

# **INNOVACIONES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA DE UNA EMPRESA DE CALCETINES**

**J.A. Rau Álvarez**

Pontificia Universidad Católica del Perú, San Miguel, Lima 32, Perú, jrau@pucp.edu.pe

**F. Ormachea Freyre**

Pontificia Universidad Católica del Perú, San Miguel, Lima 32, Perú, formach@pucp.edu.pe

## **RESUMEN**

Durante muchos años, hasta mediados de la década pasada, no se consideró el rol fundamental del mantenimiento preventivo y el análisis de la reducción del tiempo de fabricación, afectando este hecho a la productividad del uso de los recursos de máquina, materiales y horas hombre. Se presentan casos correspondientes a una fábrica de calcetines en la que se implementaron diversas mejoras que se integran con la gestión de operaciones de la empresa. Se describen tres de éstos casos, sus antecedentes, el análisis del problema y la mejora, con aplicaciones sencillas pero que tuvieron un gran impacto en la mejora de la productividad y utilidad de la empresa.

**Palabras claves:** tejeduría, calcetines, mejora de procesos de calcetería, mantenimiento, integración

## **ABSTRACT**

For many years, until the middle of the last decade, did not consider the fundamental role of preventive maintenance and analysis of reduced manufacturing time, this fact affects the productivity of the use of machine resources, materials and man hours. Cases are presented corresponding to a sock factory in which various improvements were implemented that integrate with the management of company operations. We describe three of these cases, background, problem analysis and improvement, with simple applications but had a great impact on improving productivity and profit of the company.

**Keywords:** knitting, socks, hosiery process improvement, preventive maintenance, integration

## **1. INTRODUCCIÓN**

La empresa estudiada tiene un poco más de medio siglo de actividad en la industria manufacturera nacional, siendo una de las pioneras en la industria textil de producción de medias y calcetines. La numero 1 en exportaciones a EEUU y líder en el mercado nacional.

Se inició como una empresa familiar orientando su negocio a la fabricación de medias y calcetines, esto de manera principal, pero también incursionó en la producción de hilados, como: Lana, alpaca, algodón.

Es así que sus operaciones contaban con dos negocios, siendo el primero, encargado de la producción de hilados, el cual, fue absorbido por el segundo negocio de confecciones de calcetines, en diciembre de 1996. Cabe señalar que culminada la fusión, la empresa aplicó una fuerte política de reconversión empresarial, empezando por modernizar toda su maquinaria existente que producía la línea de calcetines, con el fin de afrontar la apertura del mercado. Luego a partir del año 2008, la empresa empieza a modernizar los recursos de planta hilandera, se asegura un correcto teñido no sólo del hilado acrílico, sino también del teñido del algodón y de fibras naturales como la alpaca y a partir del 2010, empieza a teñir el nylon de refuerzo para la planta de calcetería.

Cabe destacar que los (03) casos referidos estuvieron articulados técnica y operacionalmente, constituyéndose por tanto, en los tres principales agentes de los logros obtenidos en los primeros años de la década pasada. Esto fue

resultado de un correcto enfoque de procesos, para lo cual, las mejoras no deben ser aisladas sino integradas buscando resolver todos los obstáculos de cada factor del proceso sujeto de la mejora.

Además, se notará que se otorgó especial énfasis a la “calidad del proceso” en sí, bajo lo cual se intervino en factores usualmente poco atendidos de los procesos, buscando no sólo resolver problemas de pérdidas de producto y de material, sino también, pérdidas de recursos de proceso, como el mantenimiento de recursos de una planta.

## **2. PRIMER CASO: INNOVACIÓN EN LA MEJORA DEL CONSUMO DE REPUESTOS Y EL MEJOR EMPLEO DEL AIRE ACONDICIONADO.**

### **2.1. ANTECEDENTES**

A fines de la década de los noventa, luego de la adquisición de nuevas máquinas circulares de tejido de punto, en las que su funcionamiento estaba basado en equipos electrónicos y se podría decir relativamente más delicados comparados con los equipos anteriores mecánicos o semi-electrónicos, se observa drásticamente un alto consumo de repuestos, prácticamente hasta los años 2005, como desgaste de piezas, debido al inapropiado sistema de mantenimiento por no considerar algunos factores claves, tales como el aire acondicionado, que sólo se instaló en algunos ambientes donde se trabajaba cierto tipo de medias para damas, debido al tremendo calor que generan las máquinas que tejen medias de mujer, para que puedan trabajar en condiciones aceptables los operarios. Las máquinas para el área de medias de mujer (pantys), trabajan a una velocidad de rotación de 800 rpm y si hacen dibujo a 500 rpm, generando una temperatura ambiente de 34 a 38 °C, todo lo contrario con las máquinas que tejen calcetines para ambos sexos con fibra de algodón, acrílico o alpaca, y su velocidad de rotación es aproximadamente entre 200 a 280 rpm, generando una temperatura ambiente de 24 a 28 °C, de trabajo (esta temperatura aumenta dependiendo de la cantidad de equipos que se cuenta en la planta y el espacio utilizado). El área de tejeduría está dividida en tres plantas:

1. Área de Lonati Nueva (el término Lonati, es por la marca de las máquinas en su mayoría)
2. Área de Lonati Calcetin (son máquinas semi-electronicas, y se recalientan tremendamente)
3. Área de Lonati Medias (es el área donde necesariamente trabajan con aire acondicionado)

Durante el verano el principal problema en el área de tejeduría son las altas temperaturas que se trabajan y en época de invierno es la fuerte humedad que existe en el ambiente, ambos factores ocasionan graves paradas de máquinas y el alto consumo de repuestos y piezas del equipo, por otro lado, los costos tarifarios, en general, eran bastante elevados, tanto en lo referente al consumo de repuestos, la producción que se deja de producir, el uso destinado de recursos de mantenimiento y producción no conforme o defectuosa.

Los procedimientos de trabajo del almacén, referente al hilado para el área de Lonati Medias: su almacenamiento y su manipulación, para la entrega a planta, no era la apropiada, sobre todo el material destinado al área de medias de mujer, porque el tipo de fibra era más delicado (lycra, nylon).

El objetivo principal del estudio y mejoras esperadas, era reducir los altos costos en las operaciones de mantenimiento, materia prima y capacidad ociosa. Para esto se formó un equipo de estudio con el Gerente de Producción al mando y constituida por el supervisor de la planta, jefe de mantenimiento y mecánicos contratados para este fin.

### **2.2. ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROCESO DE MEJORA**

Luego de revisar los procedimientos de trabajo, tanto en la planta como en el almacén y el análisis de máquinas paradas y sobre todo los equipos que se usan en la planta como extractores, mantenimiento inapropiado del aire acondicionado y la variación de temperatura alta en verano y alta humedad en el invierno se identificó la problemática, confirmandose que el consumo de repuestos, máquinas no operativas y pérdida de materia prima, se podrían reducir, previa evaluación de la situación actual de trabajo.

Entre las principales medidas que se tomaron, tenemos:

- Se determinó estudiar y aplicar soluciones con base técnica y soporte profesional multidisciplinario.
- En el almacén se separó el material de Lonati Medias, por ser un material bastante delicado, en tenerlo en un ambiente especial y a una temperatura de manipulación de 22°C
- La recomendación del fabricante es que las máquinas trabajen no más de 25°C, debido a que el recalentamiento afecta el buen funcionamiento de las tarjetas electrónicas y sobre todo en Lonati Nueva y Calcetín que no cuentan con aire acondicionado. Al trabajar a esas altas temperatura el tejido se ve afectado debido a que las agujas no cogen el punto adecuadamente, por fallas en las levas, fallas en el dibujo por los selectores, entre otras fallas particulares del tejido.
- En el invierno como las máquinas neumáticas, trabajan con aire de succión, en el área de tejeduría de calcetines, cada máquina tejedora aprovecha un sistema de movimiento y transporte por “succión de aire”, para realizar el desplazamiento a lo largo de tuberías, que posteriormente llegan a la salida de la máquina para su embolsado. La humedad es absorbida por las turbinas de succión, oxidando los repuestos del equipo tales como las agujas, platinas, “transfer”, selectores, etc., afectando de manera directa el tejido del calcetín, usando el léxico de la planta, genera patas de gallo (ver Figura 5), picaduras, mal vanizado, tejido revuelto, etc. Esto ocurre sobre todo en Lonati Nueva y Lonati Calcetín.
- Las máquinas tienen en promedio entre 132 a 200 agujas, cuando este problema se presenta se tiene que cambiar el tendido de agujas, o platinas, “transfer”, consumiéndose enormes cantidades de repuestos y tiempo dedicado a su atención. La cantidad de máquinas entre estas dos secciones es 150 y la cantidad de producción por turno de 12 horas de cada máquina es de 10 a 12 docenas (24 unidades o 12 pares), la producción no conforme por este problema es 2 a 3%
- Se determinó la importancia y necesidad de contar con un equipo de aire acondicionado en la sección de Lonati Calcetín (40 máquinas) y empezar a llevar mediciones y registros.
- Se determinó la importancia y necesidad de contar con unos extractores de alta potencia y eficiencia, de entre 5 a 7 HP, adecuado caudal (m<sup>3</sup>/hrs) y sobre todo estratégicamente ubicados en el salón de máquinas (ver Figura 1), (04) unidades en el contorno y dos unidades centrales en el techo (el salón tiene un techo de 5 metros de altura), de tal manera que no afecte la succión de los hilos en máquina. Esto resultó más económico que un equipo de aire acondicionado pero cumpliendo con los objetivos en la sección de Lonati Nueva (110 máquinas) y empezar luego a llevar mediciones y registros.

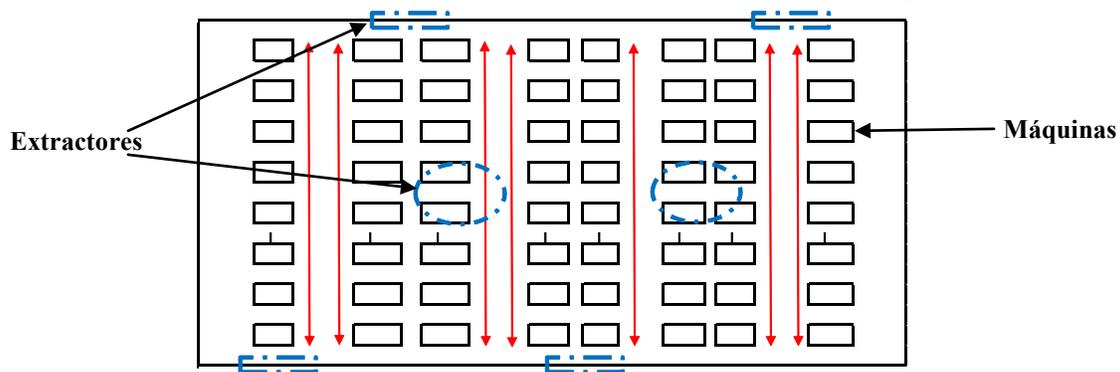


Figura1: Sección Lonati Nueva

- Otro componente que afectaba los repuestos, era el aire comprimido, aire que activa los componentes propios de las máquinas tejedoras, que tiene un sistema neumático. Debido al crecimiento de la planta durante la década de los 90, no se tomó en cuenta la capacidad de la compresora, pulmones, distribución de los ductos de aire y sobre todo la colocación de secadores. Como se alejó mas la planta de la sección de Lonati Nueva de su diseño inicial, el aire en los ductos por las distancias se condensaba y en vez de aire entregaba agua a las máquinas, oxidando los repuestos. Se realizó una nueva distribución de la planta en lo referente al sistema de aire comprimido. Ver Figura 2 y 3.

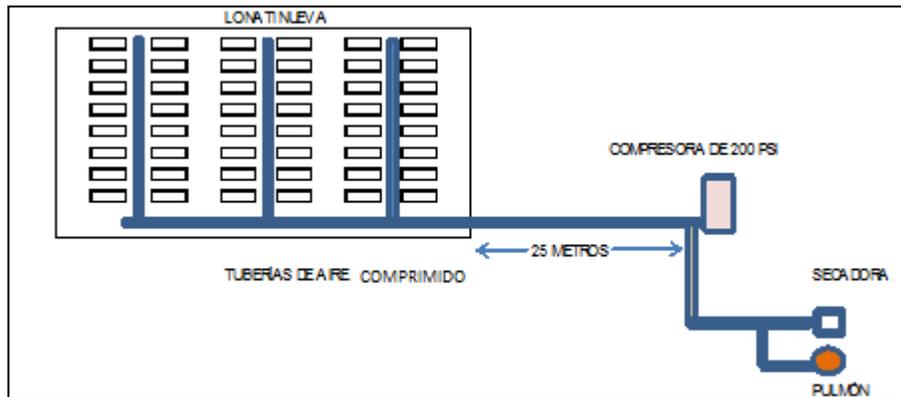


Figura 2: Distribución con la nuevas instalaciones 1996.

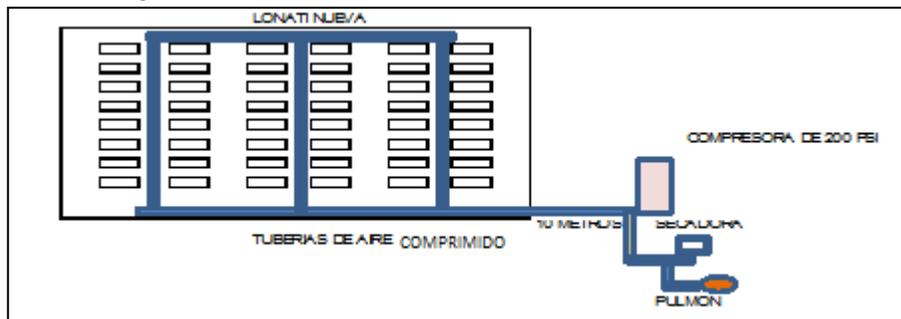


Figura 3: Distribución con la nuevas instalaciones de Aire

### 2.3. RESULTADOS Y BENEFICIOS

Luego de implementar las medidas en la planta, los resultados positivos se dieron de inmediato, con los siguientes beneficios, tanto económicos como laborales:

- Formalidad en el control y registro de los usos y consumos de repuestos
- Incorporación de tareas para los mecánicos, personal de almacén de repuestos, a fin de cuidar el consumo.
- Incorporación de tareas para el supervisor, quien no sólo debe preocuparse de la “salida del producto”, sino también de los consumos de aire comprimido, aire de succión y conservación de los equipos.
- Se estableció un nuevo sistema de mantenimiento general del sistema de succión de aire (turbina, ductos, máquinas).
- Reducción de tiempos muertos y la cantidad de máquinas paradas en un 50%
- Reducción de la cantidad de productos no conformes por este problema en un 70%.
- Mejora y adaptación de los manuales de calidad y mantenimiento.
- Mejora en las responsabilidades y hábitos del personal, especialmente en detectar los grados de temperatura (uso de medidores), y evitar trabajar en malas condiciones que se ven en los repuestos de las máquinas, cubriéndolas con protectores humedecidos de aceite. En este aspecto, inicialmente se tuvo que romper malos hábitos y superar cierta oposición inicial.
- Comprensión e involucramiento de todo el personal. Los trabajadores fueron parte importante de los logros finalmente obtenidos, tomando ellos conciencia de esto, lo que generó una adecuada integración y correcto sentido organizacional.
- Se implantaron registros y controles adecuados para el necesario monitoreo de manera sostenida.

En general, puede decirse que las medidas tomadas fueron acertadas y oportunas, en momentos que la empresa tenía como prioridad competitiva, reducir costos.

### **3. SEGUNDO CASO: CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, REFERIDO A LA VIDA ÚTIL DE LAS PIEZAS DE LA MÁQUINA.**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

En la planta de tejeduría de calcetines, cada máquina tejedora por el uso diario, produce distintos tipos de artículos, con diferentes tipos de hilado, y a su vez diferentes títulos, hace que se desgaste los repuestos directos (agujas, platinas, “transfers”, etc.), esto a su vez, para que puedan hacer el tejido, trabajan una serie de piezas de contacto directo (excéntricas, levas, etc.), y estas piezas también sufren desgaste, y si estas fallan, por ende fallan los repuestos directos, así estén nuevos, fallan en el tejido (el tejido sale rayado, ciertos canales se ven más abiertos que otros, puntos flotantes).

Por lograr de cumplir con el cliente, se produce bajo esas condiciones, ya sea con repuestos directos desgastados, o con piezas que no trabajan adecuadamente por el desgaste que presentan, entregando finalmente un producto que no cumple los estándares de calidad que exige el cliente o la misma empresa.

Si hablamos más acerca de las piezas que más rotan en los equipos, tales como el picker o drooper, podemos decir lo siguiente:

Un Picker o drooper desgastado, debe tener sus excéntricos a su vez desgastados, para una máquina determinada, trabajan de acuerdo a su calibre o características (N° de agujas, galga, diámetro del cilindro, título del hilado), pueden trabajar hilado 50/2 más su nylon de refuerzo, este puede usar un título más grueso como 40/2 o más delgado como 60/2, está dentro del rango de trabajo y esto se equilibrará soltando y/o ajustando la puntada respectivamente, el recorrido que realizará las agujas, a una velocidad de 280 rpm, deben llegar a una determinada altura para tejer a 5mm, estas agujas suben y bajan para realizar el tejido, si se resbalan no cogen el hilo y por lo tanto no tejen o no hacen ese punto, debido a que los excéntricos están desgastados, la aguja no alcanza los 5mm, sino llega por ejemplo a 4.93mm, suficiente para que no logre hacer el punto. Ver Figura 4.

Para estos problemas, a veces llegaba un momento que ya no se podía trabajar con un hilo más grueso como 40/2, perjudicando los pedidos de clientes que desean este tipo de algodón con dicho título. Como el punto llega dos tipos de hilo, el algodón y el nylon de refuerzo, lo que sucedía es que el nylon volteaba el algodón generando el problema del mal vanizado. Es así que se incrementaban las paradas y sobre todo el tiempo de horas de parada, el tiempo que emplean los mecánicos, fechas de entrega de pedidos atrasados, finalmente no se cumple para nada el planeamiento de pedidos (Nahmias, 2005).

#### **3.2. ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROCESO DE MEJORA**

Bajo el escenario descrito, y ya teniendo los aportes del estudio de los diferentes tipos de falla que aparecen en el tejido, debido al uso de piezas desgastadas, repuestos usados o defectuosos, se presentó la necesidad de realizar una serie de acciones no recomendables de acuerdo a este análisis:

- Debido a que las agujas no realizan el punto por el desgaste de las excéntricas, se bajaba la velocidad de la máquina a 220 rpm, para remediar ese problema, afectando el tiempo de fabricación del tejido. Ya no se producían 10 docenas por turno, sino 7 docenas.
- Se podía trabajar con hilos más delgados y no los más gruesos, como la aguja no llega a esa altura ya no va poder desmayar por lo tanto aparecen unos puntos largos (“patas de gallo”), ver Figura 5, realiza la doble malla, porque en la siguiente vez que sube con hilo, realiza el punto. Se tiene que realizar cambios en el programa del diseño, y en algunos casos nuevamente bajar la velocidad (Lonati, 2010).

Se revisaron la cantidad de horas de parada, la cantidad de mermas, cantidad de repuestos consumidos, horas hombre empleados de mecánicos, supervisores, técnicos, la cantidad de pedidos incumplidos y cancelados, se analizó y replanteó el diseño del mantenimiento preventivo de la planta, se definió y se garantizó en que tiempo se podría reparar las máquinas con los recursos adecuados y garantizar el tiempo de reparación, planteándose como principales objetivos el reducir el consumo de repuestos generados por la carga del tejido en las máquinas., la

cantidad de productos defectuosos que se generaban y el cumplimiento de pedidos. Asimismo se buscaba mejorar el aprovechamiento y garantizar el mantenimiento del equipo principal de tejeduría.

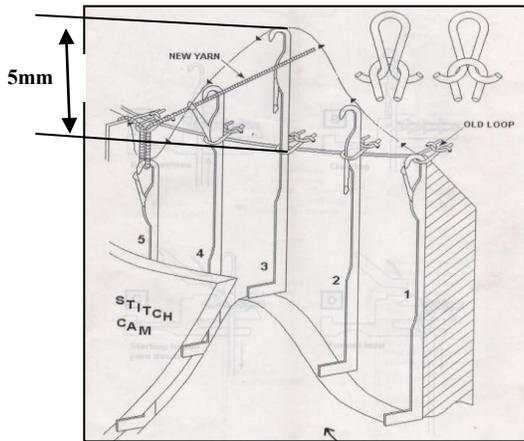


Figura 4: La aguja hace el lazo del punto

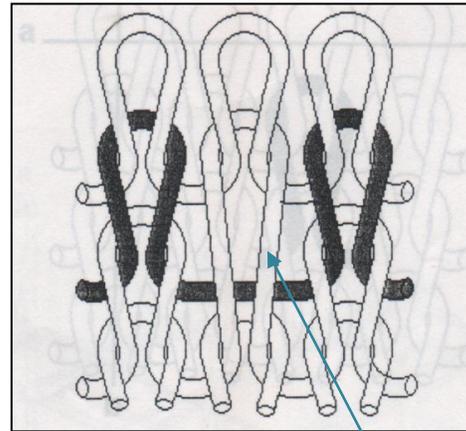


Figura 5: Defecto en el tejido o “pata de gallo”

Para esto se conformo un equipo multidisciplinario, entre personal de mecánica general, técnicos de los equipos de tejeduría y por el supervisor de planta.

Luego de reuniones y el análisis exhaustivo del problema, se identificó y comprendió las principales causas de la problemática detectadas

- La reducción de flujo de producto terminado por hora. Aproximadamente 35% se redujo.
- Lo importante de mantener los equipos en sus mejores niveles de rendimiento durante el mayor tiempo factible. Aproximadamente existe un 35% de máquinas paradas en la planta, por cada turno.
- Los consumos adicionales de repuestos.
- La cantidad de pedidos cancelados o infracciones por incumplimientos aproximadamente 8%.
- Normalmente el consumo de repuestos anual es de 100,000 €, y justamente esta es una de las razones fuertes por la cuál no se está cumpliendo. Y solamente se logra contar con un 50% de lo solicitado.
- El uso innecesario de horas de mecánico, técnico y supervisores, programadores, control de calidad, abocados a este problema que se presenta en el calcetín son muchas horas invertidas, pudiéndose destinar y/o atender otras prioridades, en promedio se toma el 40% de las horas totales de trabajo.

A partir de lo anterior, se intervino el proceso bajo las siguientes acciones:

- Se midió el impacto, lo que realmente se perdía (de lo mencionado anteriormente), contra lo que debe invertir en repuestos para el área de tejeduría, específicamente en la máquinas de tejido, por la cuál era cubierto ampliamente. Para esto se tuvo que medir y registrar, usando indicadores para poder estimar lo que realmente se pierde.
- Mantenimiento exhaustivo a los equipos (cambios de rodajes, limpieza preventiva, cambio de carbones, repuestos, etc.), para seguir con los nuevos protocolos de mantenimiento.
- Capacitación constante a los antiguos y nuevos mecánicos, para cumplir con los protocolos de cambio de repuestos y piezas.
- Se capacitó a los tejedores, para reparaciones menores y no usar horas de mecánicos.
- Se realizaron convenios con los proveedores para las coordinaciones de las pruebas de los hilos que se emplean y/o cambios de lote, antes que ingresen en la línea.
- Se definieron en los protocolos quienes estaban autorizados a reducir la velocidad de las máquinas (colocar F6-comando para bajar la velocidad de la máquina) y dar el informe respectivo en caso de ser necesario. Y también se estaba prohibido bajar la velocidad en los programas.

- Se establecieron nuevos estándares de calidad, para los productos y no se rechace por cualquier tipo de falla en el tejido.
- Se vieron otros factores, tales como tipo de lubricación, tipo de aceite, que pueda alargar la vida útil de los repuestos.

### 3.3. RESULTADOS Y BENEFICIOS

Luego de implementar las medidas y procesos de mejora, pudieron observarse los siguientes beneficios en la planta:

- En lo que va de la reducción del flujo de productos terminados se logró eliminar hasta un 85%, y debido a las complejidades propiamente del diseño del producto y del material que lleva, hace que se requiera de otro tipo de análisis y no es solamente el cambio de repuesto.
- Se redujo a 10% de máquinas paradas por este tipo de problemas, mucho afecta el tipo de hilado que se emplea, ya sea por la calidad del hilado del proveedor o por cambios de lote.
- En lo que va con los cumplimientos de pedido, también tuvo sus frutos, reduciéndose a un 2%
- Se estableció un nuevo sistema de mantenimiento general del área de tejeduría.
- Se implantaron registros y controles adecuados para el necesario monitoreo de manera sostenida.
- Se redujo el requerimiento de repuestos en un 30% por turno.
- El consumo de material, también se redujo, como consecuencia de lo anterior.

## 4. TERCER CASO: REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA.

### 4.1. ANTECEDENTES

En la planta de tejeduría en estudio, existen muchos artículos, de los cuales se tejen en diferentes tiempos con poca variabilidad, y esto aumenta de acuerdo a la talla que se teje. Un calcetín típico, ver Figura 6, se puede observar las diferentes partes, empezando por el puño, hasta llegar a la base:

- Puño: van las fibras de algodón o acrílico, el refuerzo de lycra o nilón y el elástico, que justamente se sostiene en la pierna. El cilindro de la máquina gira sentido anti horario.
- Caña: van las fibras de algodón o acrílico con refuerzo de nilón. El sentido de giro es anti horario.
- Talón: van las fibras de algodón o acrílico y de refuerzo el nilón. El sentido de giro del cilindro de la máquina es horario – anti horario, para poder realizar el talón tejido a forma de bolsa.
- Planta: Lo mismo que la caña.
- Puntera: Lo mismo que el talón.
- Guía: una malla muy delgada de nylon, que sirve de guía para el remalle de cierre de puntera.
- Base: es un tejido que sostiene al calcetín (está en el aire), en la máquina de cierre de puntera (pinzas).

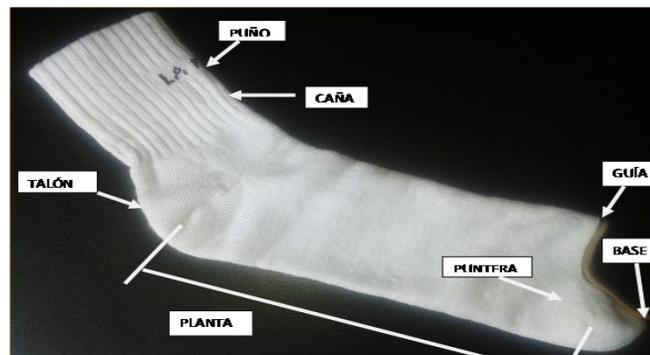


Figura 6: Partes del Calcetín

El proceso de tejido en la máquina, tiene los siguientes elementos:

- El cilindro que gira en sentido anti horario (máquina mono cilíndrica), donde contiene los repuestos: agujas, platinas, selectores, etc.
- Guiahilos: es por donde ingresa el hilo, proveniente del castillo de hilos, posesionándose en el cilindro y que es recogido por la aguja que va tejiendo punto por punto el tejido.
- Alimentadores: es una unidad de portaguiahilos (entre 2 a 7 guiahilos), por lo general las máquinas tienen un alimentador, en este alimentador ingresa el hilo principal (algodón o acrílico), hilo de la guía (nilón), el hilo de refuerzo y principal para hacer el talón y puntera, y el hilo de la base.
- Adicionalmente otro alimentador está destinado para los hilos de dibujo del calcetín.
- Existe otro guiahilos a parte de los alimentadores, donde ingresa el elástico. Ver la Figura 6

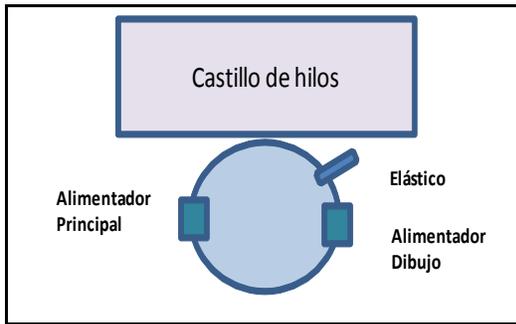


Figura 6: Alimentación actual del Hilo

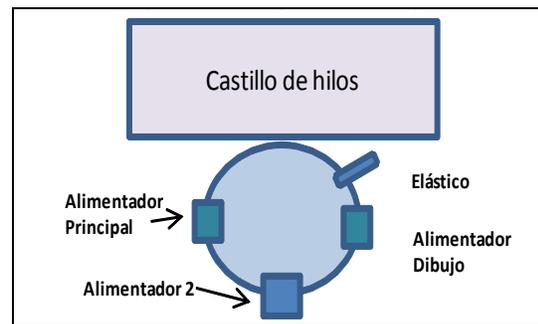


Figura 7: Aumento de más alimentadores

Aproximadamente un par de calcetines en promedio se teje en 4,5 minutos, el objetivo principal en este caso es reducir el tiempo de tejido a 3,8 minutos, definitivamente aumentaremos la productividad, usando los mismos recursos (materiales y personas), pero esto implica que tanto el tejedor y el revisor de la línea tendrán un poco más de carga, para esto se tiene que tener en cuenta un nuevo método de revisión y no el tradicional que era máquina por máquina de manera secuencial, es decir empezaba por un extremo y terminaba su ciclo de revisión en el extremo posterior (aproximadamente una 16 vueltas por turno de 12 horas).

La pauta de trabajo del revisor consiste en la inspección al 100% de los calcetines de cada máquina, las cuales se van depositando en una bolsa que recibe al calcetín a la salida de la máquina, esto con el sistema de succión, ya referido. Ver Figura 8

#### 4.2. ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROCESO DE MEJORA

Para esto se conformó un equipo con apoyo del técnico de mantenimiento de la planta, inspectores, diseñadores y del supervisor de la planta (Meyers, 2006).

Se determinó colocar otro alimentador en la máquina, e incluso se pueden colocar hasta 4 alimentadores, lo que no necesariamente reduce de manera proporcional el tiempo, porque dependen del tiempo del talón y puntera que se hace a un alimentador. Ver Figura 7

El equipo tuvo que repartirse el trabajo para el diseño del nuevo producto a más de un alimentador, programarlo en un software, calibrar las máquinas, el análisis de consumo adicional de material en la planta, la organización de trabajo cambiará. Ver Figura 9.

Definitivamente aparecieron nuevas fallas, mayor consumo de repuestos, más atención a la producción por los supervisores y del personal de Calidad.

El equipo identificó la problemática y las relaciones causa-efecto de lo que estaba ocurriendo, identificando principalmente que los tiempos de llegada a cada máquina eran muy variables y altos; la cantidad de calcetines por bolsa (15 unidades en promedio); el tiempo por calcetín por parte del revisor era muy variable; el alto porcentaje de máquinas paradas (18% por línea) y tiempo de espera después de ser atendidas.

Sobre la base de lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos para las mejoras:

- Reducir el número de unidades no conformes, generadas por el tiempo largo para atender a las máquinas.
- Asegurar una revisión correcta de las medias.
- Reducir el cansancio y fatiga generados por los recorridos.
- Incrementar la productividad de las líneas en pares por hora y en pares por kilo de hilado.
- Reducir las tasa de consumo anual de repuestos.
- Reducir las pérdidas de materiales, de tiempo y de energía.

Para el logro de los objetivos planteados se implementaron las siguientes medidas:

- Redistribución de trabajo para el tejedor y del revisor. Atenderán hasta la mitad de la línea y la mitad de las dos líneas (frente a frente) (Tompkins, 2005).
- Ambos, avanzarán ahora, la mitad del recorrido que en la situación inicial.

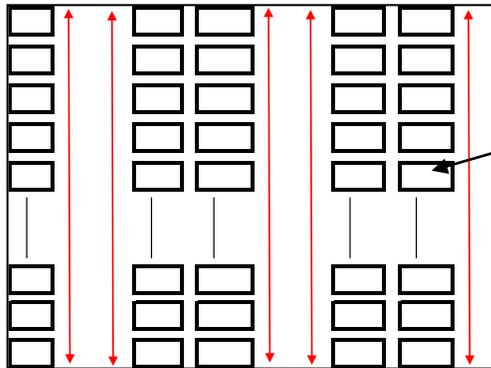


Figura 8: Organización de trabajo por línea

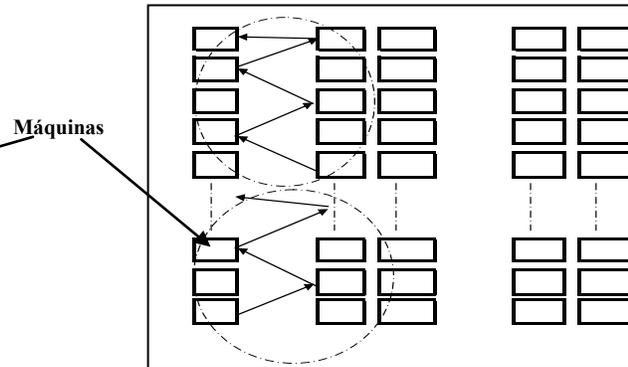


Figura 9: Organización de trabajo mejorado

- El revisor iba a ser recorridos en zigzag, revisando las máquinas frente a frente.
- Los amarres de los alimentadores programados, cuando se retiran (al ser cortados por una cuchillas) dejan hilos largos, generando una operación adicional de limpieza de hilos.

### 4.3. RESULTADOS Y BENEFICIOS

El impacto social fue muy positivo luego de la implementación de las mejoras, siendo los principales beneficios los siguientes (Krajewski, 2007):

- Reducción de tiempos de tejido en 18% aproximadamente
- Reducción de tiempos muertos y la cantidad de máquinas paradas en un 50%. con la nueva distribución
- Reducción de la cantidad de calcetines por bolsa en un 40%.
- Reducción de la frecuencia y probabilidad de las medias defectuosas, reduciendo las mermas de material del proceso.
- Reducción de la fatiga del personal.
- Mejora y adaptación de los manuales de calidad y mantenimiento.
- Mejora de la supervisión.

### 5. CONCLUSIONES

La Empresa considera lo realizado y lo logrado como altamente positivo y uno de las mejores ejecuciones que han realizado, a la vez, que reconoce que es factible su realización en otras empresas, haciendo la salvedad que lo aplicado y lo obtenido tiene alta vinculación causal con:

- El planeamiento del mantenimiento total.
- El diseño de la organización de la sección.
- El tipo de equipamiento.

- La tecnología implantada en el proceso.

Considerando que hemos presentado diversos tipos de innovaciones, cada uno con sus propios objetivos, enfoques, estructura de ejecución, condicionantes y metodologías, podemos rescatar los siguientes elementos comunes que contribuyeron al éxito para cada caso:

- Las innovaciones necesitan de apoyo y compromiso de la alta gerencia.
- Las innovaciones requieren ser gestionadas, administradas, partiendo de una planificación.

Tal gestión debe comprender elementos como (Krajewski, 2007):

- Planificación
- Comunicación interna al personal.
- Organización para el trabajo, basada en roles y responsabilidades definidas y sobre todo Capacitación.
- Coordinación con responsables de áreas y procesos.
- Control y seguimiento, midiendo, comparando y evaluando.
- Reconocimiento del trabajo y el esfuerzo.
- Aseguramiento de las nuevas prácticas, con entrenamiento y documentación.
- Gestión del nuevo conocimiento, documentando lo realizado y logrado y transmitiendo al personal para que se conozca, aprenda, comprenda y se transmita adecuadamente

En todos los casos se manifiesta la real ventaja e importancia que tiene el enfoque de procesos y de proyectos para el éxito de las innovaciones. La diferencia entre mejoras simples, puntuales y poco trascendentes estriba en el alcance, en el impacto y el enfoque de proceso completo que se debe aplicar.

Ha quedado comprobado lo necesario del control y registro de los procesos y su comportamiento, para conocer, analizar y proponer.

El correcto y completo diagnóstico o estudio de la situación es vital para identificar y comprender los problemas y sus causas. Es importante conformar equipos integrados por miembros con conocimientos del sujeto de estudio (proceso) que permitan, entre todos, una completa visión y análisis de los problemas. Las innovaciones no deben ser consideradas como mejoras aisladas, sino como parte de una planificación con proyección a futuro.

## REFERENCIAS

Lonati Macchine Circolari Per Calzifici [www.lonati.com](http://www.lonati.com) (2010)

Aghezzaf, E.H.(2007), “An integrated production and preventive maintenance planning model”

*European Journal of Operational Research*, 181 (2), pp. 679-685

Cassady, C.R. (2005) “Integrating preventive maintenance planning and production scheduling for a single machine” . *IEEE Transactions on Reliability*, 54 (2), pp. 304-309.

Nahmias S; (2005); *Production and Operations Analysis*. Quinta edición. Editorial Mc Graw-Hill

Tompkins, J. y WHITE J., (2006); *Planeación de Instalaciones*. Tercera edición. Madrid. Editorial Thomson.

Meyers, F., (2006) ; *Diseño de las Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. Tercera edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

Krajewski, L., y Ritzman, M. ; (2007) ; *Operations Management* ; Octava Edición ; Pearson Educación

### ***Autorización y Renuncia***

*Yo, J.A.Rau Álvarez, autorizo a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*

### ***Authorization and Disclaimer***

*I, J.A.Rau Alvarez, authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible for either the content or the implications of what is expressed in the paper.*