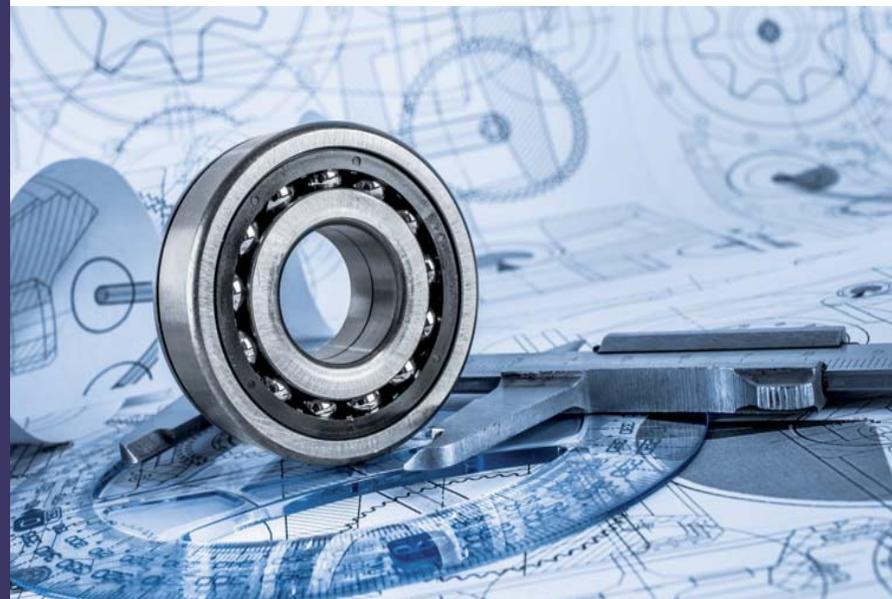


## El impacto de la ciencia y la tecnología en el sector industrial

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) son reconocidas como el motor hacia el desarrollo económico de cualquier país; incrementar la conciencia social sobre este tema es fundamental. Como es bien sabido, la comunicación es una fuente clave para generar nuevo conocimiento, de ahí la importancia de la divulgación del conocimiento científico con el fin de contribuir a extender entre la población los logros en cuanto a la ciencia y al desarrollo de una cultura de innovación. Por ello es necesario difundir la cultura y la ciencia con apoyo de la comunidad académica y el sector empresarial, la finalidad de este libro de Artículos Selectos del II Congreso Internacional de Innovación y Tecnología es dar a conocer los avances teóricos-prácticos en las diferentes áreas del conocimiento elaborados por investigadores nacionales e internacionales.

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó en su LXVIII sesión el año 2015 como Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz. Este libro forma parte de los trabajos realizados por el C. A. de Electromecánica Industrial y por la Univ. Tecnológica de Tulancingo en conmemoración del Año Internacional de la Luz 2015.

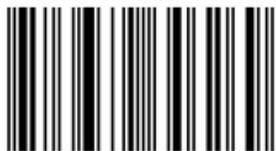
La Ciencia y Tecnología en la Industria



Noel Ivan Toto Arellano (Ed.) · C. A. de E. Industrial (Ed.) ·  
Gerardo M. Lara Orozco (Ed.)

## El impacto de la ciencia y la tecnología en el sector industrial

Selección de artículos del II Congreso Internacional de Innovación y Tecnología



978-3-639-64626-9

**PUBLICIA**

## **CAPÍTULO 16. Mejoramiento de la calidad en el teñido por medio del modelo de enlace de cadena**

G. Ordoñez Pérez<sup>a</sup>, J. A. Cabañas Mondragón<sup>b</sup>, G. Reséndiz López<sup>b</sup>, J. C. González Islas<sup>c</sup>, J. Garnica González<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Entretex S.A. DE C.V. Acaxochitlán Hidalgo, 43720, México*

<sup>b</sup>*Universidad Tecnológica de Tulancingo, Hgo. , 43642, México*

<sup>c</sup>*Universidad Autónoma de Hidalgo Hgo., México, 42074, México*

### **16.1. Introducción**

En el programa educativo de Ingeniería en Tecnologías de la Producción Área Manufactura el objeto de conocimiento es comprender y conocer el proceso de producción con la finalidad de proponer estrategias de mejoramiento que tengan como consecuencia un aumento en la productividad en donde la esencia fundamental es lograr los estándares de calidad es decir cumplir con las especificaciones demandadas por los clientes y en consecuencia permite lograr ventajas competitivas a la empresa u organización y cuando no se cumple con el cliente es porque el proceso de producción presenta problemas de aseguramiento de calidad y esta no es una tarea fácil por las exigencias que se viven constantemente en las plantas productoras como lo es la planeación y la programación de la producción, la materia prima, la

maquinaria, las instalaciones, el ser humano y el conocimiento científico y tecnológico. Es así como se presenta el caso del mejoramiento de la calidad en el teñido de artículos de polyester 100% color negro con orientación al acabado, realizado en la Empresa Entretex S.A. de C.V. en el desarrollo se utilizó el enfoque de sistemas específicamente el modelo de enlaces de cadena con objeto de determinar la causa raíz del problema presencia de punto rojos en telas blancas, y residuos de colorante en el teñido de tela polyester color negro así como establecer la solución y evitar la recurrencia futura.

### **16.2. Teoría**

El proceso de producción de la elaboración de entretelas integra los procesos textiles el de tejido que a su vez se divide en tejido plano, tejido rashel, tela no tejida y el proceso de acabado en este se encuentra el proceso de teñido. La entretela es muy importante en la confección de prendas de vestir, esta se encuentra en camisas como lo es en las mangas, en el cuello y en los trajes. Es la que le da presentación o caída. Una de las frases utilizadas o enmarcadas por la empresa es “El secreto está en el interior” es decir en la entretela. Las entretelas son tejidos internos y al colocarse en partes de las prendas entre la tela y el forro le proporcionan propiedades como lo es la rigidez, conferir forma, dar cuerpo y limitar parcialmente la elasticidad. Estas se clasifican en de estructuras tejidas, de estructura no tejidas y

termoplásticas. [1]. El proceso de producción de entretela fusionable y no fusionable en la empresa Entretex S.A. de C.V. consiste en los subprocesos. Urdido, Engomado, Tejido, Tejido de punto, Telas no tejidas, Chamuscado, Lavado, Blanqueo, Teñido, Secado, Secado por convección de calor, Secado por contacto con superficies metálicas planas, Termofijado, Perchado, Enderezado de trama, Acabados químicos (Estos se realizan en la rama), Sanforizado, Aplicación de adhesivo, revisado final y pruebas de laboratorio de calidad y finalmente Empaque y almacén. En los subprocesos interactúan materia prima en proceso, instalaciones, maquinaria y equipo, seres humanos y conocimiento científico y tecnológico lo cual no es una tarea fácil de comprender cuando existe variaciones del proceso y que afectan la calidad del producto. Por otro lado el enfoque sistémico constituye una de las más poderosas armas del proceso epistemológico, ya que permite conceptualizar y, en su caso, diseñar objetos como sistemas y en términos generales, la visualización del objeto de estudio como un sistema se hace a través del empleo, en forma complementaria, de dos procedimientos del método de construcción sistémica. Por composición y por descomposición funcional. El primero permite concebir a los sistemas como un todo integral con cierto papel o función en un entorno más amplio y el segundo procedimiento parte en la descomposición funcional del sistema en subsistemas, es decir en la identificación de un

conjunto de partes integrantes, en tal forma que la operación de cada uno de ellos y en su totalidad asegura el funcionamiento del sistema.

### **16.3. Planteamiento del problema**

Dentro de la industria textil el proceso textil es muy amplio y es complejo a la vez por presentar características importantes como lo son la variedad de los productos, el proceso que es constituido por subprocesos los cuales están relacionados directamente y son de manera continua. En los cuales la variables a medir y controlar para asegurar que sus procesos están estandarizados y en los límites lo cual no es una tarea fácil debido a que demanda conocimiento científico y tecnológico así como experiencia. En este sentido el teñido es un proceso muy delicado, al momento de decidir los productos químicos y colorantes se deben tomar en cuenta muchos aspectos, tales como la composición de la tela, origen de la materia prima, máquina de teñido, la goma, procedimientos posteriores y solidos por mencionar algunos.

En el desarrollo de la estadía de Gustavo Ordoñez alumno de la Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Producción, se presentó como principal problema la presencia de puntos rojos contaminado las telas en color blanco y natural específicamente de los artículos de polyester 100% color negro. Estos defectos en un inicio afectaban aproximadamente a un 80% de la producción total de la Empresa. Por lo consiguiente se plantea el

cuestionamiento: ¿Es posible encontrar la causa raíz del problema de puntos rojos? ¿Es factible erradicar este defecto?

Con esta investigación se determina la causa raíz del problema que ocasiona la aparición de puntos rojos en procesos posteriores al secado y/o resinado de entretelas en la máquina Rama número dos y con esto mejorar la calidad del teñido, para ello se realizó un análisis detallado de los procesos efectuados en la entretela anteriores a los procesos llevados a cabo en la máquina Rama número dos y determinar en qué proceso se genera el problema.

#### **16.4. Método y estrategia de solución**

La metodología utilizada para esta investigación fue la del enfoque de sistemas, específicamente el modelo de enlaces de cadena tal como se presenta en la figura 16.1.

Con el modelo se generaron tres ideas principales de las posibles causas que originaban el problema de puntos rojos.

##### **16.4.1 Primera idea “la contaminación de rama Bruckner 2”**

###### **16.4.1.1. Reconocimiento del problema**

Se notó la presencia de puntos rojos en las entretelas de color natural y blanco después de procesarse en la rama número dos, los cuales no podían eliminarse desmanchando con agua, o con algún solvente utilizado para desmanchar como el percloroetileno.

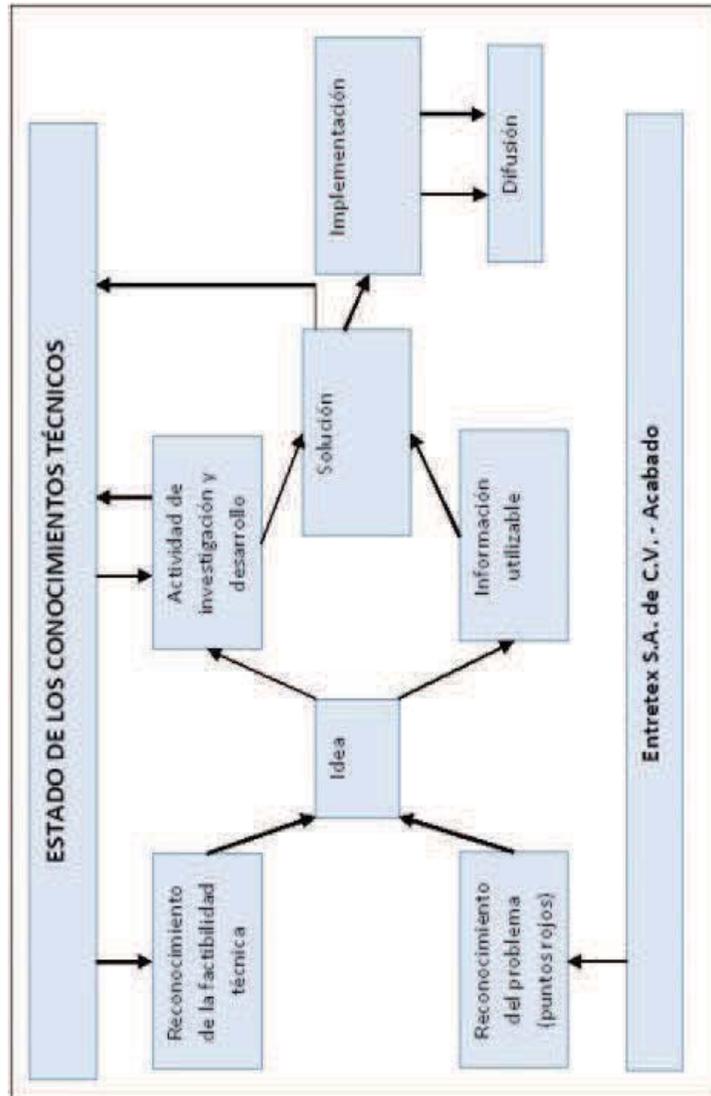


Figura 16.1. Modelo de enlaces de cadena [2].

#### **16.4.1.2. Reconocimiento de la factibilidad técnica**

Al contar la empresa con un departamento de mantenimiento, es posible realizar la búsqueda de algún contaminante que se encuentre depositado dentro de ella, además de que la empresa cuenta con otra máquina que puede realizar las mismas operaciones.

#### **16.4.1.3. Idea**

Al igual que la idea anterior el problema, la presencia de puntos rojos en la entretela de color natural y blanco, podrían ser ocasionados en la máquina de aplicación de punto polypunkt.

#### **16.4.1.4. Actividades de investigación y desarrollo**

Se detuvo la producción de las telas de color blanco y natural en la rama número dos y pensando en que podría existir algo que se encontrara dentro de la misma y que estuviera generando los puntos rojos, se entregó la máquina al departamento de mantenimiento, para que la desarmarán, hicieran la limpieza y buscarán cualquier posible causa de contaminación.

#### **16.4.1.5. Información utilizable**

Se encontraron algunas contaminaciones de color rojo, las cuales fueron limpiadas, aunque no coincidieron con las contaminaciones que se buscaban, ya que estas eran de óxido de un tono más café a las del problema, así que desafortunadamente y aunque se realizó una exhaustiva búsqueda en la máquina no se

encontró la causa raíz del problema en este proceso. Una vez reiniciada la máquina después de la limpieza volvieron a presentarse los puntos rojos; por lo que se optó por producir solo colores negros en la rama número dos y relegando los tonos blancos y naturales a la rama número uno. Pero esta decisión debía ser temporal, debido a que al trabajar en la rama número uno, se ocasionaban más costos, como gastos de combustible, mano de obra, además de que el proceso de secado y resinado se realiza en dos pasos en esta máquina y en la rama número dos ambas operaciones se realizan en un solo paso.

#### **16.4.1.6. Solución**

No fue posible llegar a una solución al problema, ya que la aparición de puntos rojos no es debido a la contaminación en la rama Bruckner número dos, por lo que se da por terminada y falsa dicha idea. Ver figura 16.2 Modelo de enlaces de cadena de la idea número uno.

### **16.4.2 Segunda idea “la contaminación polypunkt”**

#### **16.4.2.1. Reconocimiento del problema**

Se notó la presencia de puntos rojos en las entretelas de color natural y blanco podrían ser ocasionados en la máquina de aplicación de punto polipunkt.

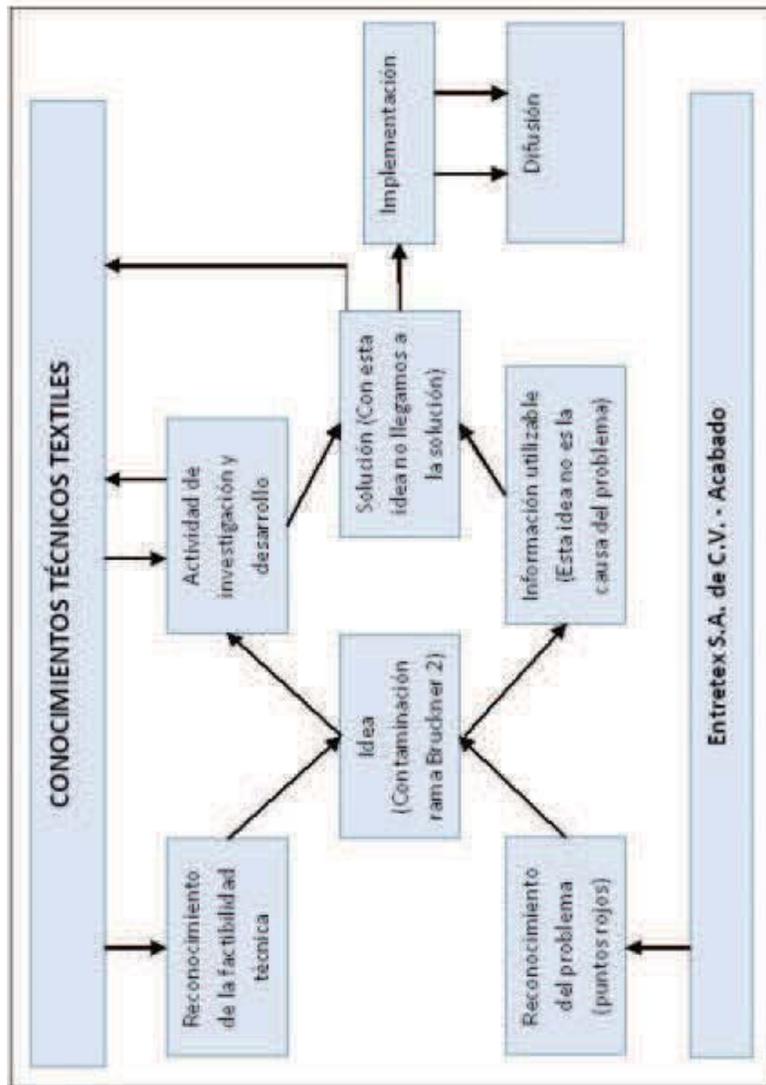


Figura 16.2. Modelo de enlaces de cadena idea número uno.

#### **16.4.2.2. Reconocimiento de la factibilidad técnica**

Se determinó que era posible revisar todos los componentes de esta máquina, para encontrar alguna contaminación o componente de la misma que estuviera ocasionando la aparición de puntos rojos.

#### **16.4.2.3. Idea**

La aparición de puntos podría ser ocasionada por la máquina de aplicación de puntos polypunkt, debido a que antes de procesarse la entretela en esta máquina, a la misma no se le notaba problema alguno y después de procesarse, era muy notorio la presencia de puntos rojos en la superficie de la entretela de forma muy frecuente sin un patrón de aparición.

#### **16.4.2.4. Actividad de investigación y desarrollo**

Se realizó el mismo procedimiento que la rama número dos, se entregó a mantenimiento para realizar una búsqueda detallada de posibles puntos de contaminación, por lo que se desarmó en todas las secciones de la máquina donde era posible que se generaran, suspendiéndose la producción de esta máquina.

#### **16.4.2.5. Información utilizable**

Al igual que la primera idea, no se obtuvo la causa raíz del problema, sin embargo, la información utilizable de esta teoría, hizo posible el enfoque hacia una idea más acerca de otra posible causa, ya que se observó que los puntos rojos no eran notorios

sino hasta antes del contacto de la entretela con el rodillo calefactor del polypunkt.

#### **16.4.2.6. Solución**

No fue posible determinar la solución al problema de puntos rojos al no saber la causa raíz del problema y se dio por terminada y falsa dicha idea ver figura 16.3 Modelo enlaces de cadena idea número dos.

#### **16.4.3 Tercera idea “la selección de los colorantes usados en el teñido”**

##### **16.4.3.1. Reconocimiento del problema**

Se observó que al terminar el proceso de teñido, sobre la superficie de la entretela quedaban residuos de colorante, los cuales no se podían eliminar con el lavado reductivo, ni con chorro de agua, sino que se debían limpiar con un trapo y agua y aparentemente se eliminaban, pero surgió la duda si esto podría ser la causa de los puntos rojos.

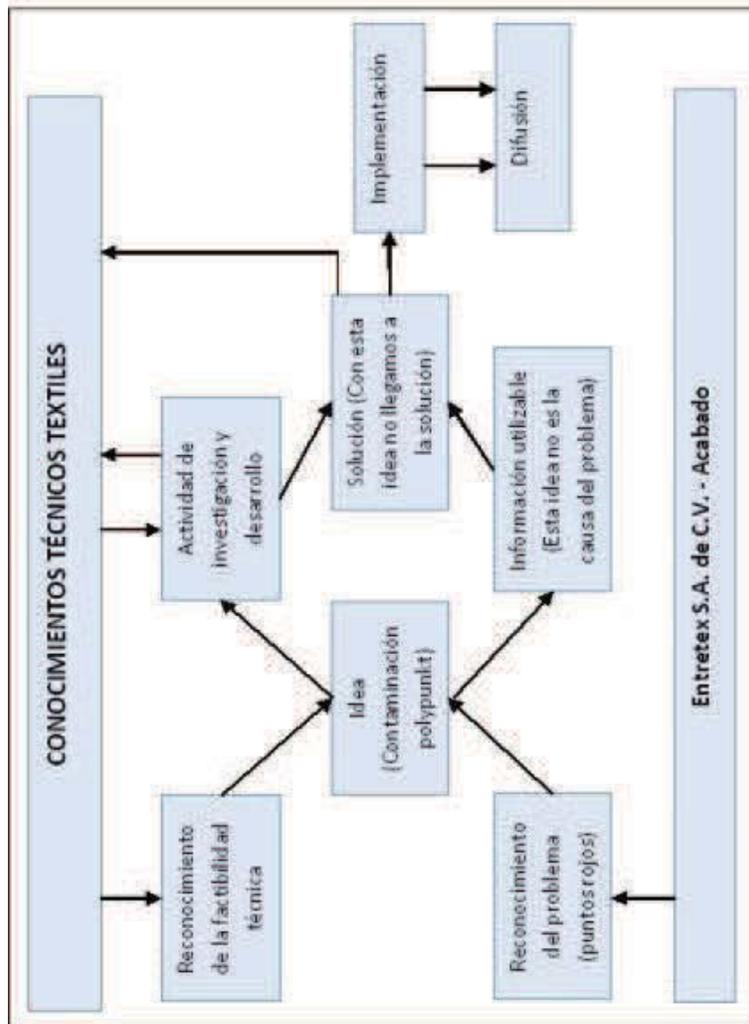


Figura 16.3. Modelo de enlaces de cadena idea número dos.

#### **16.4.3.2. Reconocimiento de la factibilidad técnica**

Debido a lo anterior, se determinó que era posible analizar todos los componentes de la receta de teñido para asegurar que no existía algún problema de precipitado, mala calidad o caducidad de los mismos que fueran la causa del problema de puntos rojos.

#### **16.4.3.3. Idea**

La tercera idea nació debido a los resultados obtenidos de la segunda idea, ya que al darse cuenta de que al contacto con el rodillo calefactor a alta temperatura, se generaba la aparición de puntos rojos, además de que al finalizar el teñido se encontraron residuos de colorante sobre la superficie de la entretela. En primera instancia se descartó esta teoría, debido a que los residuos eran de color azul marino y no rojos. Ver figura 16.4 residuos de colorante en el teñido de color negro.

#### **16.4.3.4. Actividad de investigación y desarrollo**

Incluso con el lavado reductivo, que es un tratamiento exclusivamente diseñado para eliminar cualquier residuo de color [3], no era posible eliminar los residuos, por lo que se había dado la indicación por parte de control de calidad, de que se debía de darse un lavado a mano para eliminar dichos residuos.



Figura 16.4. Residuos de colorante en el teñido de color negro

Se procedió a realizar pruebas de calidad en el laboratorio los componentes de la receta de teñido. Estas fueron las siguientes.

a) Verificación visual de los colorantes y productos químicos.

Esta prueba se realizó para asegurar que no existieran problemas de calidad en los elementos usados en el teñido tales como mala solubilidad, contaminación de colorante o descomposición, por mencionar algunos problemas físicos. No se observó problema con ningún elemento.

b) Solubilidad y dispersión de colorantes. De manera individual se pesan 5 gramos de cada colorante en un vaso de precipitado y se disuelven con agua fría, observando que no exista ninguna precipitación o alguna reacción. Después de disolver, se filtran con una tela delgada para buscar grumos de colorante resultado de una precipitación. Ver

figura 16.5. Prueba de solubilidad y dispersión. Ninguno presentó problemas en esta prueba.



Figura 16.5. Prueba de solubilidad y dispersión

- c) Mezcla de componentes de la receta de teñido. Se realizan pruebas individualmente de cada colorante mezclándolos con cada uno de los productos químicos. De todas las mezclas posibles se observó que existía una reacción de precipitación entre el colorante azul disperso 79 y el ácido acético.
- d) Dispersión y estabilidad de colorantes a ebullición. Por medio de esta prueba se trata de simular la reacción que se presenta en el baño de teñido a alta temperatura. de todas las pruebas realizadas únicamente se observó precipitación del

azul disperso 79. En los demás elementos no se observó reacción alguna.

Aunque era claro que existía un problema con el colorante azul disperso 79, aún quedaba la duda acerca de porque la contaminación de los puntos era de color rojo, ya que los residuos observados en el teñido eran de color azul marino, por lo que no se entendía la relación entre ambas contaminaciones.

e) Como una prueba adicional a las anteriores y debido a lo anterior, se tomaron partículas de la capa residual del teñido y se colocaron sobre una muestra de entretela color blanco de polyester/algodón, para asemejar el proceso de resinado en rama, se aplicó temperatura en un horno precalentado a 180°C y se mantuvo por cinco minutos. Los resultados sin lugar a dudas sin lugar a dudas indicaron que la causa raíz del problema se encontraba en el proceso de teñido. Cuando se terminó la prueba, las partículas residuales que antes de ser tratadas en el horno, eran color azul marino, ahora se encontraban presentes en color rojo, idénticas a los puntos rojos del problema inicial. Ver figura 16.6. Residuos de colorantes tratados a 180°C por cinco minutos.



Figura 16.6. Residuos de colorantes tratados a 180°C por cinco minutos.

#### **16.4.3.5. Información utilizable**

Se obtuvo la información más importante se determinó la causa raíz del problema, que resultó ser la selección de colorantes usados para el teñido de polyester en color negro.

#### **16.4.3.6. Solución**

De inmediato dejó utilizarse la fórmula de teñido previa y buscar una alternativa de teñido para el color negro. Además, se procedió a solicitar un colorante negro, premezclado por el proveedor, en lugar de los tres componentes (amarillo, rojo y azul). Se obtuvo el colorante negro disperso D-3R, con el cual se realizaron

exactamente las mismas pruebas de calidad en el laboratorio que con la fórmula previa y todas fueron aprobadas de acuerdo a los estándares y se realizaron las pruebas a nivel de producción con esta fórmula y se obtuvieron resultados satisfactorios al no presentarse residuos.

#### **16.4.3.7. Implementación**

Con los resultados en las pruebas anteriores se elabora la receta de teñido para los artículos de polyester 100% en color negro de la cual surgen dos recetas distintas; una para artículos doble stretch y una para artículos raschel.

#### **16.4.3.8. Difusión**

Se informó al personal involucrado en el proceso de teñido, acerca del cambio que se realiza en el mismo, esto comprende a dos operarios de las máquinas de teñido, dos pesadores de colorante, dos supervisores de producción, jefatura de control de calidad y a la gerencia de producción además se cargan en la base de datos el cambio de fórmula y a partir de este cambio se generan las recetas de teñido de cada lote y se archivan para referencias futuras. A continuación se muestra en la figura 7. Modelo de enlaces de cadena idea tres “Ocasionados por problemas de teñido”

### **Referencias**

[1] S. Barreto. Entretelas. Manual (2005).

[2] J. R. Corona. Modelos sistémicos de gestión. 1ra. Ed. (Grupo Editorial Patria, 2011).

[3] F. Lockuán. La industria textil y su control de calidad - V Tintorería, Creative Commons (2012).