que el consumo especificado en la ficha de colorido. Presentándose desfases de hasta 169%, tal como lo muestra la gráfica para el cono con código 110004159.

Otra de las máquinas analizadas fue la 441, a continuación, en la Ilustración N° 9 se muestra el desfase presentado entre el consumo de materia prima real y el consumo de materia prima hallado en muestras y plasmado en la ficha de colorido.

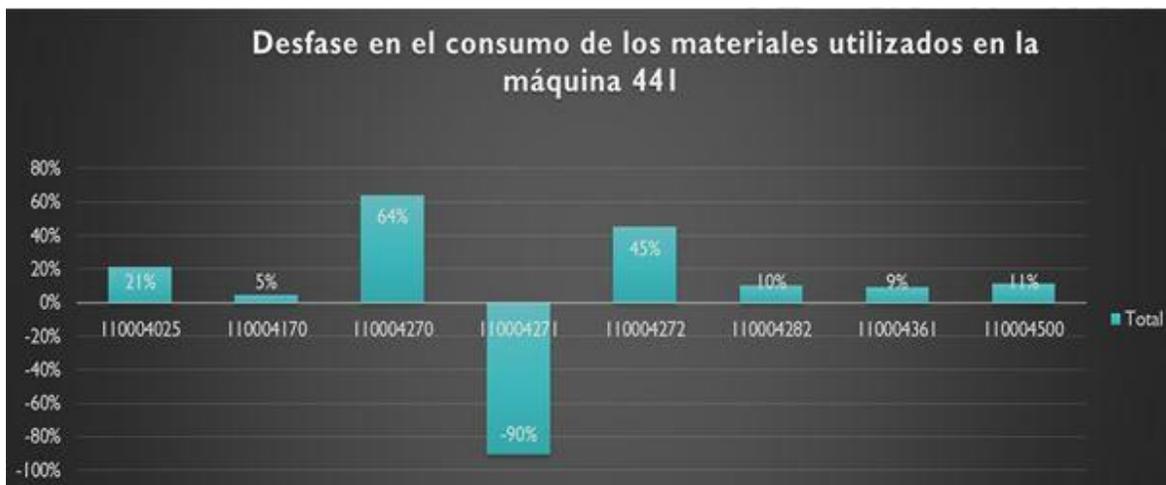


Ilustración 9. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 441, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia

Sustentados en la anterior gráfica se puede notar que la mayoría de los materiales presentaron consumo de más, y un solo material presentó menos consumo del establecido en la ficha de colorido. El material 110004270 presentó el mayor desfase por encima, pues consumió 64% más de lo que se tenía establecido, seguido del material 110004272 con un 45% de consumo de más. En contraste, se puede observar que el material 110004271 presentó un 90% de consumo menos al que se encontraba plasmado en la ficha de colorido.

A continuación, en la Ilustración N° 10, se muestra el consumo de los materiales usados en la máquina 447.



Ilustración 10. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 447, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia

En esta máquina se nota un consumo de más bastante alto en el material 110004282, seguido de este se encuentra el material con código 110004159, con un 53% de consumo de más. Por otro lado, también se puede observar un consumo de 43% menos en el material con código 110004270. Estas inconsistencias se pueden presentar por distintas razones, más adelante se hablará de ellas.

En la siguiente Ilustración 11, se muestra el consumo de materia prima de la máquina 396.



Ilustración 11. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 396, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia

Por medio de la Ilustración N° 11 se evidencia que para la máquina 396 el consumo más alto lo presentó el material con código 110004282 con un porcentaje de consumo de 216% de más, seguido de este se encuentra el material con código 110004159, el cual tiene un porcentaje de consumo de 200% de más.

A continuación, en la Ilustración N° 12 se muestra el consumo de los materiales usados en la máquina 428.



Ilustración 12. Desfase en el consumo de materia prima utilizada en la máquina 428, entre el consumo real y el consumo establecido en la ficha de colorido. Fuente: Elaboración propia

De la Ilustración anterior se puede ver como el material con código 110004270 fue el que más consumió materia prima por encima de lo estipulado en la ficha de colorido, pues este material presentó un consumo de un 122% de más, seguido de este, el material con código 110004272 fue el que presentó mayor consumo por encima, con un 75% de consumo de más.

A partir de los datos plasmados en las cinco gráficas anteriores, se quiso consolidar todos estos en una misma gráfica, con la intención de saber cuáles son los materiales que en las cinco máquinas presentaron más desfase, estos materiales son los siguientes: 110004270, 110004272, 110004271 y 110004159. Esto significa que por ejemplo el material con código 110004270 se desfasó 25 veces. Puede que surja una duda y es el por qué si se analizaron cinco máquinas, entonces un material aparezca desfasado tantas veces, como el caso del ejemplo anterior, esto es debido a que un mismo material montado en una máquina puede trabajar en varias partes del calcetín. A continuación, en la Ilustración N°13 se puede ver las frecuencias de los desfases mencionados.



Ilustración 13. Código de los materiales que más desfase presentaron en el seguimiento a cinco máquinas Tecno, pasillo 53. Fuente: Elaboración propia

Se quiso corroborar esta información bajando los datos reposados en SAP, datos que dan cuenta de los adicionales hechos en la semana de análisis en el pasillo 53. La intención es observar cuales fueron los materiales que más pidieron en adicionales, de estos datos se realizó la Ilustración N°14.



Ilustración 14. Código de los materiales por los cuales se hizo más pedidos de adicionales entre el 25 de septiembre y 2 de octubre. Fuente: Elaboración propia

Se puede ver que el material 110004270 que en la Ilustración N°13 es el que más desfase de materia prima presentó, es el tercer material por el

que más pidieron adicional desde el salón de tejido según los datos de SAP y que se puede ver en la Ilustración N°14. Por su parte el material 110004272 que en la Ilustración N°13 es el segundo material que más desfase presentó es en la Ilustración N°14 el material por el que más adicional pidieron.

Es importante mencionar que estos materiales que más desfase presentaron en la Ilustración N°13 y que coinciden con los primeros tres de la Ilustración N°14 son materiales de colores y que son muy utilizados en la parte dibujada de los calcetines.

Por lo anterior, se hizo el ejercicio de recoger datos en planta, específicamente en el pasillo 53, donde el objetivo era saber de cada material que se pidiera en adicional en qué parte del calcetín iría a trabajar, esto para corroborar si los materiales que más se acaban son los que trabajan en la parte dibujada. Los datos se obtuvieron entre el 9 y 18 de octubre. En la Ilustración N°15 se muestra estos resultados.

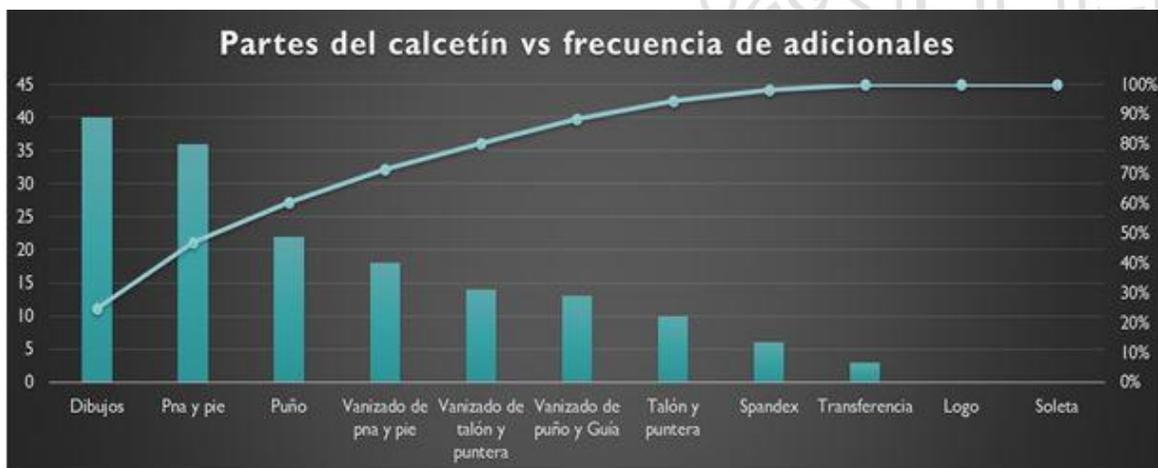


Ilustración 15. Partes del calcetín de donde se acaban los materiales pedidos en adicional. Fuente: Elaboración propia

De esta gráfica se puede afirmar que los materiales que trabajan los dibujos, la pierna y pie, el puño, el vanizado de pierna y pie y vanizado de

talón y puntera son los que generan el 80% de los adicionales. Sí se compara esto con la Ilustración N°16, la cual muestra la frecuencia de los errores encontrados en fichas, esto del seguimiento hecho a las cinco máquinas tecno, se hace evidente que los desfases más altos se presentaron en las partes de dibujo, pierna y pie, y desperdicio. Es decir, se nota una relación entre los errores encontrados en fichas para algunos materiales en específico y los materiales que se piden en adicionales.



Ilustración 16. Frecuencia de los errores de consumo encontrados en fichas de colorido vs partes del calcetín. Fuente: Elaboración propia

Cuando se observó este fenómeno presentado en fichas de colorido, se pensó en que el error partía desde el pasillo de muestras, se creía que era debido a errores humanos, por eso, se indagó y visitó este pasillo (pasillo 51), para analizar el método que ellos utilizan para sacar el consumo de los materiales, pues se debía garantizar que el método empleado para sacar los pesos en el pasillo de muestras fuera el mismo empleado en tejido cuando se hizo el seguimiento. A partir de esta indagación se encontró que el método efectivamente si era el mismo, y además de eso, se halló el porcentaje de error en el proceso de sacar el consumo a las muestras. Para ello, se hizo una lista de verificación, en la

cual estaban las partes del calcetín listadas en una columna y al frente de cada parte un SI y un NO.

Marcar el SI indicaba que el operario no se equivocó al ingresar el valor del peso marcado por la gramera, por el contrario, marcar NO indicaba que el operario se equivocó al ingresar el valor del peso que figuraba en la gramera. Se encontró que el porcentaje de error fue de 2,11%. A partir de ese porcentaje de error fue necesario mirar el problema desde otro punto de vista, pues seguía la duda del por qué tantos errores en fichas, si ya se había comprobado que, aunque si existen errores de digitación, este porcentaje de error finalmente no fue tan alto. Se hizo un levantamiento del proceso de determinación del consumo de materia prima para la elaboración de las fichas de colorido en el pasillo de muestras. A continuación, en la ilustración 17 se muestra el diagrama de flujo del proceso.

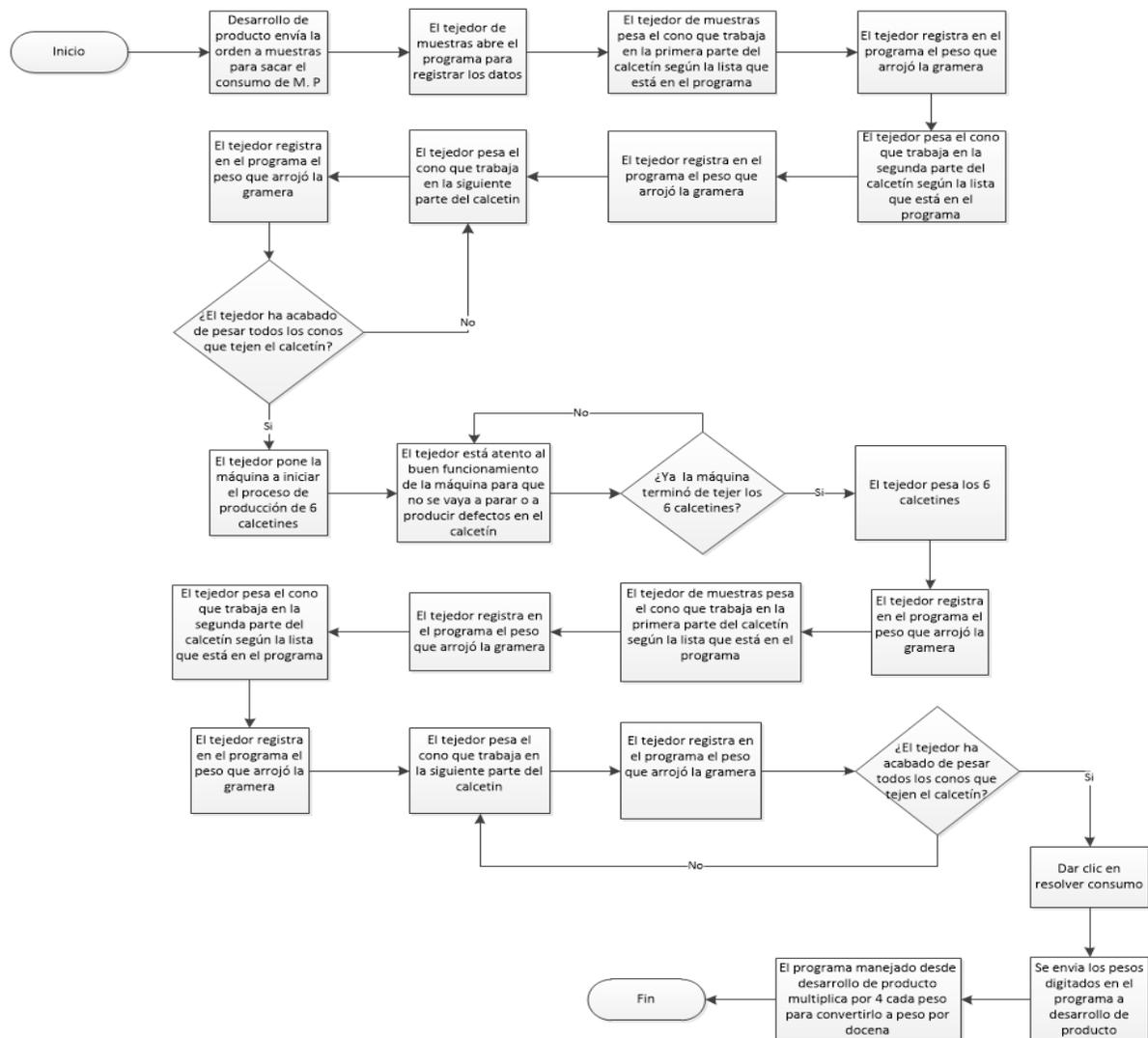


Ilustración 17. Diagrama de flujo del proceso de determinación del consumo de materia prima para la elaboración de las fichas de colorido en el pasillo de muestras. Fuente: Elaboración propia

Los tejedores de muestras se dan cuenta que el proceso de sacar los pesos de cada material para cada parte del calcetín quedó bien hecho o no comparando el peso de los seis calcetines y lo que pesa la materia prima consumida. La materia prima consumida es la suma de la diferencia entre lo que pesa el cono inicial y final de cada material. Por eso, en el diagrama de flujo se observa que se pesa dos veces cada material, antes y después de producir los seis calcetines. Para tener la seguridad de que el

proceso quedó bien hecho, el peso de los seis calcetines debe ser muy cercano al peso de la materia prima consumida en la elaboración de los seis calcetines, y siempre debe ser menor. Por ejemplo, se da el caso en que el peso de los seis calcetines es mayor al peso de la materia prima consumida se debe repetir el proceso, pues es señal de que se cometió un error. Para que el proceso quede claro, se muestra el siguiente ejemplo:

Se halló el consumo de la referencia 133630TP, talla 6, máquina 441.

Tabla 5. Ejemplo de los datos hallados al determinar el consumo de materia prima para cada parte del calcetín de la referencia 133630TP. Fuente: Crystal S.A.S.

PESO TEJIDO 6 CALCETINES				
Parte	Materia prima	PESO INICIAL /gramos	PESO FINAL/ gramos	Consumo 6 calcetines/ gramos
PUÑO PNA PIE	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	199,2	163,4	35,8
VANIZADO PUÑO Y GUIA	100% NYL 2000-4999 44/12/2 DTEXT	508	504,4	3,6
VANISADO PNA Y PIE	7% SPN 93% NYL 20/1+44/12/2 RECU	213,2	192,8	20,4
TALON Y PUNTERA	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	387,2	378,4	8,8
VANISADO TALON PUNTERA	100% NYL 5000-25099 78/24/2 DTEXT	254,6	250	4,6
BLOQUE EN PINA Y PIE	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	430	401,4	28,6
HOJAS DE 1ER	100% ALG 2000-4999	275,6	267,6	8

PESO TEJIDO 6 CALCETINES				
Parte	Materia prima	PESO INICIAL /gramos	PESO FINAL/ gramos	Consumo 6 calcetines/ gramos
PAYLES	20/1 NE RS PEIN			
HOJAS DE 1ER PAYLES.	100% ALG 2000-4999 20/1 NE RS PEIN	279,4	271,4	8
CONTORNO DE 1RA FLOR	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	465,8	458,8	7
1ER PAYLESS	100% ALG 2000-4999 20/1 NE RS PEIN	389,8	389,8	0
1ER PAYLESS.	100% ALG 2000-4999 20/1 NE RS PEIN	154,8	144	10,8
CONTORNO 1RA FLOR X REVEZ	100% ALG 0000-1999 20/1 NE RS PEIN	216,6	208,2	8,4
CENTRO 1RA FLOR X REVEZ.	100% ALG 0000-1999 20/1 NE RS PEIN	241,2	232,8	8,4
SOMBRA 1ER PAYLS X REVEZ	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	429,2	425,8	3,4
LOGO	100% ALG 0000-1999 20/1 NE RS PEIN	155,2	153,8	1,4
FONDO POR BORDADOR	100% ALG 5000=> 20/1 NE RS PEIN	494,2	493	1,2
TRANSFERENCIA	100% NYL 5000-25099 78/24/2 DTEXT	453,4	451,8	1,6
DESPERDICIO	100% ALG 12/1 NE OE	1062,8	1058,2	4,6

PESO TEJIDO 6 CALCETINES				
Parte	Materia prima	PESO INICIAL /gramos	PESO FINAL/ gramos	Consumo 6 calcetines/ gramos
	CARD PARA			
SPANDEX	13% LYC 87% NYL 120/1+44/12/2 RECU	312,6	308,6	4

El peso de los 6 calcetines y el peso de la materia prima consumida se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. *Peso y consumo de materia prima al producir 6 calcetines. Fuente: Crystal S.A.S*

Peso de 6 calcetines/ gramos	130
Consumo de materia prima al producir 6 calcetines/gramos	168,6

En este ejemplo, se observa que la gramera arrojó un valor de 130 gramos cuando se pesó los seis calcetines, y si se hace el ejercicio de sumar los valores de la columna cinco de la tabla N°5 esta operación dará como resultado el peso de la materia prima consumida, ósea 168,6 gramos.

Se nota una diferencia de 38,6 gramos, esta diferencia siempre se adjudica a la materia prima que se va como desperdicio generado por la succión de la máquina. Sin embargo, los tejedores por la experiencia manejan empíricamente unas tolerancias para estas diferencias. Para ellos saber si la diferencia está ajustada a la realidad o no, analizan el tipo de calcetín al que se le está hallando el peso, por ejemplo, los calcetines que son muy dibujados tienen un rango de tolerancia más amplio que los otros

calcetines, pero calcetones que no son tan dibujados no deben mostrar una diferencia de más de 10 o 15 gramos.

Para garantizar un alto nivel de confiabilidad en este proceso, se propuso e implementó un tarro que debe ir ubicado al lado de la máquina, y que tiene una manguera la cual une al tarro y a la máquina, el propósito de esto es que el desperdicio generado por la succión de la máquina caiga en dicho tarro, y al final de realizar el proceso de determinación de los pesos de la materia prima, los tejedores de muestras pesen este desperdicio, así se garantizará que la diferencia que hay entre el peso de los seis calcetines y el peso de la materia prima consumida, sea la que pesa el desperdicio que está acumulado en el tarro. Se implementaron dos tarros, los cuales se ubicaron en dos máquinas tecno que se encuentran en el pasillo de muestras. Se implementó en esas máquinas por que como se ha explicado en el desarrollo de este trabajo, estas máquinas son las que están ubicadas en el pasillo 53, pasillo crítico por ser el pasillo de donde se realiza más pedido de adicionales, y de este pasillo, esta tecnología es de donde también se hace el mayor número de pedidos en adicionales. A continuación, en la ilustración N° 18 se observa esta implementación.



Ilustración 18. Implementación de filtro para recoger el desperdicio generado por la succión de la máquina. Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo para la determinación del consumo de materia prima en muestras (para las referencias montadas en las máquinas tecno) quedaría como se muestra en la ilustración N°19.

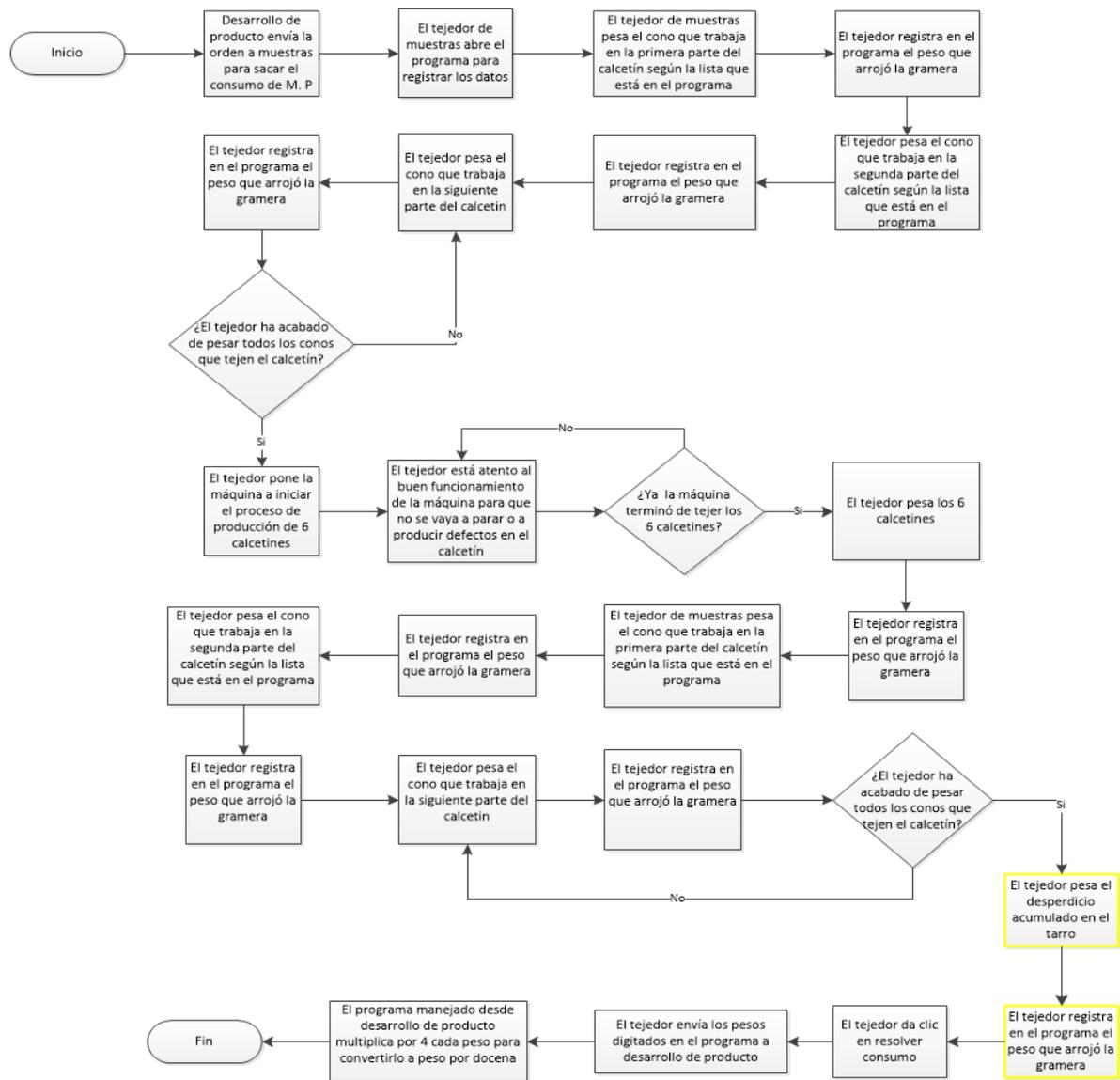


Ilustración 19. Diagrama de flujo del proceso de determinación del consumo de materia prima para la elaboración de las fichas de colorido en el pasillo de muestras, con la implementación del filtro. Fuente: Elaboración propia

7.1.1 Análisis de datos relacionados con los recursos en los que se realiza la producción en el salón de tejido.

En el proceso de producción es muy importante garantizar que las referencias que se montan se hagan en el mismo recurso donde se sacó la

muestra, es decir, en el mismo tipo de máquina de acuerdo a la tecnología y a las características en cuanto a número de agujas, diámetro del cilindro y número de galga. En el salón de tejido se nota que en muchos casos las referencias que se montan a producir no cumplen con la condición de que sea en el mismo recurso donde se sacó la muestra. Por eso se recogieron datos de los adicionales y las referencias montadas en la máquina en el momento de hacer el adicional entre las fechas 29 de octubre y el 28 de noviembre. Esto se hizo con el objetivo de saber si el recurso en que se montó cada referencia era el mismo o diferente al recurso en donde se sacó la muestra de esa referencia.

En el rango de fechas en que se analizó la base de datos, se presentaron 2053 adicionales, esto es equivalente a 76 adicionales diarios en promedio (en ese lapso de tiempo hubo 27 días operativos), para esos días los adicionales presentaban los picos más altos, por eso también se decidió analizar los datos para este periodo de tiempo.

En la siguiente ilustración se muestra los resultados hallados al analizar la base de datos mencionada.

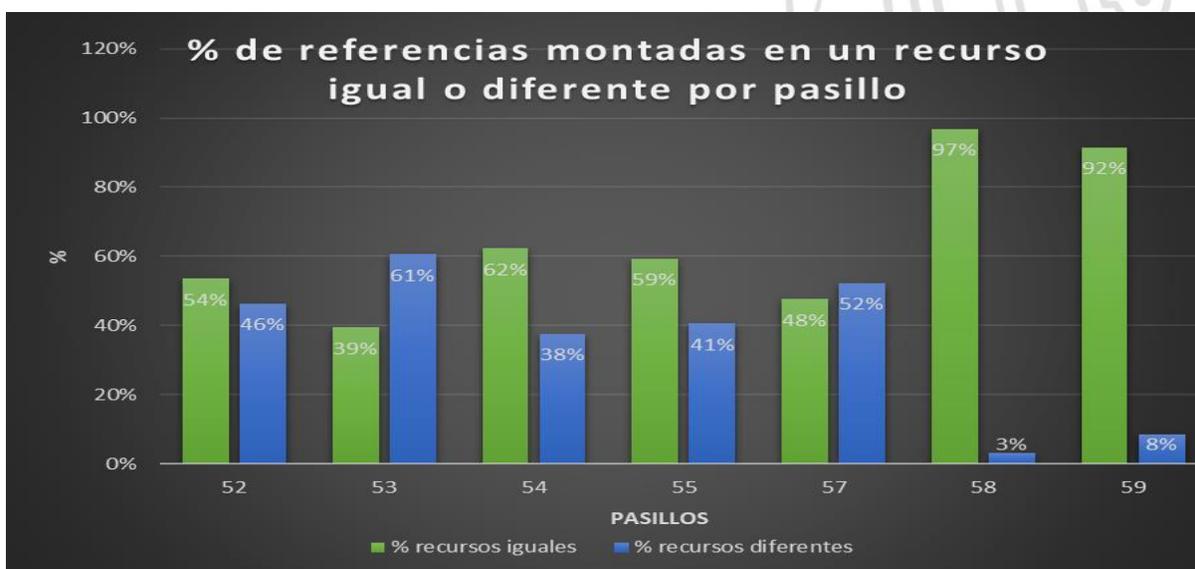


Ilustración 20. Porcentaje de referencias montadas en tejido en un recurso igual o diferente por pasillo. Fuente: Elaboración propia

A partir de esta ilustración se nota que: En el pasillo 52, en el 54% de los casos la producción fue montada en un recurso igual al recurso en el que se montó cada referencia para sacar la muestra, por el contrario, en el 46% de los casos la producción fue montada en un recurso diferente al recurso en el que fueron montadas esas referencias para sacar las muestras. En el pasillo 53, en el 61% de los casos las referencias fueron montadas en recursos diferentes a los recursos en que fueron montadas esas referencias cuando se hizo la muestra. En el pasillo 54, en el 62% de los casos las referencias fueron montadas en recursos iguales a los recursos en que se produjo las referencias en el momento de sacar las muestras, y el 38% no cumple con este requisito importante. Este mismo análisis se hace en los demás pasillos, notando como en el pasillo 58 el 97% de casos muestra que las referencias si fueron montadas en los recursos que se debía, es decir en el mismo recurso en que fue sacada la muestra para cada una de esas referencias, el 3% restante no cumplió esta condición importante para un procedimiento correcto. Así mismo se observa que en el pasillo 59 en el 92% de los casos las referencias fueron montadas en recursos iguales a los recursos en que se sacó la muestra de cada referencia, por su parte el restante 8% no.

Es importante mencionar que los pasillos 58 y 59 tienen una característica especial en lo que respecta a las máquinas, y es que esos son los dos únicos pasillos donde se tiene las máquinas sangiacomo, las cuales tienen la capacidad de cerrar puntera, característica que no tiene ningún otro tipo de máquina de las existentes en el salón de tejido. Solo hay una máquina de este tipo y es en el pasillo 53, por lo anterior en estos dos pasillos no es tan factible cambiar de tipo de recurso, pues como se

acaba de mencionar ningún otro tipo de máquina cumple con esta característica.

Los recursos pueden variar por distintos aspectos: Numero de agujas, diámetro del cilindro, número de la galga, número de portahilos¹⁰ y posición de los mismos. Cuando se cambia de recurso la consecuencia que se experimenta con respecto a la materia prima es un aumento o disminución en el consumo de esta. Por ejemplo, si se tiene un determinado material que trabaja en un solo portahilos para tejer el puño, la pierna y el pie en un recurso en específico, al pasar a otro recurso puede que ese material ya no trabaje desde un mismo portahilos si no que lo haga en tres portahilos distintos para tejer cada una de estas partes. Aunque se necesite tres conos distintos, el consumo va a ser menor, ya que la máquina va a cortar el hilo cada vez que teja cada una de estas partes, pero, por el contrario, cuando estas tres partes (pierna, puño y pie) se teje desde un mismo portahilos el consumo va a ser mayor dado que se generaran puentes ¹¹entre las tres partes.

Aunque siempre se querrá que las órdenes de producción sean montadas en recursos iguales a los recursos en que han sido sacadas las muestras, no siempre se podrá cumplir, ya que los recursos no son ilimitados.

¹⁰ Un alimentador se puede definir como el punto o sitio donde convergen los elementos de tejido como lo son las agujas, los sinkers y los porta hilos, para realizar el tejido. En calcetería se considera el alimentador principal en donde se elabora la mayor parte del calcetín como lo son el puño, talón y puntera. Por lo general en el alimentador principal de la máquina se encuentra 8 porta hilos, el enhebrado de los hilos por éstos depende básicamente del tipo de calcetín a fabricar.

¹¹ Un puente es una porción de hilo que va de desde un punto a otro, en este caso, es una porción de hilo que va desde donde termina el puño hasta donde inicia la pierna, y desde donde termina la pierna hasta donde inicia el pie.

7.2 Respuesta a las hipótesis planteadas

7.2.1 Hipótesis 1: Hay alto número de casos con errores en fichas de coloridos.

Además de los errores de consumo encontrados en el estudio que se mostró en la parte de resultados y análisis, en el mes de noviembre el encargado del área de control técnico, hizo la corrección de treinta fichas de colorido. De esas fichas, las cuales cada una es una referencia distinta, 23 referencias hicieron pedido de adicionales. Esas 23 referencias estaban repartidas en 72 máquinas, esto significa que una referencia no tiene que estar produciéndose solo en una máquina, por el contrario, en el salón de tejido ocurre con bastante frecuencia que una referencia esté produciéndose en varias máquinas a la vez.

Lo anterior, quiere decir que hubo 72 máquinas de las que probablemente los cambia pintas hicieron adicionales, pues fueron 23 referencias con fichas de colorido con errores y repartidas en todas esas máquinas.

Con relación a esto, se mostró una mejoría en el número de adicionales, en la primera semana de diciembre, cuando ya se había corregido estas fichas, el número de adicionales disminuyó considerablemente.



Ilustración 21. Comportamiento en el número de adicionales a partir de la corrección de fichas de colorido. Fuente: Elaboración propia

Para buscar mayor agilidad en el proceso de corrección de fichas se propone crear un formato digital que conecte a planeación de la producción y a la persona encargada en control técnico para que cuando desde planeación se realice un cambio de recurso de alguna orden de producción, le sea informado de manera inmediata a dicha persona, esto para que se realice la respectiva modificación de la ficha.

7.2.2 Hipótesis 2: Los reabastecimientos no se están generando a tiempo.

En el mes de noviembre solo se identificaron dos casos, lo que indica que esta causa no fue constante en el tiempo. Sin embargo, si se sugiere seguir la materia prima desde el sistema SAP y apoyados por la intranet, ya que estos casos se detectan más fácilmente en la plataforma de donde los cambia pintas realizan los pedidos de adicionales.

7.2.3 Hipótesis 3: Entre cambia pintas se cogen la materia prima de otras máquinas para desvarar alguna en específico y por eso los conos en los pasillos se extravían.

A través de seguimiento y observación a los cambia pintas se pudo corroborar esta hipótesis, ellos en los afanes de no dejar parada las máquinas de sus respectivos pasillos toman materia prima de otras máquinas ubicadas en otros pasillos, esto ocasiona el desvare de una máquina, no obstante, el paro de la máquina de donde tomaron el o los conos. Lo que se hizo para mitigar este comportamiento fue dar una reinducción a los cambia pintas, se les hizo acompañamiento en planta, se les dio un documento donde está descrito el procedimiento adecuado para desvarar sus máquinas sin pensar en los adicionales como la primera opción.

Como constancia de esto, se realizó un acta donde cada cambia pintas firmó con nombre y número de documento. Al firmar ellos dieron constancia de conocer el debido procedimiento y de haber recibido capacitación y acompañamiento.

7.3 Lecciones Aprendidas y Recomendaciones

El mundo industrial ofrece oportunidad para mejorar no solo a las empresas, sino también a las personas inmersas en él. De las muchas lecciones aprendidas, se reconoce el gran valor que tiene el trabajo en equipo, tanto con colegas como con colaboradores y demás personas involucradas en el proceso de producción de calcetines. Otro gran aspecto aprendido a través de los compañeros de la división de ingeniería fue el buscar los caminos más cortos sin dejar de hacer las cosas con calidad (eficiencia), pues una de las principales variables que las empresas

buscan optimizar es el tiempo, pues este es algo que nunca se puede recuperar. Por último y no menos importante, el confirmar ese principio que en la vida universitaria se escucha de profesores y personas experimentadas: "en las empresas siempre habrá cosas por mejorar", esto es algo real, es algo cíclico, todo consiste en planear, hacer, verificar, actuar y devolverse al inicio del ciclo para analizar qué cosas nuevas o sucesos se han presentado.

En cuanto a las recomendaciones para la empresa se exponen las siguientes:

- La creación del concurso abre el camino a una cultura de mejoramiento continuo, aplicando metodologías importantes para crear un evento kaizen. Si el concurso se continúa aplicando en el tiempo es muy factible pensar en grandes beneficios para el salón de tejido, pues la cultura organizacional gestionada correctamente genera un mejor rendimiento en los integrantes de las empresas, en este caso, se demostró que se puede generar un mayor rendimiento en los colaboradores del salón de tejido.
- Para buscar mayor agilidad en el proceso de corrección de fichas se propone crear un formato digital que conecte a planeación de la producción y a la persona encargada en control técnico para que cuando desde planeación se realice un cambio de recurso de alguna orden de producción, le sea informado de manera inmediata a dicha persona, esto para que se realice la respectiva modificación de la ficha.
- Pedir a los cambia pintas que cada que detecten un reajuste (ant es conocido como reabastecimiento) de materia prima generado en el sistema y que no haya llegado al salón de tejido, envíen correo a la

división de ingeniería, para poder llevar registro de esto y reportar estas fallas al área de TI (tecnología de la información). Esto es una falla en el sistema ya que se presentaron casos en los que en SIS¹² se generó la orden de requerimiento de materia prima por medio de un reajuste, pero esta información no siguió el flujo hasta llegar a SAP, y este es el sistema con el que se trabaja en bodega, por este fenómeno, la bodega no se entera de estos requerimiento generados por el sistema SIS.

¹² SIS: Sistema Integrado de Sap.



8 Conclusiones

- La implementación del concurso demostró que parte de los problemas de adicionales radica en el mal procedimiento de los cambia pintas, el hecho de ofrecer un incentivo hace que ellos realicen mejor su trabajo, pues tanto en la gráfica de adicionales versus Nt's (Ilustración 2) como en la gráfica de adicionales versus máquinas activas (Ilustración 3) el periodo de tiempo que mostró menor variabilidad fue durante el concurso. Con la disminución de los adicionales se obtuvo un beneficio de \$9.224.553 en un lapso de 36 días. Este ahorro fue obtenido a partir del tiempo que se gana por tener menos máquina paradas (eficiencia) y menos horas de operarios en bodega despachando adicionales (menor operatividad).
- Los errores en fichas de colorido fue la principal causa de adicionales encontrada, basado en las gráficas del estudio a cinco máquinas tecno, se evidencian errores en fichas en todas las cinco máquinas. A demás de esto, esta conclusión se apoya en el hecho de que de 30 fichas con errores (cada ficha es una referencia distinta) y que fueron modificadas, 23 referencias de ellas produjeron adicionales, referencias repartidas en 72 máquinas.
- La implementación del filtro en las máquinas tecno no garantiza que un tejedor no se equivoque al digitar, pero si garantiza que el tejedor que está hallando el peso se dé cuenta si el procedimiento que acabó de hacer quedó bueno o malo. Así en el caso de haber hecho mal el procedimiento, podrá volver a realizarlo y evitar enviar

los pesos malos a desarrollo de producto, los cuales cabe mencionar no se dan cuenta de este tipo de errores.

- El porcentaje de casos de referencias producidas en recursos diferentes a los recursos en que se sacaron las muestras de esas referencias, para los datos analizados en el mes de noviembre, oscilan entre 38% y 52% (sacando los datos de los pasillos 58 y 59 ya que son casos especiales), este fenómeno es sin duda causa de adicionales. Por lo que se puede decir que los 2053 adicionales pedidos en el mes de noviembre, una de las causas de estos se puede adjudicar a esta situación. Por el alcance de este trabajo, no se puede decir en qué porcentaje aporta al alto número de adicionales, pues se debe hacer un seguimiento a partir de estos datos, por ejemplo, mirar de las referencias que no cumplieron con la condición de ser montadas en recursos iguales a los de la muestra, cuales pidieron adicionales y cuáles no, de esa forma si se podría mostrar datos más específicos. Sin embargo, esta información si es un insumo valioso para estudios posteriores relacionados con este proyecto.

Referencias Bibliográficas

Carro, R. y. (s.f.). *nulan.mdp.edu.ar*. Obtenido de http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf

El país. (20 de Agosto de 2017). ¿Por qué el negocio textil en Colombia enfrenta su hora más crítica? . *El país*, pág. 2.

Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad. Herramienta para la mejora de los procesos*. México.

Gutiérrez, H. (s.f.). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. Guadalajara, México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A de C.V.

ICONTEC. (18 de Noviembre de 2008). Norma técnica colombiana NTC ISO 9001-2018. Bogotá, Colombia.

Gutiérrez Pulido, H. (2005). *Calidad total y productividad*. México: McGrawHill.

Harrington, H. (1997). *Administración total del mejoramiento continuo*. En H. J. Harrington, *Administración total del mejoramiento continuo* (pág. 160). Santa Fe de Bogotá: McGraw Hill.

Morera Cruz, J. (17 de Abril de 2002). *Gestiópolis*. Obtenido de *Definiciones del mejoramiento continuo*: <https://www.gestiopolis.com/definiciones-del-mejoramiento-continuo/>