

Realizado por:
Ing. Marco Antonio Hernández Mendoza
Ing. Gabriela Hernández Hernández

48 Artículo Técnico

REDISEÑO DE PROCESOS SEMICONTINUOS EN ACABADOS EN HÚMEDO SOBRE HÚMEDO CON UN FOULARD USANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA.

Apuertas de abrir las negociaciones de un tratado de Libre Comercio entre Perú y la India y darle una estocada más a nuestra ya mellada Industria Textil, este artículo no hace más que buscar entre las palabras de Martín Reaño, Gerente del Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias, que el camino para el sector textil, es dirigirse a segmentos del mercado medios y altos debido a que estamos aptos para producir acabados más finos que dan mayor valor agregado a nuestros productos.

Es así que este estudio ve pertinente focalizar esfuerzos en optimizar los procesos productivos en los acabados textiles en especial en los que usan el foulard, siendo este tipo el método más habitual de realizar los acabados.

El estudio se llevó a cabo en el área de acabados de tejidos de punto en la empresa Texfina S.A, como parte de los proyectos de mejora. Para constatar los diseños propuestos se

desarrolló un plan piloto en la rama N°2 en la fase experimental.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda de tejidos con atributos funcionales o al usuario final incrementa la cantidad de procesos realizados para ennoblecimiento del textil, es importante el uso de metodologías que permitan asegurar la calidad de estos procesos es así que este artículo utiliza la metodología Six Sigma que en esencia es un método estadístico que se propone llevar la calidad a niveles próximos a la perfección.

Las variaciones en los resultados de un proceso son generadas por la interacción de materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos, por lo que, si hay algún cambio significativo en el desempeño del proceso, la razón se encontrara en uno de estos agentes (Ver figura N°1).

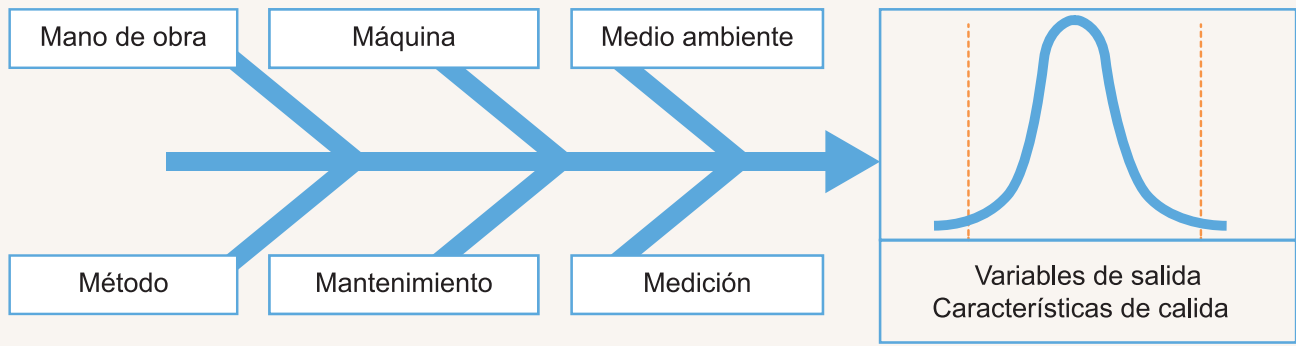


Figura N°1. Índices de capacidad del proceso.

Los procesos tienen variables de salida, los cuales, por lo general, deben cumplir con ciertas especificaciones para que sea posible considerar que tal proceso funciona de manera satisfactoria, para controlar la variabilidad del proceso usaremos los siguientes índices los cuales son el índice de capacidad potencial del proceso y el índice de inestabilidad del proceso cuyas representaciones son C_p y S_t respectivamente.

El C_p nos permite estimar la capacidad potencial del proceso para cumplir con las especificaciones, y el S_t proporciona una medición de qué tan inestable es un proceso, para diferenciar entre causas comunes y las especiales que la generan.

Cuadro N°1. Índices de capacidad del proceso.

$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$

$S_t = \frac{CE}{TC} \times 100$

$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$

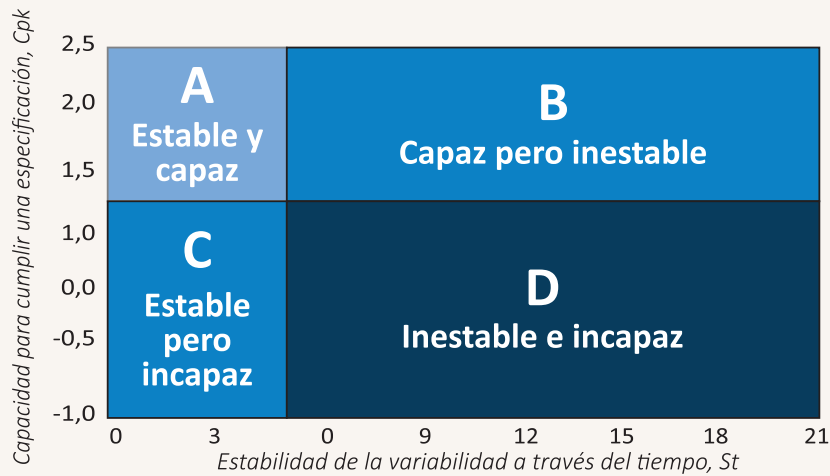
$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$

$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$

Donde

C_p : Índice de capacidad potencial del proceso	C_p : Índice de estabilidad	C_{pi} : Índice de capacidad inferior
C_{ps} : Índice de capacidad superior	C_{pk} : Índice de capacidad real	
ES : Especificación superior	CE : Puntos especiales	σ : Desviación estándar
EI : Especificación inferior	TC : Puntos totales	

Acorde a estos indicadores podremos evaluar el estado del proceso (ver figura N°2).



Rango de C_p	Categoría
$C_p \geq 2$	Mundial
$C_p \geq 1,33$	1
$1 < C_p \leq 1,33$	2
$0,67 < C_p \leq 1$	3
$C_p \leq 0,67$	4

Figura N°2. Representación gráfica de los estados de un proceso.

En el caso más crítico que son los procesos tipo D se debería:

I. Identificar las causas especiales de la inestabilidad, una vez que se tenga más o menos localizado el patrón de inestabilidad, hacer una lista de las variables de entrada que pueden causar inestabilidad.

II. Si no es posible controlar estas variables se debe de tomar un enfoque más agresivo rediseñando el proceso o evaluar la ruta que se está siguiendo.

El método más empleado para acabados textiles es por impregnación y exprimido en el foulard, donde el pick up representa una variable clave para la calidad del tejido. El pick up es la proporción de líquido absorbido por el textil expresado en porcentaje con respecto a la masa de este. (g.e. German E. García), cuya representación es:

$$\text{Pick up} = \frac{\text{litros de solución}}{\text{kilogramo del tejido}} * 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Así mismo este parámetro es utilizado para medir la cantidad de solución arrastrada por el tejido en los procesos que utilizan al foulard siendo esta una variable de salida. La importancia del control del pick up está en que permite:

1. Calcular el volumen de preparación de solución.
2. Controlar los gramos de producto que arrastra la tela.

Para evaluar la uniformidad de un acabado se mide la cantidad de producto arrastrado de la siguiente manera:

$$\text{Concentración de baño} = \frac{\text{gramos de producto}}{\text{litros de solución}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Cantidad de producto arrastrado} = \text{Pick up} * \text{Concentración de baño} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Cantidad de producto arrastrado} = \frac{\text{gramos de producto}}{\text{kilogramo del tejido}} \dots\dots\dots (4)$$

A. Situación actual del proceso

La ruta que seguía un tejido de composición de algodón y mezclas de algodón con fibras sintéticas posterior a su teñido comienza en la centrífuga para la extracción de agua, posterior a esto al ser tejidos de punto tubulares son abiertos, para poder eliminar los residuos del proceso de anti-pilling se realiza un pase por un foulard que tiene incorporada un sistema de inyección que agua que tiene una dirección perpendicular al tejido para ir eliminando los residuos de

pillling. Este último proceso genera que el tejido ingrese con un porcentaje de pick up de agua al foulardado de 80 a 100%.

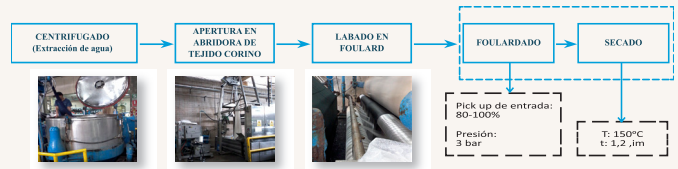


Figura 3. Diagrama de bloque para acabados húmedo sobre húmedo.

Los acabados que generalmente se realizan a estos tejidos son de suavizado, en el rango de concentraciones que se presenta en el cuadro N°2.

Cuadro N°2: rangos de concentraciones para suavizado – siliconado.

Cantidad (g/L)	Producto	Descripción
50,0 - 200,0	Perrustol CDV	Suavizante
15,0 - 50,0	Rucofin SIQ	Silicona
15,0 - 50,0	Ukosil CTS	Lubricante de costura
0,5 - 1,0	Ácido Acético	Medio ácido

Análisis de la situación actual

El ingreso del tejido con un porcentaje de pick up elevado a la tina genera que la concentración disminuya mientras va pasando el paño, cuyo comportamiento es lineal y a la gradiente de esta relación la denominamos velocidad de pérdida de la concentración V .P (g L.min), para poder medir la concentración del baño se utilizó un refractómetro digital cuyas mediciones en grados brix es proporcional a la concentración molar de la solución y a través de una interpolación se logró hacer el seguimiento al comportamiento de la concentración del baño (Ver figura N°4)

Cuadro N°3. Velocidad de pérdida de la concentración.

Muestra	Artículo	V.P	% V.P
A	French Terry	2,8	0,73
B	Jersey Lycrado	2,0	0,78
C	Pique Lacoste	2,6	0,88
D	Droop Needle	1,8	0,93
E	Winter solido fine stripe	2,2	0,98
F	Jet Pique	1,8	1,04
G	Pique Simple 50/1	1,9	1,20
H	Jersey Llano 30/1 peinado	1,1	1,21

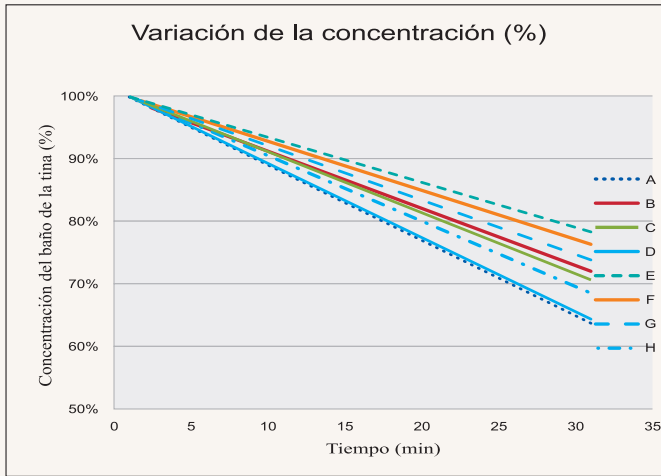


Figura N°4: Variación de la concentración.

La velocidad de pérdida es calculada $V.P (g L.min) = \Delta \text{Concentración en baño} / \Delta \text{Tiempo}$.

Se tomo datos de la diferecia del pick up y la concentraciones para obtener la cantidad de producto arrastrado y el cálculo de las especificaciones inferior y superior, el resultado se muestra en la figura 5 un proceso de tipo D es incapaz e inestable.

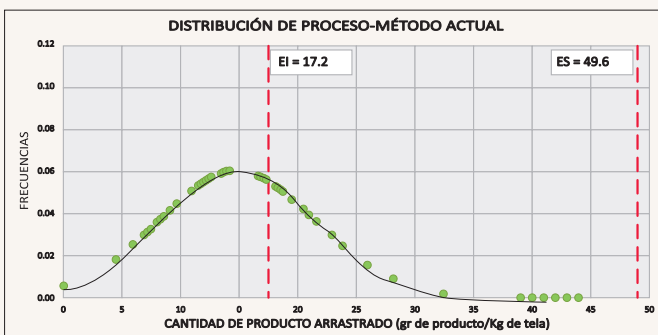


Figura N°5. Resultados del tipo de proceso actual. Cuadro 3. Parametros estadísticas del método actual.

Datos Obtenidos	Valores
μ	14,75
σ	6,60
N	42,00
St	69,04
Cpk	-0,12
Cp	0,82

B. Situación mejorada del proceso

Para mitigar el problema de la dilución del baño se diseña un sistema de ingreso continuo de un baño de refuerzo adicional con una mayor concentración que el baño inicial que permita mantener constante tanto la concentración del baño como el volumen. Esto se realizó incorporando una bomba dosificadora y la implementación de una flauta dosificadora para que el baño de refuerzo caiga de manera uniforme sobre toda la tina.

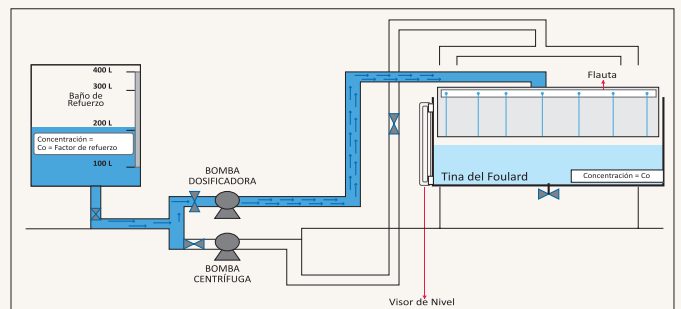


Figura N°6. Diseño del modelo para mejorar.

Para conocer que concentración, caudal y el volumen del baño de refuerzo son necesarias se utilizan las formulas del cuadro N°4, así mismo estas relaciones son producto de una ecuación de balance de materia en la tina considerando que el baño es una solución y que no presenta afinidad por el sustrato textil.

Cuadro N°4. Relaciones de la concentración, caudal y baño de refuerzo.

$$[]_{de\ refuerzo} = \frac{Vol.inicial * V.P \left(\frac{g}{L.min} \right)}{Q \left(\frac{L}{min} \right)}$$

$$Q_{de\ refuerzo} = \frac{v. de\ la\ tela * \Delta Pick\ up \left(\frac{L}{Kg\ de\ tela} \right)}{Rendimiento \left(\frac{m}{Kg\ de\ tela} \right)}$$

$$V_{de\ refuerzo} (L) = Q_{de\ refuerzo} \left(\frac{L}{min} \right) * Tiempo(min)$$

Una de las mayores fortalezas de este diseño es que implementarla tiene un costo menor respecto a los beneficios que genera, esto se puede visualizar en el cuadro N°5.

Equipo	Cantidad	Costos (US\$)
Bomba dosificadora MC120 A M3162 DHR	1 unidad	1940.40
→ Refractómetro digital Schimdt + Haensch DHR 60 B1	1 unidad	1380.60
En la bomba dosificadora		
→ Carcasa de bomba + conexiones de red		40.00
→ Mano de obra	10 h-H	25.00
En la flauta para la dosificación		
→ Tuberías, conexiones		10.00
→ Mano de obra		10.00
En el visor de nivel		
→ Mano de obra	4 h-H	15.00
En la regleta de acero inoxidable		
→ Carcasa de bomba + conexiones de red		26.67
→ Mano de obra	6 h-H	15.00
Total		3,462.67

Resultados

Los resultados permitieron mantener constantes tanto la concentración del baño como la cantidad de producto arrastrado por el textil como se ve en la figura N°7 con estándares de calidad respecto al Six sigma que la califican como Tipo A, estable y capaz.

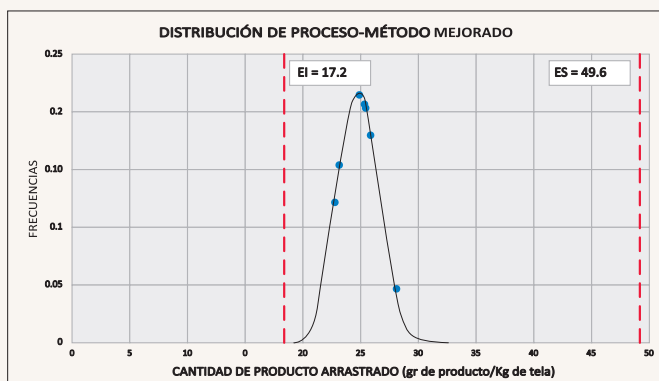


Figura N°7. Diseño del Método Mejorado.

Cuadro 6. Parámetros estadísticos y receta del Método Mejorado.

Parámetros	Valores
Media	24.76
Desviación estándar	1.86
Tamaño de muestra	42.00
R	16.47
C _p	2.89
C _{pk}	1.34
S _t	0

Receta (g/L)	Descripción
150.0 Perrustol CDV	Suavizante
15.0 Ukosil CTS	Lubricante
50.0 Rucofin SIQ	Silicona
0.5 Ácido acético	16.47

Para finalizar al mitigar el problema de la dilución del baño no es necesario los purgados iniciales permitiendo ahorrar agua e insumos permitiendo mejorar la rentabilidad de los procesos y volviéndolos más sostenibles.

Cuadro N°7. Proyección de ahorro con el método propuesto respecto al sistema inicial.

Comparación	Cantidad de insumos (T./año)	Cantidad de agua (m ³ /año)	Costo (US\$/año)
Método inicial	102.65	342.00	150,926.94
Método Propuesto	34.29	59.00	34290.94
Ahorro	98.39	283.00	71636.00

Conclusiones

El proceso demostró adaptado al nuevo diseño demostró ser capaz y estable, obteniendo como resultado en los acabados sobre húmedo que la situación inicial presento un C_{pk} = -0,12 y el S_t = 69,40; debido a que la disminución de la concentración en los baños tienen tendencia lineal disminuyendo en 1,60 g/L a 2,8 g/L por minuto en acabados sobre

húmedo usando 1 foulard y al dosificar un baño de refuerzo más concentrado que el inicial en un proceso mejorado se obtuvo un $C_{pk} = 1,34$ y el $S_t = 0,00$ convirtiéndose en un proceso capaz y estable, a su vez el área de control de calidad verificó la uniformidad del suavizado sobre el tejido ya que en todas las pruebas donde se controló el pick up y la concentración del baño en la tina se obtuvo un tacto uniforme del acabado sobre el tejido.

Al emplear un baño de refuerzo más concentrado que el inicial en la tina se obtiene un tacto uniforme mitigando el defecto cabeza cola, permitiendo un proceso capaz y estable, por ello en el área de acabados se desarrolló e implementó procedimientos e instructivos para las operaciones y las mediciones, se rediseñó los métodos de cálculo del volumen de baño para la impregnación en acabados en húmedo, utilizando el control de pick up del tejido en un vale de acabados, ahorrando US\$ 71,636.00 al año con una inversión

de US\$ 3,462.67; y una mayor eficiencia del agua al usar 82% menos con respecto a la situación inicial siendo más sostenible.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa Texfina S.A por apostar por la innovación en los procesos, y poder permitirnos llevar a cabo este estudio, así como a la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la Universidad Nacional de Ingeniería por brindarnos su apoyo para el desarrollo de esta investigación y a nuestra asesora, Ing. Uribe.

Realizado por:

-Ing. Marco Antonio Hernández Mendoza

E-mail: Marco_hm92@hotmail.com

-Ing. Gabriela Hernández Hernández

E-mail: gabriela_10_1@hotmail.com



Productos
para la industria textil
y afines

Línea de productos:

Agentes de carga, Antiespumantes, Antiquiebres, Camiers, Detergentes y Desengrasantes, Enzimas, Fijadores, Igualantes, Ligantes, Lubricantes, Repelentes al agua y al aceite, Secuestrantes, Siliconas, Suavizantes, Efectos especiales.

Socios estratégicos de:



Av. Décar Vallejo 1901, El Agustino, Lima 10.
Tel: 012-6000, Fax: 012-6001, 012-6002
Planta Camellera Central Km 18 - Naña.
Tel: 050-2160 / 350 - 3107 / 050-2067 -
Fax: 050-9097
E-mail: uniquimicaconsulta@poma.com.pe