

# **INNOVACIONES EN LAS INSTALACIONES PARA MEJORA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA DE UNA EMPRESA DE CALCETINES.**

**J.A. Rau Álvarez**

Sección Ingeniería Industrial, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú  
Av. Universitaria N° 1801, San Miguel, Lima 32, Perú  
[jrau@pucp.edu.pe](mailto:jrau@pucp.edu.pe)

## **RESUMEN**

Debido a la baja productividad de los recursos materiales y humanos, presentados a mediados de los años noventa, se presenta el caso correspondiente a una fábrica de calcetines en la que se implementaron diversas mejoras. Se describen tres de éstas casos, aplicaciones sencillas pero que tuvieron un gran impacto en la mejora de la productividad de la empresa.

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

## **ABSTRACT**

Due to the low productivity of human and material resources, presented the mid-nineties, it presents the case for a factory of socks in which several improvements were implemented. Describes three of these cases, simple applications but had a great impact on improving enterprise productivity.

**Keywords:** knitting, socks, hosiery process improvement.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La empresa estudiada tiene casi medio siglo de actividad en la industria manufacturera nacional, siendo una de las pioneras en la industria textil de producción de medias y calcetines.

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:

1. Hilados industriales: acrílico, alpaca, lana.
2. Hilados para alfombras.
3. Ovillos para tejer chompas artesanales y tejidos planos.

Es así que sus operaciones contaban con dos negocios, siendo el primero, encargado de la producción de hilados textiles, el cual, fue absorbido por el segundo negocio 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.

Cabe destacar que los tres casos referidos estuvieron articulados técnica y operacionalmente, constituyéndose por tanto, en los tres principales agentes de los logros obtenidos en el período ya señalado. 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 la fuerza eléctrica, la neumática y la humana.

## **2. PRIMER CASO: INNOVACIÓN EN LA MEJORA DEL CONSUMO Y LA PRODUCTIVIDAD DEL RECURSO ENERGÉTICO.**

### **2.1. ANTECEDENTES**

En el escenario inicial se observó un alto consumo de energía eléctrica y una distribución poco apropiada de las instalaciones eléctricas en la mayoría de las áreas de la planta incluyendo pasillos, almacenes. Las instalaciones eléctricas en general eran administradas de forma desordenada y parcial, no se contaba con tableros de control independientes y en general las instalaciones eléctricas se encontraban en mal estado (mal cableado, tomacorrientes averiados, malos contactos, fugas, etc.)

Por otro lado, los costos tarifarios, en general, eran bastante elevados, tanto en lo referente a la corriente activa (mala distribución de las diferentes instalaciones), como de la corriente reactiva (básicamente debido al mal estado de los bancos de condensadores y otros componentes).

Cabe señalar que como política de la empresa, al producirse una baja de tensión, se daba la orden de apagar inmediatamente todos los artefactos y equipos eléctricos (máquinas, turbinas, compresoras, extractores, planchas, etc.) a fin de preservar sus componentes. Esto daba como consecuencia que luego que se establecía nuevamente un adecuado suministro, los equipos se reiniciaban prácticamente en forma simultánea, lo que generaba altos picos de tensión, que era penalizado económicamente por la empresa de suministro eléctrico. Igual situación se producía los días lunes, al reiniciar las operaciones en la planta, esto es identificado en las tarifas como potencia variable.

Debido a que esta situación se daba en forma continua y sostenida en el tiempo, se decidió realizar un estudio para encontrar una solución al grave problema.

El objetivo principal del estudio y mejoras esperadas, era reducir los altos costos tarifarios eléctricos, que incrementaban los costos fijos. Para esto se formó un equipo de estudio con el Gerente de Producción al mando y constituida por el supervisor de la planta, técnicos electricistas contratados para este fin.

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

Luego de revisar documentos y registros, y de reuniones de análisis, se identificó la problemática, confirmándose que las facturas por consumo eléctrico eran altas, que se podría reducir, previa evaluación de la situación de la corriente reactiva, activa y potencia variable.

Entre las principales medidas que se tomaron, tenemos:

- Se determinó estudiar y aplicar soluciones con base técnica y profesional.
- Se determinó la importancia y necesidad de contar con mediciones y registros.
- Se requirió y ubicó un técnico especialista para redistribuir las instalaciones eléctricas, a fin de reducir costos en corriente activa.
- Se instalaron e independizaron los tableros eléctricos a fin de optimizar la manipulación de los cambios de llaves que alimentan las diferentes áreas de la empresa, debido a cambios de compresoras, cambios de corriente externa con la proveniente de grupos electrógenos, entre otros.

- Se encargó la reparación y mantenimiento de los bancos de condensadores para reducir costos en corriente reactiva.
- Referente a la potencia variable, se implantaron normas y procedimientos de trabajo para el encendido de los diferentes equipos de la planta.
- Se designaron responsables para el encendido de los equipos y asegurar el cumplimiento de lo normado.
- Se formalizaron registros de horas de encendido, de trabajo de equipos, incluyendo las tensiones respectivas.
- Se encargó a los electricistas el llevar minucioso control de los requerimientos eléctricos de equipos.
- El supervisor se encargó de revisar mensualmente los recibos de suministro eléctrico para monitorear la efectividad de las medidas tomadas.

### **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 eléctricos.
- Incorporación de tareas para los electricistas, 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 eléctricos y conservación de los equipos.
- Mejora en las responsabilidades y hábitos del personal, especialmente en el encendido de las máquinas y sus equipos complementarios. 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 mejoró la seguridad de los trabajadores.
- Se logró una mayor racionalidad para el aprovechamiento de las instalaciones eléctricas de manera directa y de las máquinas y equipos de manera indirecta.
- Se redujeron los costos por paradas debido a fallas eléctricas redistribuidas.
- Se logró reducir costos en tarifas eléctricas en un 30% mensual.

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: INNOVACIÓN EN LA MEJORA DEL SISTEMA DE AIRE PARA EL TRANSPORTE Y ACARREO EN TEJEDORAS.**

### **3.1. ANTECEDENTES**

En la planta 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.

En las secciones de tejedurías (incluyendo la principal, con 6 líneas), se notaba una pérdida de la fuerza de succión a medida que cada punto de acceso a la tubería, se alejaba de la turbina principal de aspiración, dado que la distribución de las máquinas estaba en línea. Estas líneas tenían una longitud aproximada de 30 metros.

Lo más notorio en esto eran las demoras y alteraciones en los flujos de producto y la cantidad por hora o turno. Además, por la longitud y el número de máquinas (17 en promedio), la poca succión que se generaba en las máquinas más alejadas a la turbina principal de succión, ocasionaba un incremento de la tasa de fallas de algunos

componentes mecánicos, esto porque se acumulaba el tejido en las máquinas más alejadas, sobrecargando los elementos de soporte y llegando incluso, a romper el canal del cilindro del mecanismo. Es así que se incrementaban las paradas y sobre todo el tiempo de horas de parada.

Adicionalmente, a estos problemas, anteriormente ya se había considerado y mantenido como solución el colocar turbinas adicionales de menor capacidad a las máquinas más alejadas, consumiendo más energía y el no aprovechamiento de la principal.

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

Bajo el escenario descrito, y ya teniendo los aportes del estudio de consumos eléctricos, se presentó la necesidad de revisar, analizar y replantear el diseño de la instalación, 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 consumo eléctrico. Asimismo se buscaba mejorar el aprovechamiento del equipo principal de succión.

Para esto se conformo un equipo multidisciplinario, entre personal de mecánica general, técnicos de los equipos de tejeduría y el comandados 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.
- Lo importante de mantener los equipos en sus mejores niveles de rendimiento durante el mayor tiempo factible.
- Los consumos adicionales de las turbinas adicionales.
- La factibilidad de medir el grado de de succión de las diferentes salidas de la turbina principal a las máquinas tejedoras, confirmando aproximadamente que el 35% de las máquinas que conforman la línea, no tenían el aire de succión adecuado (críticas).
- La necesidad de elevar la succión a lo largo de las líneas de tejedoras.

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

- Mantenimiento exhaustivo a la turbina principal (cambios de rodajes, limpieza preventiva, cambio de carbones, etc.).
- Limpieza del ducto principal que sale de la turbina que succiona la línea 16" de diámetro, lo cual aportó, aunque de manera mínima.
- Se establecieron procedimientos para el mantenimiento del sistema de aire.
- Se aplicaron principios físicos, como el principio de Bernoulli [1] [2] y de la continuidad del flujo de aire, determinando que el diámetro del tubo principal debería reducirse por tramos a medida que se acerque a las máquinas más alejadas.
- Se empezó con un prototipo en una de las líneas más críticas para el nuevo diseño del tubo de succión, los cálculos de longitud de los tramos y el diámetro respectivo. Los resultados fueron positivos y rápidamente se replicó en todas las líneas de producción de tejeduría.
- Se retiraron turbinas adicionales.

### **3.3. RESULTADOS Y BENEFICIOS**

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

- Se estableció un nuevo sistema de mantenimiento general del sistema de succión de aire (turbina, ductos, máquinas).

- Se implantaron registros y controles adecuados para el necesario monitoreo de manera sostenida.
- Se incrementó significativamente el grado de succión de aire de las máquinas.
- Se retiraron de la planta principal de seis líneas de producción, aproximadamente el 35% de turbinas individuales por línea.
- Se redujo el requerimiento de repuestos en un 30% por línea y por turno.
- Se redujo la producción de medias con no conformidades, reduciéndose el promedio de defectuosos por línea de producción en aproximadamente de 6% a 8 %.
- El consumo de material, también se redujo, como consecuencia de lo anterior.

#### **4. TERCER CASO: INNOVACIÓN EN LA MEJORA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y CONSUMOS DE MATERIALES.**

##### **4.1. ANTECEDENTES**

En la planta de tejeduría en estudio, existían 6 líneas de producción de calcetines, cada línea consta de 17 máquinas en promedio, distribuidas en una longitud de 30 metros aproximadamente, como ya se señaló anteriormente. Dos de éstas líneas se ubican a los extremos de la zona y el resto, se hallan entre ellas adosadas una línea frente a otra.

La distribución del trabajo aplicada era la siguiente:

- Un maquinista-tejedor encargado de vigilar, alimentar y atender las máquinas de su línea, buscando evitar toda parada de máquinas o de resolverlas prontamente apenas se presenten.
- Un revisor de los calcetines, por línea, encargado de la inspección al 100% de todas las medias.
- Un volante que apoyaba a dos líneas (tres volantes en la planta).

El método de revisión 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 recepciona al calcetín a la salida de la maquina, esto con el sistema de succión, ya referido.

Bajo el tipo de distribución física de las líneas y máquinas tejedores, el diseño de trabajo aplicado originaba los siguientes inconvenientes para el proceso y para el producto resultante:

- No sincronización entre la producción y la revisión, esto debido a la velocidad de producción contra los recorridos amplios a lo largo de la línea, a pesar del apoyo del volante.
- Acumulación de los calcetines en las bolsas, esto debido al recorrido y al trabajo lineal.
- Demoras en tiempo de llegada por parte del tejedor en atender una máquina parada, para recorrer a lo largo de la línea y llegar a la máquina detenida.
- Sucedió fallas de tejido que afectaban a más de un calcetín, esto trae como consecuencia un conjunto de calcetines defectuosos que por falta de tiempo no pudo evitar reducir los calcetines defectuosos.
- Detección de defectos recurrentes a destiempo, esto por la acumulación y cuando ocurrían fallas significativas que afectaban a cantidad de medias seguidas.
- Acumulación de pérdidas (medias defectuosas sin ser detectadas porque el revisor ya llegaba tarde.
- El revisor debido a este tipo de distribución, ya no podía voltear el calcetín, revisarlo y amarrarlos en 12 pares reunidos, sino que se convertía en un “volteador”, esta actividad se volvía prioritaria por exigencia del flujo del proceso en perjuicio de la calidad.
- Pérdidas de eficiencia de la mano de obra, esto por el cansancio debido a lo largo de los recorridos y de todo el equipo de personas que conforman la línea (tejedor, revisor, mecánico, inspector de calidad, supervisor).

- Mayor consumo de repuestos por no detenerse la máquina que está fallando, y/o atenderla oportunamente, para reducir el daño a otros componentes, y también por no parar automáticamente (sensores que no detectan las fallas).

#### 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, y del supervisor de la planta y del área [4].

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, generados 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) [3].
- Ambos, avanzarán ahora, la mitad del recorrido que en la situación inicial.
- El revisor iba a ser recorridos en zigzag, revisando las máquinas frente a frente.
- Se coordinó con Sistemas, para modificar las tarjetas y registros de producción, que se destinaban antes para toda la línea y ahora iba a tomar dos medias líneas (dos mitades).
- Se redistribuyeron las máquinas por la complejidad de las mismas.
- Se redistribuyeron las máquinas acorde al grado de experiencia del tejedor.
- Se tuvo que capacitar a los tejedores para que puedan manejar otro tipo de máquinas.
- Se replantearon métodos y procedimientos para los tejedores.
- Se replantearon métodos y procedimientos para la inspección.

#### 4.3. RESULTADOS Y BENEFICIOS

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

- Rediseño más efectivo de las instalaciones de las máquinas tejedoras.
- Reducción de tiempos muertos y la cantidad de máquinas paradas en un 50%.
- 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.
- Mejora del flujo de los materiales, de entrada y de salida de la sección.
- Mejora del orden interno y de la limpieza de la sección.

## 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 diseño de planta.
- El diseño de la organización de la sección.
- El diseño de los puestos del trabajo.
- 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:

- Liderazgo
- Planificación
- Comunicación interna al personal.
- Organización para el trabajo, basada en roles y responsabilidades definidas.
- Capacitación.
- Integración funcional con procesos y áreas involucradas.
- Coordinación con responsables de áreas y procesos.
- Control y seguimiento, midiendo, comparando y evaluando.
- Toma de decisiones racional para los cambios.
- Evaluación de resultados.
- 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 queda 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 a 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.

Las innovaciones, en el tiempo, deben ser realizadas y aplicadas a lo largo de todo el macroproceso del negocio. Las innovaciones pueden tener dos orientaciones, una hacia lo estratégico y la otra hacia lo táctico. Para lograr el éxito y la sostenibilidad, las innovaciones deben ser gestionadas desde lo estratégico hacia lo táctico

## REFERENCIAS

- [1] Serway, R., (1996) ; Física tomo I; cuarta edición ; editorial McGraw-Hill.
- [2] Piaggio, M., (1998) ; Física con ejercicios tomo III ; editorial Lima PUCP Fondo Editorial.
- [3] Tompkins, J. y WHITE J., (2006); Planeación de Instalaciones. Tercera edición. Madrid. Editorial Thomson.
- [4] Meyers, F., (2006) ; Diseño de las Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. Tercera edición. Editorial Pearson Prentice Hall.
- [5] 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.*