

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



TESIS

**“ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROCESOS DE ACABADO
USANDO EL FOULARD”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TEXTIL

ELABORADO POR:

MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ MENDOZA

GABRIELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR

ING. CARMEN URIBE VALENZUELA

LIMA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Dedicado a quienes nos enseñaron que no es necesario esperar para emprender, ni lograr para preservar, a quienes nos incentivaron en la búsqueda de lo más subversivo y libertario que posee el hombre, el conocimiento, y nos inculcaron que el conocimiento no tiene sentido si no se valora aquello que nos regalaron, la vida, y porque no podríamos no mencionarlos, la tesis está dedicada a nuestros padres.

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de los compañeros y amigos de estudio y de trabajo, por sus enseñanzas y experiencias compartidas.

A la empresa TEXFINA S.A. por el apoyo para desarrollar la investigación, dándonos a disposición sus instalaciones.

A nuestra asesora la Ing. Carmen Uribe Valenzuela por compartir su experiencia, su perspicaz análisis y su continua exigencia.

RESUMEN

El propósito de la realización de este estudio es desarrollar la implementación de diversas metodologías de mejoras en procesos de acabados por impregnación, mediante la utilización de estrategias de mejora fundamentadas en herramientas técnicas y estadísticas para el control de la variabilidad del proceso que busquen ser amigables con el medio ambiente.

La problemática 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 desarrolla un plan piloto en la rama N°2 en la fase experimental.

La situación inicial del proceso de acabado era impredecible, poco controlado e informal por la falta de estandarización y la falta de revisión en el diseño del proceso, que se refleja en la no conformidad de las especificaciones del pH de extracción, y de la uniformidad en los acabados húmedo sobre húmedo para los tejidos de punto sobre algodón y mezclas poliéster-algodón.

Metódicamente en el estudio de línea de base se identificaron las variables de salida claves en la calidad del proceso, así como un análisis para la correlación con las variables de entrada, considerando las operaciones que necesitan procedimientos.

En la parte experimental está descrito un diseño correctivo al proceso discontinuo para acabados por impregnación en húmedo sobre húmedo donde se producen defectos cabeza-cola. La solución propuesta es mediante un sistema de dosificación continua para mantener constante la concentración en el baño de la tina del foulard, y un control adecuado del pick up.

Adicionalmente en el estudio están expuestos los ensayos realizados con ácidos orgánicos menos volátiles que el ácido acético utilizados en el proceso posterior al teñido del poliéster denominado como la descarga en ácido, para cumplir la

especificación del pH de extracción de acuerdo a la norma AATCC 81-2012 sobre artículos de color blanco y otros colores en tejidos de poliéster con elastano.

Finalmente, para evaluar el impacto de las mejoras se determina la capacidad y la estabilidad del proceso respecto a las especificaciones, su viabilidad económica y factibilidad ambiental.

ABSTRACT

The purpose of conducting this research is to develop the implementation and improvement to various cases of finishing by impregnation, using improvement strategies grounded in techniques and statistical tools to control process variability and be friendly with the environment.

The issue was carried out in the finishing area of knitting in the company Texfina S.A, as part of improvement projects for this area. To verify the proposed designs develops a pilot plan for the tenter frame N° 2 in an experimental phase.

The initial situation of the finishing process was unpredictable, poorly controlled and informally by the lack of standardization and lack of revision in the process design, reflected in the non-conformity of specifications extraction pH and lack of uniformity in finishing wet on wet of soft handle for knitting in cotton and blends with polyester.

Methodically in the baseline study are identified the key variables in the quality output of the process, and an analysis for correlation with the input variables, considering the operations that need procedures.

In experimental cases is described a corrective design for batch process to finished by impregnation wet on wet, for defects head-tail in knitting, the proposed solution is through a system of continuous dosing to maintain a constant concentration in the tub of padder, with control adequate of pick up.

Additionally, are exposed testing with organic acids less volatile to the acetic acid used after dyeing of polyester known as discharge of acid to meet the specification of pH extraction according with AATCC 81-2012 standard items white and other colors for polyester with elastane.

Finally, to evaluate the impact of improvements are determined capacity and stability of the process according to the required specifications, economic viability and environmental feasibility.

PRÓLOGO

El presente estudio reúne metodologías de mejora de procesos en el área de acabados de la empresa Texfina, dentro del cual se desarrollan la estandarización de los métodos de trabajo, el rediseño en el proceso de foulardado y la experimentación con insumos alternativos para satisfacer las especificaciones de los clientes.

Esto se lleva a cabo en el marco de los proyectos de mejora realizados en la empresa Texfina, donde la implementación de estos métodos busca mejorar los resultados de los procesos de acabados por impregnación.

En palabras de Martín Reaño, gerente del comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias, el sector textil peruano debe dirigirse a segmentos 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.

Para llevar a cabo esta mejora, el enfoque de este estudio concilia una primera vertiente antropocentrista creyente de la posibilidad ilimitada del desarrollo, usando la ciencia para el dominio de la naturaleza y así satisfacer nuestras necesidades y otra enfocada en hacer ver los resultados nefastos ambientalistas de este primer criterio.

Es importante crear sinergia y alinear estas dos concepciones que permitan el tan mencionado desarrollo sostenible, el cual tiene la posibilidad de realizar un giro del punto de vista baconiano del desarrollo en uno más biocéntrico y responsable, que solo es posible a través de la mayor arma con la cual contamos “el conocimiento”.

Alineado a esta búsqueda, el estudio se centra en la mejora de procesos que utiliza las herramientas técnicas y estadísticas en la búsqueda de obtener procesos más eficaces con los resultados a los clientes, más eficientes en el uso de recursos y amigables con el medio ambiente.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Problemática.....	3
1.2.1. Defectos de los tejidos producidos en el área de acabados	3
1.3. Objetivos.....	9
1.4. Hipótesis.....	10
2. CAPÍTULO II. REVISIÓN DE ANTECEDENTES REFERENCIALES.....	11
3. CAPÍTULO III. FUNDAMENTO TEORICO.....	16
3.1. Fundamento teórico para mejorar la calidad de procesos.....	16
3.1.1. La variabilidad y el pensamiento estadístico.....	17
3.1.2. Tipos de variables.....	18
3.1.3. Índices de capacidad de proceso.....	19
3.1.3.1. Procesos con doble especificación.....	19
3.1.3.2. Interpretación del índice C_p	19
3.1.3.3. Índices C_{pk} , C_{ps} , C_{pi}	20
3.1.4. Estado de un proceso.....	21
3.1.5. Pasos para realizar el estudio de la estabilidad	22
3.1.6. Estrategias de mejora.....	23
3.1.6.1. Proceso tipo D (inestable e incapaz).....	23
3.1.6.2. Proceso tipo C (estable pero incapaz).....	24
3.1.6.3. Proceso tipo B (capaz pero inestable).....	24
3.1.6.4. Proceso tipo A (estable y capaz).....	24
3.1.7. El Diseño de experimentos y el ciclo de Deming.....	25
3.1.7.1. Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos.....	25

3.1.8. Línea de base.....	25
3.2. Fundamento teórico de la parte técnica.....	26
3.2.1. Industria textil.....	26
3.2.2. Fibra textil.....	26
3.2.3. Fibras utilizadas en el estudio.....	28
3.2.3.1. Algodón.....	28
3.2.3.2. Poliéster.....	30
3.2.3.3. Elastano.....	31
3.2.4. Acabado.....	32
3.2.4.1. Clasificación de los acabados.....	32
3.2.5. Procesos en el acabado textil.....	33
3.2.5.1. Acabados textiles por impregnación.....	33
3.2.5.2. El secado en la industria textil.....	35
3.2.6. Maquinaria para el acabado textil.....	36
3.2.6.1. El foulard (Padder).....	36
3.2.6.2. Principios fundamentales del foulardado.....	37
3.2.6.3. Equipos para la extracción de agua.....	47
3.2.6.4. Rama tensora.....	48
3.2.7. Acabados por impregnación en foulard.....	51
3.2.7.1. Otros acabados.....	56
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO.....	59
4.1. Indicadores e índices.....	60
4.2. Estudio de línea de base de la situación inicial en el área de acabados.....	61
4.2.1. Descripción de procesos en el área de acabados.....	62
4.2.1.1. Procesos previos al acabado en rama.....	62
4.2.1.2. Acabados en rama.....	66

4.2.1.3. Clasificación de tipos de acabados.....	73
4.2.2. Análisis de la situación inicial del proceso.....	83
4.2.2.1. Situación inicial del control de proceso en acabados.....	84
4.2.2.2. Estudio de factores de control en la situación actual de trabajo.....	91
4.2.2.3. Evaluación de indicadores.....	111
4.2.2.4. Medición de indicadores del método actual.....	125
4.2.2.5. Resultados del método actual.....	129
5. CAPÍTULO V: DISEÑO, EXPERIMENTACIÓN- MÉTODO MEJORADO.....	133
5.1. Situación mejorada.....	133
5.1.1. Método Mejorado.....	133
5.1.2. Diseño de rutas.....	134
5.1.3. Experimentación.....	150
5.1.4. Contrastación de hipótesis.....	161
6. CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE MEJORAS.....	163
6.1. Análisis técnico.....	163
6.2. Análisis costo – beneficio.....	170
6.3. Factibilidad ambiental.....	176
7. CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....	179
7.1. CONCLUSIONES.....	179
7.2. RECOMENDACIONES.....	180
8. CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	181
A. Libros.....	181
B. Tesis.....	182
C. Revistas.....	182
D. Otras referencias.....	183

9. CAPÍTULO IX. ANEXOS.....	184
Anexo 1: Procedimientos.....	184
Anexo 2: ASTM D5034-09.....	193
Anexo 3: AATCC 81-96.....	195
Anexo 4: Medición de la concentración con el refractómetro digital.	196
Anexo 5: Procedimiento utilizado en las pruebas.....	201
Anexo 6: Procedimiento para medir el pick up.....	202
Anexo 7: Seguimiento a la variación de la concentración en pruebas experimentales en planta propuestas para la ruta 3.....	203
Anexo 8: Fichas técnicas.....	207
Anexo 9: Diagrama en bloque para el método propuesto.....	213

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	pH de extracción de Rib pique Lycrado color blanco- Mayo- Junio 2015.....	7
Cuadro 2	pH de extracción de Rib pique Lycrado otros colores- Junio 2015.....	8
Cuadro 3	Valores del Cp y su interpretación.....	20
Cuadro 4	Propiedades físicas del algodón.....	29
Cuadro 5	Propiedades del poliéster.....	30
Cuadro 6	Rangos de concentraciones de productos en resinados.....	74
Cuadro 7	Rangos de concentraciones de acabados Wicking.....	77
Cuadro 8	Rangos de concentraciones de productos en acabado suavizado y siliconado.....	79
Cuadro 9	Rangos de concentraciones de mejoras de lubricación de costura.....	80
Cuadro 10	a, b. Análisis del suavizado y siliconado de la situación actual de trabajo con método de 6M.....	86
Cuadro 11	Relación entre la masa del tejido y el volumen de solución de acabado para su impregnación.....	91
Cuadro 12	Toma de datos de pick up en acabados seco sobre húmedo.....	92
Cuadro 13	Muestras de la ruta 1.....	93
Cuadro 14	Condiciones de las muestras.....	95
Cuadro 15	Cantidad de producto arrastrado por el tejido (g/ kg).....	96
Cuadro 16	Relación de la masa de tejido y el volumen de preparación.....	97
Cuadro 17	Resultados de la diferencia del pick up.....	98
Cuadro 18	Descripción de las muestras de artículos sintéticos A, B, C y D.....	98
Cuadro 19	Relación entre la presión de rodillos y pick up-Ruta 2.....	98
Cuadro 20	Datos concentración versus tiempo con pick up mayor a 30%–Ruta 2	99
Cuadro 21	Relación entre la presión de rodillos y pick up-Ruta 2.....	100

Cuadro 22	Datos concentración versus tiempo con pick up menor a 30%—Ruta 2...	101
Cuadro 23	Datos de las muestras de tela sintética pasado por foulard.....	102
Cuadro 24	Pick up de muestras antes del foulardado.....	103
Cuadro 25	Pick up de muestras después del foulardado.....	103
Cuadro 26	Diferencia de porcentaje de pick up.....	103
Cuadro 27	a y b, Muestras analizadas para la velocidad de pérdida en el baño...	107
Cuadro 28	Velocidad de pérdida y porcentaje de velocidad de pérdida de las muestra anterior.....	110
Cuadro 29	Velocidad de pérdida de acuerdo a la composición y la densidad.....	110
Cuadro 30	Especificación de pH de extracción en artículos de poliéster / elastano.....	111
Cuadro 31	Receta de acabado Wicking en las pruebas sobre tejidos de poliéster / elastano.....	112
Cuadro 32	Rangos y frecuencias del pH de extracción para colores blancos.....	113
Cuadro 33	Datos de la curva- colores blancos.....	115
Cuadro 34	Rangos y frecuencias del pH de extracción para otros colores.....	117
Cuadro 35	Datos obtenidos- otros colores.....	118
Cuadro 36	Disminución de la concentración en el tiempo con el proceso actual	120
Cuadro 37	Disminución del pick up en el tejido- Ruta 3.....	120
Cuadro 38	Cantidad de producto arrastrado en el tejido- Ruta 3.....	121
Cuadro 39	Rangos y frecuencia de la cantidad de producto arrastrado por kilogramo de tela.....	122
Cuadro 40	Parámetros estadísticos de la cantidad de producto arrastrado- ruta 3.	124
Cuadro 41	Lista de procedimientos.....	137
Cuadro 42	Propiedades químicas de ácidos.....	142
Cuadro 43	Características de ácidos.....	142
Cuadro 44	Rango de operación para la dosificación.....	147
Cuadro 45	Comparación entre los ácidos para la descarga posterior al teñido.....	151

Cuadro 46	Pruebas de acabado de pH de extracción.....	153
Cuadro 47	Comparación entre la receta actual y propuesta en acabado- Ruta 2....	154
Cuadro 48	Seguimiento a la concentración volumétrica (g/L).....	155
Cuadro 49	Diferencia de pick up.....	155
Cuadro 50	Gramos de producto / kilogramo de tela.....	150
Cuadro 51	Rangos y frecuencia – Método Mejorado	157
Cuadro 52	Parámetros estadísticos - Método mejorado -Ruta 3.....	159
Cuadro 53	Controles en el proceso de foulardado.....	165
Cuadro 54	Ahorro de mejoras en procesos de acabado de la Ruta 2.....	170
Cuadro 55	Concentración (g/l) de insumos – Ruta 3.....	171
Cuadro 56	Cantidad (kg) de insumos en baño.....	172
Cuadro 57	Cuadro comparativo entre las cantidades utilizadas para los dos métodos.....	173
Cuadro 58	Costos para la implementación del método propuesto.....	174
Cuadro 59	Costo unitario de insumos.....	174
Cuadro 60	Comparación de costos entre ambos métodos.....	175
Cuadro 61	Cantidad de tejido que es suavizado más siliconado por año.....	176
Cuadro 62	Litros de agua utilizadas por año por cada artículo-ruta 3.....	177
Cuadro 63	Comparación entre cantidades de agua por cada tipo de método.....	177
Cuadro 64	Cantidad de tejido que es suavizado más siliconado por año.....	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de Pareto del N° de defectos producidos en acabados sobre artículos de algodón.....	4
Figura 2	Diagrama de Pareto del N° de defectos producidos en acabado sobre artículos de poliéster /algodón.....	5
Figura 3	Diagrama de Pareto del N° de defectos producidos en acabados sobre artículos de poliéster (PET) y mezclas con elastano.....	6
Figura 4	Seguimiento de la concentración (g/L) del baño de la tina del foulardado en el tiempo.....	12
Figura 5	Relación entre la producción (kg) del tejido y la concentración (g/L) del baño.....	13
Figura 6	Sistema de acabado con doble foulard y baño de refuerzo.....	14
Figura 7	La variabilidad del proceso, aporta una parte no necesariamente igual, de la variación total observada.....	18
Figura 8	Representación gráfica de los cuatro estados de un proceso.....	22
Figura 9	Ciclo de Deming y los experimentos.....	25
Figura 10	Clasificación de las fibras.....	27
Figura 11	Vista transversal y longitudinal del poliéster.....	31
Figura 12	Impregnación sobre tejido en seco.....	34
Figura 13	Esquema de Hikosata.....	38
Figura 14	Representación esquemática del proceso de escurrido.....	40
Figura 15	Dependencia entre el efecto e impregnación y la presión lineal del escurrido. Temperatura 20°C.....	42
Figura 16	Relación entre la anchura de la superficie de contacto producida por una presión lineal, para cilindros de diferente dureza.....	43
Figura 17	Relación entre la anchura de la superficie en contacto producida por una presión lineal, para cilindros de diferente espesor del revestimiento.....	43

Figura 18	Diferencia de pick up-húmedo sobre húmedo.....	45
Figura 19	Rama tensora.....	49
Figura 20	Clasificación de suavizantes.....	52
Figura 21	Acabado Wicking.....	57
Figura 22	Centrifugadora.....	62
Figura 23	Abridora Corino.....	63
Figura 24	Sierra Circular.....	63
Figura 25	Chorro de agua saliente de toberas.....	64
Figura 26	Lavado en foulard.....	65
Figura 27	Vista frontal de foulard Corino.....	66
Figura 28	Vista cinemática del foulardado en la rama N° 2.....	67
Figura 29	Ollas para el preparado del baño de acabado.....	67
Figura 30	Interior de la olla de preparación.....	68
Figura 31	Zona de alimentación.....	69
Figura 32	Pantalla de panel de control- Panel izquierdo.....	70
Figura 33	Pantalla de panel de control – Panel derecho.....	70
Figura 34	Campos de secado.....	71
Figura 35	Zona de descarga.....	72
Figura 36	Diagrama de bloque de la Ruta 1.....	76
Figura 37	Diagrama de bloque de la Ruta 2.....	79
Figura 38	Diagrama de bloque de la Ruta 3.....	82
Figura 39	Diagrama del análisis del proceso.....	83
Figura 40	Diagrama de bloque de los procesos en general.....	85
Figura 41	Correlación entre la cantidad de producto arrastrado y sus factores - Ruta 3.....	89
Figura 42	Correlación entre el pH de extracción y sus factores - Ruta 2.....	90
Figura 43	Variación de la concentración en la Ruta 1.....	94
Figura 44	Concentración del baño de la tina con pick up mayor a 30%– Ruta 2	99

Figura 45	Concentración del baño de la tina con pick up menor a 30%– Ruta 2	100
Figura 46	Concentración del baño en la tina vs tiempo.....	101
Figura 47	Ilustración del aumento del agua en el tejido.....	102
Figura 48	Curva de enjuagues después del teñido en sintéticos.....	105
Figura 49	Variación de concentración.....	106
Figura 50	Variación de la concentración de las muestras- Ruta 3.....	108
Figura 51	Variación de la concentración en porcentaje de las muestras-Ruta 3...	109
Figura 52	Histograma del método actual- colores blancos.....	114
Figura 53	Distribución del proceso del método actual – colores blancos.....	114
Figura 54	Especificación inferior y superior del pH de extracción –colores blancos.....	115
Figura 55	Histograma del método actual - otros colores.....	117
Figura 56	Distribución del proceso actual - otros colores.....	118
Figura 57	Especificación inferior y superior del pH de extracción –otros colores.....	119
Figura 58	Histograma del método actual- Ruta 3.....	123
Figura 59	Distribución del proceso – Método actual Ruta 3.....	123
Figura 60	Estabilidad del proceso – Método actual Ruta 3.....	124
Figura 61	Estructura del método mejorado.....	133
Figura 62	Impregnación del tejido.....	135
Figura 63	Vista de perfil de una tina del foulard.....	136
Figura 64	Impregnación para tejidos sintéticos.....	140
Figura 65	Sistema de foulardado.....	143
Figura 66	Bomba dosificadora.....	147
Figura 67	Sistema para el método con baño de refuerzo.....	148
Figura 68	Hoja de cálculos.....	149
Figura 69	Vale de acabados.....	150
Figura 70	Histograma de Método Mejorado - Ruta 3.....	158

Figura 71	Distribución del proceso Método Mejorado – Ruta 3.....	158
Figura 72	Estabilidad del proceso Método Mejorado – Ruta 3.....	160
Figura 73	Ejemplo del llenado y utilización del vale del acabado.....	161

GLOSARIO

Absorbencia: Propiedad de atraer o retener líquidos.

Calidad: Del latín “*qualitas*“, de “*qualitātis*“, que a su vez proviene del griego ποιότης (poiotēs), y se refiere a las cualidades o atributos de algo. (<https://definiciona.com/calidad/>). Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. (<http://dle.rae.es/?id=6nVpk8P/6nXVLIZ>). En un contexto de la producción, se define como conformidad a las especificaciones determinadas para la manufactura o realización de un producto o servicio. En este enfoque la calidad es el grado de conformidad a las especificaciones. (David Garvin, *Managing Quality: “The Strategic and Competitive Edge”* [New York: The Free Press, 1988], pp.41)

Especificación técnica: Requisitos para los productos que pueden ser especificados por los clientes, por la organización anticipándose a los requisitos del cliente, o por disposiciones reglamentarias. (*ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario – 2.2*)

Gap: El gap de la calidad de un producto o servicio es la diferencia entre lo que espera obtener el cliente y lo que realmente recibe del mismo. Esta diferencia es la suma de una serie de problemas parciales:

Gap 1: Diferencia entre el producto o servicio esperado por el cliente y lo que la dirección imagina que el cliente espera.

Gap 2: Diferencia entre lo que la dirección imagina que el cliente espera y las especificaciones que se marcan para el producto o servicio.

Gap 3: Diferencia entre las especificaciones del producto o servicio realizado.

Gap 4: Diferencia entre el producto o servicio realizado y el percibido.

Gap 5: Diferencia entre el servicio esperado y el servicio percibido, es la suma de los cuatro anteriores. (*Parasunaman, a., the Impact of the Marketing Concept on New Product Planning. [Journal of Marketing, Vol. 44, n°1, Winter, 1980], pp. 19.*)

Hilos de filamentos: Aquellos formados por fibras naturales, artificiales o sintéticas en donde las fibras tienen una longitud determinada. Como seda, filamento natural.

Indicador: Rastro, señal o huella que nos permite conocer los cambios de una determinada variable (*UNESCO*).

Índice: Expresión matemática que permite indicar las características de un fenómeno que no pueden ser medidas de manera directa. Son cuantitativos y permiten asignar un valor a la calidad, o al aspecto al que se haga referencia, utilizando un número específico de parámetros. (*Ghai, Dharam. Decent work: Concept and indicators. International Labour Review, Vol. 142 (2003), No. 2, 113-146.*)

Multifilamento: Hilo formado por dos o más filamentos de una o varias fibras.

Monofilamento: Hilo formado por una fibra en forma de un solo filamento. Se basan en hilos simples, estos pueden conseguir mallas de más cantidad de hilos al ser más finos. Pero menos resistentes a la abrasión que los multifilamentos.

Heurística: Conjunto de técnicas o métodos para resolver un problema.

Orientación al cliente: enfoque al cliente, las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes. (*ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario - 0.2.a*)

Pastera: Tina del foulard

Proceso: Del latín “*processus*“, del verbo “*procedere*“, que adquiere el significado avanzar a partir de algo. Conjunto de actividades relacionadas o que interactúan, las

cuales transforman elementos de entrada en resultados (*ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario - 3.4.1*)

Resiliencia: Es la capacidad que tienen las fibras de recuperarse luego de una compresión o aplastamiento, está relacionado con la inarrugabilidad.

Termoplástico: Es un plástico que, en temperaturas relativamente altas, se vuelven deformable o flexible, se derrite cuando se calienta y se endurecen en un estado de transición vítrea cuando se enfrían lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de fuerzas de Van Der Waals débiles (polietileno), fuertes interacciones dipolo – dipolo y enlace de puente hidrógeno o incluso anillos aromáticos.

Termofijado: Es un tratamiento a temperaturas elevadas que proporciona a las fibras termoplásticas como poliéster y elastano, estabilidad dimensional (fija el ancho de los artículos). Emplea el principio de que los efectos obtenidos por una operación fuerte (alta temperatura) no pueden revertirse por procesos más débiles (lavado y secado doméstico).

Viabilidad: estudio que intenta predecir el eventual éxito o fracaso de un proyecto. Para lograr esto parte de datos empíricos (que pueden ser contrastados) a los que accede a través de diversos tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc).

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

Es de suma importancia el tener en claro hacia dónde deben dirigirse las mejoras de los procesos, para esto una organización, sus productos y sus procesos se deben de orientar al cliente, nos lo indican autores como Philip Kotler (1994) (2), Michael Porter (1980,1985) (1) y Kelley (1992) (3). Así mismo en un segundo momento es indispensable definir las especificaciones de las salidas de los procesos (Kelley, 1992) (3), es decir previamente a mejorar o rediseñar los procesos en una organización en primer plano se deben de orientar los objetivos a mejorar su eficacia con la cual satisfacemos al cliente y en un segundo momento a optimizar y mejorar su eficiencia.

Según Kohli y Jaworski (1993) (4), la implantación de la orientación al cliente dentro de los procesos en una organización produce beneficios psicológicos y sociales sobre los empleados, fomentando el espíritu de equipo, incrementando la satisfacción de pertenencia a la organización y la motivación y fortaleciendo el compromiso de los empleados con la misma. En esta misma línea, plantean que esta orientación incrementa la dedicación de los empleados a la empresa, por cuanto esta variable es un instrumento clave en la reducción del gap existente entre las especificaciones de la calidad del producto y el desarrollo del mismo, lo que permitirá mejorar la percepción en el cliente de la calidad en el producto que se le ofrece (Parasunaman, Berry y Zeithaml, 1983) (5).

El contexto actual de la internacionalización de los mercados, la competencia y el beneficio económico comparten cartel con las preocupaciones por el medio ambiente, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por muchos países por incorporarse al desarrollo.

Estos nuevos retos incorporan nuevas variantes a la mejora de procesos en una organización, los futuros desarrollos se centran en la integración, la flexibilidad y la optimización (De Prada, 2004) (7).

La integración de los procesos es la simplificación de la planta, la mejora del rendimiento y el desempeño de los procesos y productos. Dentro del cual encontramos:

- a) La integración vertical de funciones de producción a distintos niveles (medida y control, supervisión, mantenimiento, planificación), esto se apoya en la existencia de redes de información para fabricación, gestión.
- b) La integración horizontal con proveedores y clientes, para mejorar la gestión de la cadena de suministros, la distribución de productos, etc. La logística es clave en este aspecto.
- c) La integración del diseño o como se le conoce en el argot de la ingeniería el “diseño integrado de procesos”. Esto comprende la integración energética, el reciclado de productos, el control de emisiones medio ambientales, seguridad, etc. Esto se realiza con el fin de obtener procesos interconectados que no sean independientes entre sí para potenciarse unos con otros.

La flexibilidad es la facilidad de adaptación a cambios en los productos que se fabrican, sus características, demandas, etc. Este es un factor decisivo en la competitividad de las empresas y obliga a cambiar las características de la operación del proceso en un tiempo breve. Por ello es previsible que en un futuro veamos aumentar los diseños de plantas multipropósito. También la operación de plantas y procesos batch (por lotes, discontinuos) en forma multipropósito.

Dentro de este marco los procesos Batch y los semicontinuos tienen una forma de trabajo secuencial de cada unidad, pero sobretodo variabilidad e incertidumbre, donde la mejora de calidad del proceso se medirá en términos de la reducción de la variabilidad entre lotes. Operacionalmente en las plantas Batch la planificación secuencialmente del conjunto de unidades es más importante que el de una unidad

individual, teniendo en cuenta que un proceso no es 100% Batch sino que generalmente tiene algunas partes continuas (De Prada, 2004) (7).

La optimización son los cambios en la forma de operar un proceso que conduzca a una mejora expresada en términos de calidad, economía, seguridad, medio ambiente, etc (De Prada, 2004) (7). Las industrias de procesos de alto valor agregado centran los esfuerzos en mejorar la calidad, mientras que en industrias de producción masiva lo hacen en el aspecto de costos (De Prada, 2004) (7).

1.2. Problemática

Para poder plantear los problemas del área de acabados se parte por comprender las necesidades del área de confecciones, es decir se parte por reconocer los atributos y características requeridas. Esta primera permite visualizar aquellos atributos que presentan una no conformidad en sus resultados. Para dichos fines, a continuación, se describen los defectos, quejas de clientes, y oportunidades que se presentan en el área de acabados.

1.2.1. Defectos de los tejidos producidos en el área de acabados

El área de control de calidad es el responsable de analizar los tipos de defectos originados en los tejidos y de clasifican de acuerdo a que área ha sido la responsable de dicho defecto.

Los tipos de defectos dependerán del tipo de acabado, los tipos de procesos a los cuales son expuestos los tejidos, los procesos previos, los insumos, las materias primas, y la maquinaria, estos agentes son los generadores de la variabilidad en el proceso y cuya falta de control se refleja en los defectos.

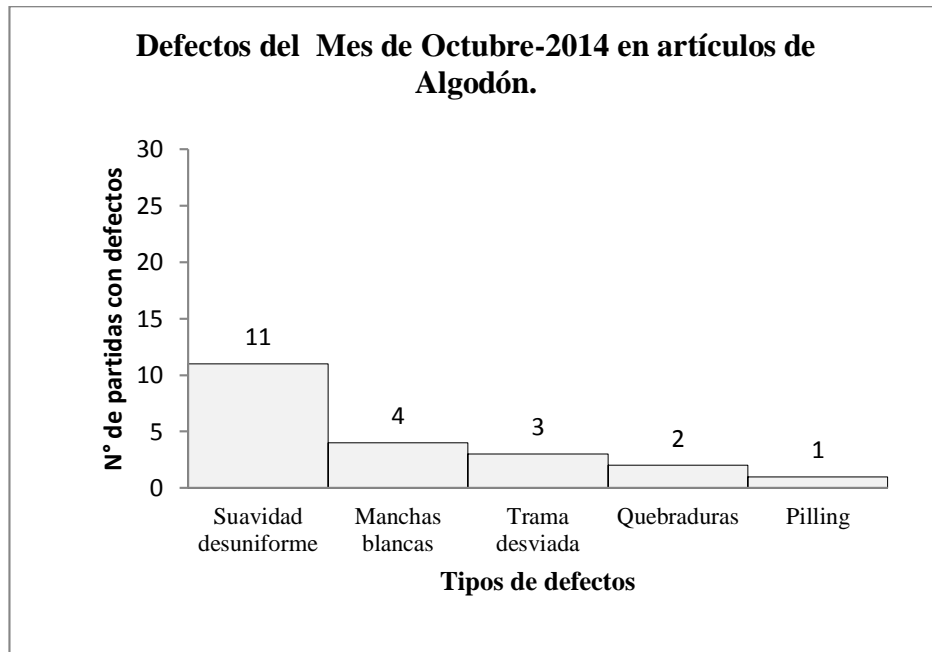


Figura 1. Diagrama de Pareto del N° defectos producidos en acabados sobre Artículos de algodón.

Fuente: Área de control de calidad-Textfina

En las figuras 1 y 2 se muestran diagramas de Pareto de los defectos que se originaron en acabados de acuerdo a la composición del tejido que se produjeron en el mes de octubre del 2014.

Las figuras 1 y 2 presentan como principal defecto en los artículos de algodón y mezclas de algodón con poliéster (PET), que no son resinados, la falta de homogeneidad en el suavizado a lo largo del tejido conocido como defectos cabeza-cola, el cual se ve como atributo y no se cuantifica como situación inicial en el proceso. Generalmente estos son aprobados con concesión del cliente, pero como tejidos de segunda calidad.

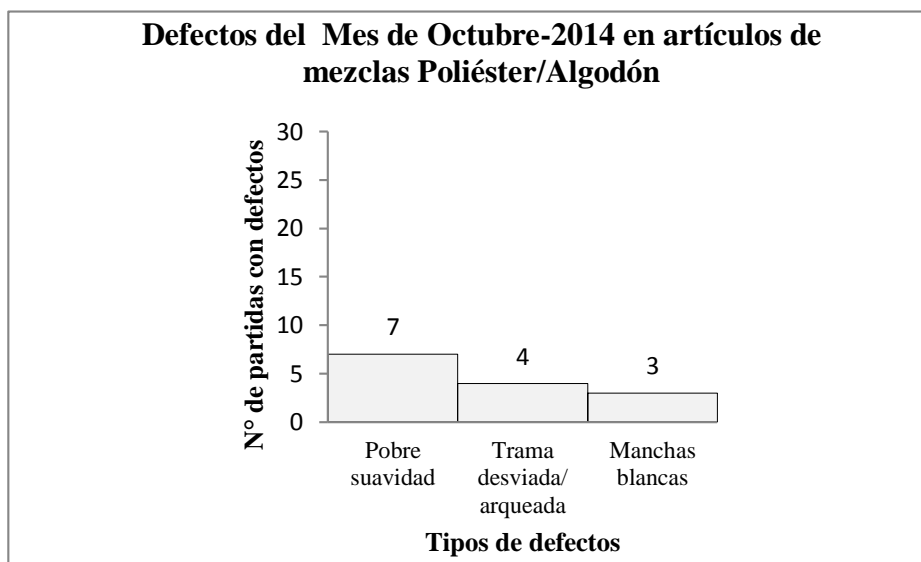


Figura 2. Diagrama de Pareto del N° de defectos producidos en acabados sobre artículos de poliéster /algodón.

Fuente: Área de control de calidad-Textfina

Los artículos con composición de poliéster (PET) y poliéster con elastano (Véase la figura 3) generalmente presentan defectos en el proceso de lijado, el cual no está dentro del alcance del presente estudio; los problemas de densidad fuera del estándar se pueden mitigar en la rama tensora y generalmente se arrastran problemas de densidad desde la elaboración del tejido.

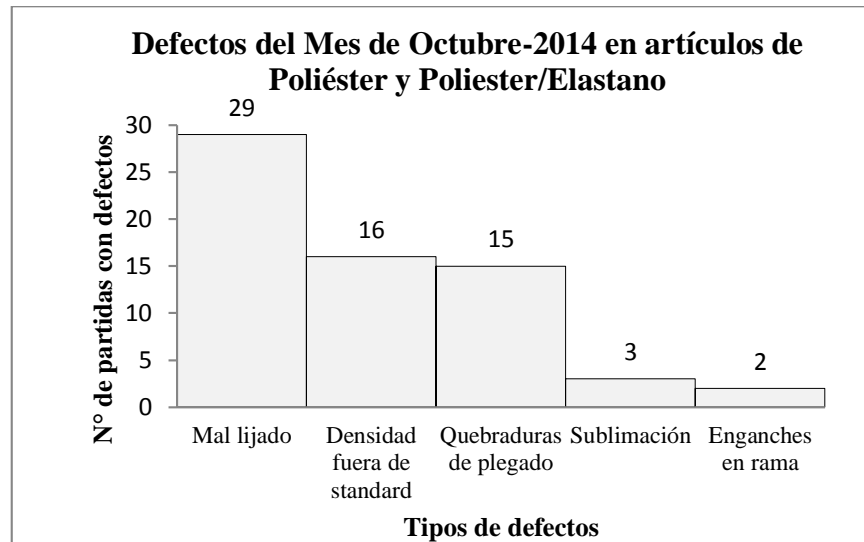


Figura 3. Diagrama de Pareto del N° de defectos producidos en acabados sobre artículos de poliéster (PET) y mezclas con elastano.

Fuente: Área de control de calidad-Textfina

Adicionalmente a estos problemas en los artículos de composición poliéster (PET) 95% y elastano 5% para un cliente de exportación se encuentran no conformidades en los resultados del pH de extracción del tejido, cuya forma de medición y especificaciones están en la norma AATCC81-2012 (Ver anexo 2). El manual del cliente nos exige estar dentro del rango de tolerancia para colores blancos, el pH de extracción debe estar entre 4,0 y 5,5 y para otros colores entre 4,0 y 7,5.

En el cuadro 1, se observa la no conformidad de las especificaciones de pH de extracción en colores blancos en artículos de poliéster (PET) con elastano para un 46% del total de partidas del periodo de mayo y junio del 2015; sin embargo, en el cuadro 2, para otros colores, podemos observar que es conforme, debido a la mayor holgura en los requisitos para estos colores. Con mayor minuciosidad se analiza los causales de estas no conformidades en el estudio de línea de base, así como cuan capaz y estable es el proceso, para pasar a tomar una estrategia de mejora.

Cuadro 1. pH de extracción de Rib Pique Lycrado color blanco- Mayo- Junio 2015

Mes	Partida	pH de extracción
Mayo	07390	5,33
Mayo	07399	5,33
Mayo	07391	5,05
Mayo	07393	5,00
Mayo	07392	5,25
Mayo	07389	5,34
Mayo	07398	5,40
Mayo	07396	5,90
Mayo	07396	7,70
Mayo	07399	7,80
Mayo	07398	7,90
Mayo	07388	7,90
Mayo	07385	6,60
Mayo	07397	5,50
Mayo	07394	5,40
Mayo	07395	6,24
Junio	07552	4,95
Junio	15518	6,00
Junio	11667	5,07
Junio	12646	6,10
Junio	11788	5,09
Junio	01385	5,06
Junio	13392	5,06
Junio	07391	5,08
Junio	13390	4,96
Junio	11798	7,78
Junio	11768	6,65
Junio	07385	5,35
Junio	13396	7,16
Junio	11767	6,75
Junio	07385	6,79
Junio	13393	6,60
Junio	07368	5,59
Junio	07385	5,33
Junio	07388	5,41

Fuente: Control de calidad- Texfina 2015

Cuadro 2. pH de extracción de Rib Pique Lycrado otros colores- Junio 2015

Fecha	TF	Color	pH
30-jun	13628	Black	5,86
30-jun	12494	Black	6,12
23-jun	12790	Black	5,36
23-jun	06097	Black	5,60
15-jun	12797	Black	6,10
15-jun	12670	Black	5,23
10-jun	11676	Black	5,70
06-jun	23663	Black	6,50
30-jun	16067	Carbon Htr	7,09
23-jun	13495	Deep space blue	5,90
18-jun	13556	Deep space blue	5,49
30-jun	13469	Graphite	5,64
23-jun	13569	Graphite	5,85
24-jun	13640	Green	6,27
23-jun	13564	Green	6,00
23-jun	11684	High vis yellow	6,00
18-jun	13544	High vis yellow	6,24
11-jun	12478	Midnight navy	5,49
08-jun	12469	Midnight navy	6,46
03-jun	13540	Midnight navy	5,71
30-jun	12537	Red	6,27
27-jun	13465	Red	5,76
23-jun	12485	Red	5,80
08-jun	13396	Red	5,96
08-jun	13408	Red	6,48
17-jun	13627	Red	5,82
27-jun	13467	Royal	6,38
24-jun	13564	Royal	6,36
18-jun	13951	Royal	5,41
15-jun	13416	Royal	5,42
11-jun	13412	Royal	7,29
11-jun	12205	Surf the wed	5,73
11-jun	13199	Surf the wed	6,36
10-jun	13555	Tropic pink	6,49

Fuente: Control de calidad- Texfina 2015

1.3. Objetivos

Generales

- Desarrollar un sistema para asegurar los resultados en área de acabados que permita el fortalecimiento continuo de estos resultados en términos de capacidad y estabilidad del acabado.
- Asegurar la conformidad de la uniformidad del acabado suavizado – siliconado en los tejidos de algodón y sus mezclas en acabados húmedo sobre húmedo.
- Garantizar la aprobación para la especificación de pH de extracción según la norma AATCC 81- 2012, para tejidos cuya composición sea de poliéster (PET) y poliéster (PET) con elastano.

Específicos

- Comprobación experimental de la eficacia de un método alternativo que permita homogenizar el suavizado en los tejidos de algodón y sus mezclas.
- Constatar heurísticamente los ensayos en tejidos de poliéster para la especificación de pH de extracción con ácidos orgánicos menos volátiles alternativos al ácido acético.

1.4. Hipótesis

Generales

- Los procesos de acabado por impregnación en foulard, en los cuales se mantenga constante la concentración del baño en la tina y se controle la uniformidad del pick up en el tejido proporcionaran un acabado con calidad uniforme en todo el tejido.
- Un ácido menos volátil y con mayor fuerza ácida que el ácido acético en el proceso de acabado y de la descarga de ácido posterior al teñido, permitirá cumplir las especificaciones de pH de extracción en los tejidos de composición poliéster y poliéster con elastano.

Específicos

- En los acabados en seco sobre húmedo la concentración del baño se mantiene constante, sin embargo, se controla el pick up.
- Se puede mantener constante la concentración del baño de la tina del foulard a través de un baño de refuerzo más concentrado que el baño inicial que sea dosificado continuamente durante el proceso en húmedo sobre húmedo.
- Una concentración del baño constante durante todo el proceso permite mantener el pH de extracción uniforme en todo el tejido.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE ANTECEDENTES REFERENCIALES

Los acabados por impregnación son procesos donde se utilizan insumos con baja afinidad sobre los tejidos que son fácilmente miscibles con el agua y entre sí mismos.

Para llevar acabo esto se realiza la impregnación en la tina del foulard y se exprime con unos rodillos denominados rodillos de foulard para uniformizar la carga sobre el tejido.

Los acabados por impregnación pueden realizarse sobre tejido seco o sobre tejido húmedo, siendo el segundo caso más barato debido a que para realizar el acabado sobre tejido seco se debe de secar previamente el tejido que anteriormente ha sido teñido y centrifugado.

Sin embargo, en los procesos en húmedo sobre húmedo, al ingresar el tejido húmedo al baño de la tina del foulard se produce un intercambio de masa llevándose parte del baño el tejido en el impregnado y devolviendo parte del baño más agua en el exprimido. Este intercambio produce una disminución en la concentración del baño a través del paso del tejido en el baño.

El impacto de esta desconcentración del baño sobre el tejido muestra resultados de falta de uniformidad en el tejido, llamándose a este defecto cabeza-cola, por ser las mayores diferencias de uniformidad entre la parte inicial y final a lo largo del tejido.

A continuación, se presenta un estudio pertinente a este problema llevado a cabo por la empresa CHT Brasil Química LTDA., presentado en el reporte de “Terminación textil química, aplicación y tecnología”. La desconcentración del baño de la tina se agrava con el tiempo como se muestra en la figura 4.

En este caso el baño inicial tiene una concentración de 50 g/L, que disminuye hasta 12 g/L en el lapso de 30 minutos, es decir se pierde 1,3 g/L de concentración por minuto.

La desconcentración del baño con respecto al tiempo se produce en forma aproximadamente lineal, debido a la velocidad constante del proceso, la uniformidad en la densidad del tejido y la constancia en el resto de parámetros.

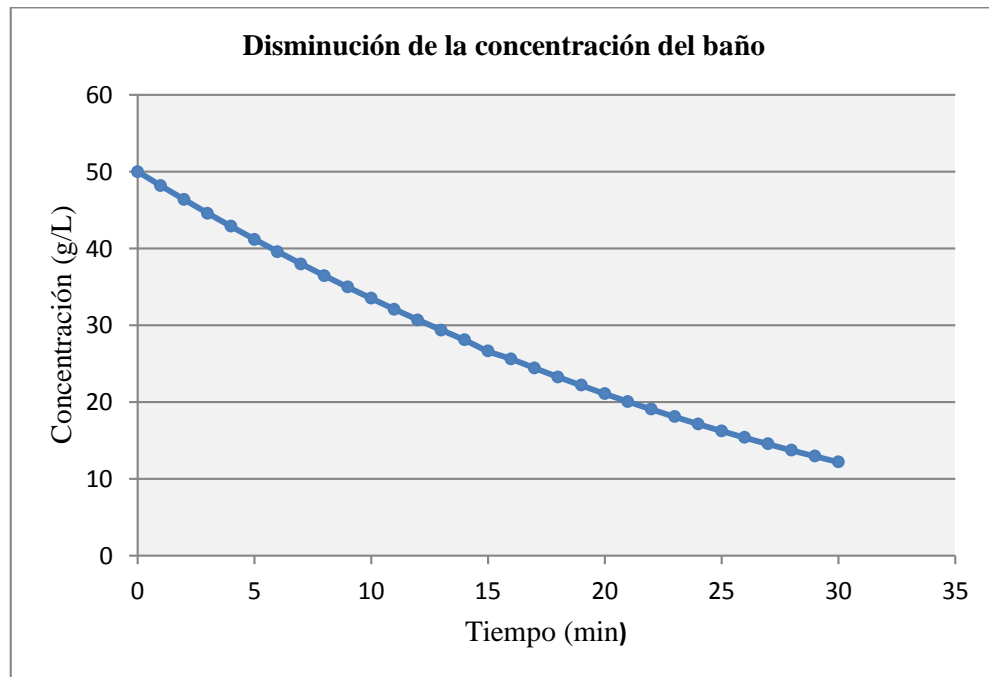


Figura 4. Seguimiento de la concentración (g/L) del baño de la tina del foulard en el tiempo

Fuente: "Terminación textil química, aplicación y tecnología" - CHT Brasil Química LTDA.

En la figura 5, se muestra la relación entre la cantidad de tejido que ha pasado por el baño de la tina y la concentración del baño, siendo la misma muestra que en la figura 4, la totalidad de la partida escogida de 200 Kg.

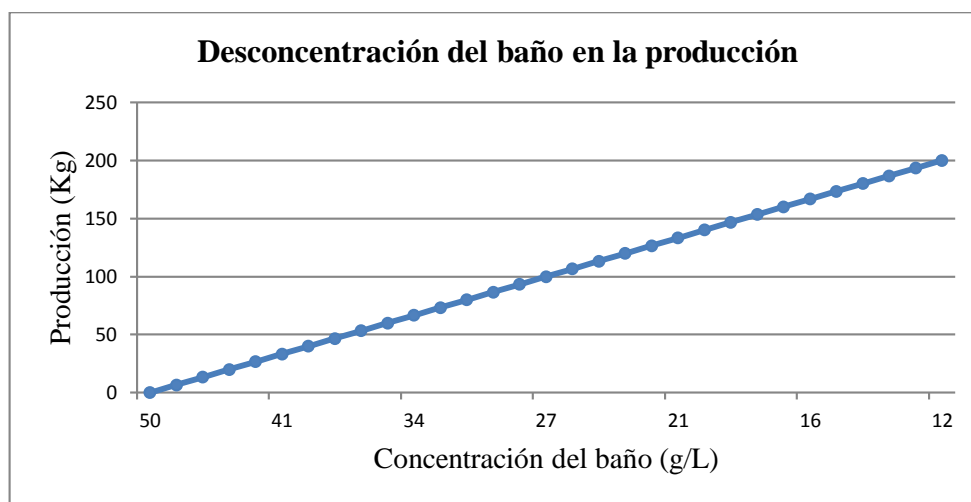


Figura 5. Relación entre la producción (kg) de tejido y la concentración (g/L) del baño.

Fuente: "Terminación textil química, aplicación y tecnología" - CHT Brasil Química LTDA.

Para mitigar este problema CHT Brasil Química LTDA., en la figura 6 se observa que se incorpora un baño adicional al sistema de acabado en húmedo sobre húmedo con dos foulares.

En el primer foulardado se uniformiza el pick up desconocido del tejido y posterior al centrifugado, homogenizando la carga a un 60% de pick up, que, en esta etapa, la carga adicional es de un 60% adicional al peso seco del tejido correspondiente al agua absorbida.

En la segunda tina se encuentra el baño con los insumos de acabado; en esta etapa del proceso se utiliza baño de refuerzo con una concentración mayor a la inicial presente en la tina y que se dosifica sobre baño durante el pase del tejido, este refuerzo mantiene constante la concentración en el baño, y posterior a este baño el tejido tiene un pick up de 80%.

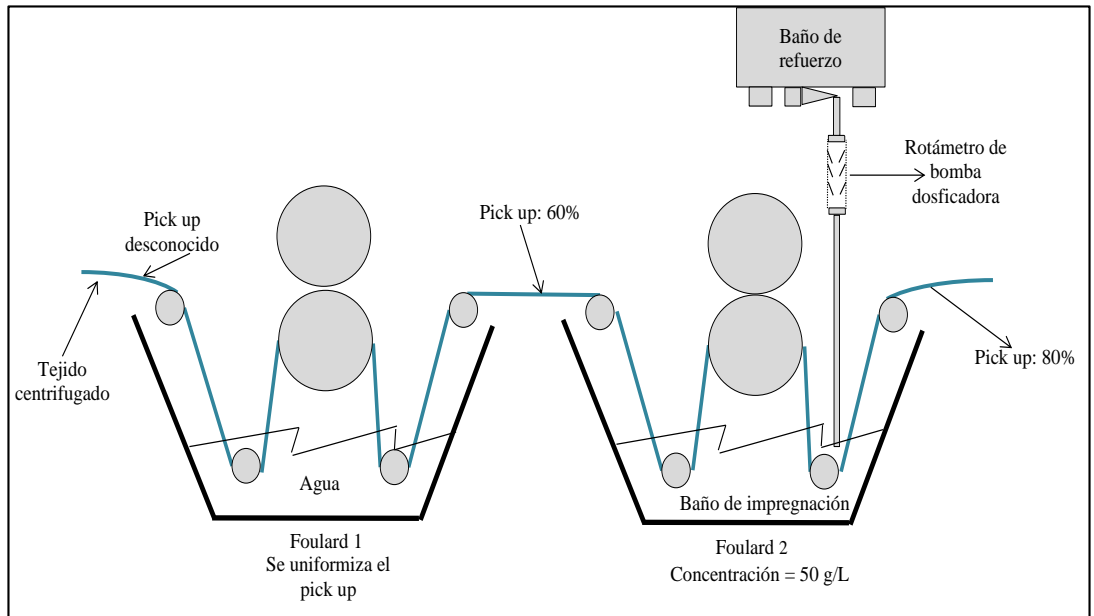


Figura 6. Sistema de acabado con doble foulard y baño de refuerzo

Fuente: “Terminación textil química, aplicación y tecnología” - CHT Brasil Química LTDA.

El diseño de CHT Brasil Química LTDA, incorpora variables adicionales tales como el caudal y la concentración del baño de refuerzo, que a su vez depende de las condiciones iniciales del acabado tales como el volumen inicial del baño y su concentración inicial.

Donde se presenta:

$$Q_{br} = (P_2 - P_1) * V_{km} \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{br} = (P_{df}) * V_{km} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{km} = \frac{V_{mm}}{R} \dots\dots\dots (3)$$

$$R = \frac{1000}{g/m^2 * ancho} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{df} = P_2 - P_1 \dots\dots\dots (5)$$

$$C_{br} = \frac{C_1 * P_2 * V_{km}}{P_{df} * V_{km}} \dots\dots\dots (6)$$

$$C_1 = \frac{C_i * V_{in}}{V_{in} + (P_1 * V_{km})} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

Q_{br} = cantidad de baño de refuerzo (L/min)

C_{br} = Concentración del baño de refuerzo (g/L)

V_{km} = Velocidad del proceso (kg/min)

V_{mm} = Velocidad del proceso (m/min)

P_{df} = Pick – up diferencial, P_1 = uniformidad , P_2 = impregnacion

C_1 = Concentración en el instante T_1 (g/L)

C_{in} = Concentración inicial (g/L)

V_{in} = Volumen inicial (g/L)

R = Rendimiento del tejido (m/kg)

CAPÍTULO III. FUNDAMENTO TEÓRICO

La importancia tanto del fundamento técnico como el estadístico en el presente estudio hace necesario la descripción sustancial de las herramientas utilizadas, que a continuación están presentadas.

3.1. Fundamento teórico para mejorar la calidad de procesos

Los métodos descritos en la tesis para la mejora de procesos de foulardado y la implementación de un sistema de control para este proceso se basan en la metodología descrita en el libro “Calidad Total y Productividad” de Humberto Gutiérrez Pulido (8) (3era edición, 2010, Pg.270-279) cuya metodología está descrita en el marco teórico.

Esto se puede resumir en los siguientes puntos:

- Determinación del estado del proceso.
- Evaluar la estabilidad y la capacidad del proceso
- Planear una estrategia de mejora acorde al estado del proceso (Rediseño)
- Implementar la mejora
- Analizar los resultados

Obtención de datos

Cuando se quiere tomar una decisión importante, como resolver de raíz un problema, es necesario tener información que permita identificar cuándo, dónde y en qué condiciones se da tal problema; es decir, se debe encontrar su regularidad estadística y sus fuentes de variabilidad.

La mejora de procesos y los sistemas de calidad requieren que la toma de decisiones se apoye en un correcto análisis de los datos y la información (8).

De aquí que es necesario contar con información de calidad. Sin embargo, en las organizaciones hay deficiencias en la obtención de ésta, y se dan situaciones como las siguientes:

- “Datitis”. Se obtienen datos sin ningún propósito claro ni importante, lo cual resulta que esos datos, cuestionarios, registros y reportes esperen tener alguna utilidad.
- Obtención de información para validar decisiones previamente tomadas. Es decir, sólo a tomar en cuenta la información favorable (8).
- Información poco representativa y sesgada.

Antes de obtener información sobre un problema o una situación, lo que se debe tener muy claro y delimitado es el objetivo que se persigue, el tiempo y los recursos de que se dispone para abordar dicho problema.

3.1.1. La variabilidad y el pensamiento estadístico

Las variaciones en los procesos son generadas por la interacción de materiales, máquinas, mano o mente de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos (8).

Estos seis elementos, las 6 M, determinan de manera global todo proceso, y cada uno aporta variabilidad a los resultados de un proceso, como se esquematiza en la figura 7.

Por lo que, si hay algún cambio significativo en el desempeño del proceso, la razón de tal modificación se encuentra en una o más de las 6 M. Así, en un proceso, cada una de las 6 M tiene y aporta su propia variación; por ejemplo, los materiales no son idénticos, ni toda la gente tiene las mismas habilidades y entrenamiento.

Pero, además, a través del tiempo, ocurren cambios en las 6 M, como la llegada de un lote de material no adecuado o con características especiales, descuidos u olvidos, desajustes y desgastes de máquinas y herramientas, etcétera.

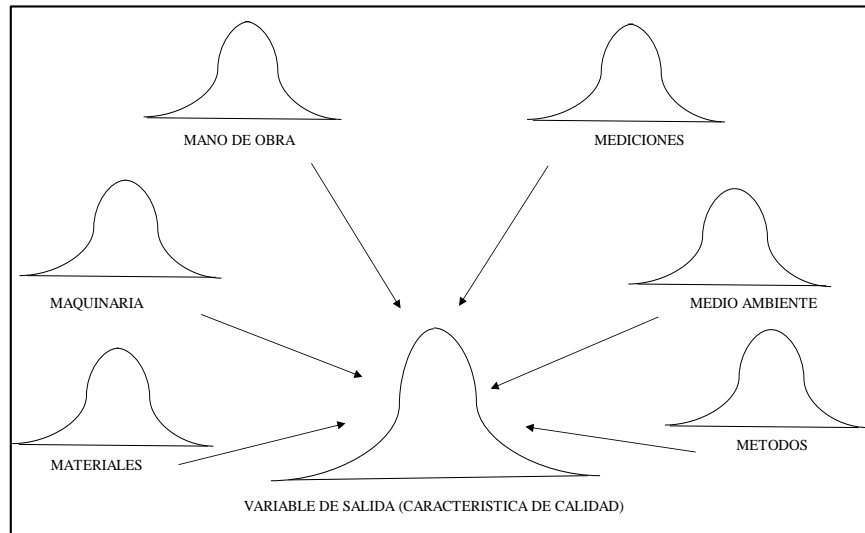


Figura 7. La variabilidad del proceso, aporta una parte no necesariamente igual, de la variación total observada.

Fuente: Calidad Total y Productividad (2010).

3.1.2. Tipos de variables

Un proceso tiene variables de entrada y de salida. Las primeras, también llamadas variables independientes (las X), por lo general son variables de control del proceso, como temperatura, velocidad, presión, cantidad y/o características de algún insumo o material, etc. Además, entre las variables de entrada se consideran aquellas que, aunque normalmente no están controladas, influyen en los resultados de un proceso, como la humedad relativa en el medio ambiente, la habilidad de un operario, el método de trabajo, etcétera.

En cuanto a las variables de salida, también llamadas variables de respuesta o dependientes (las Y), son características de calidad del producto y, en general, en ellas se reflejan los resultados obtenidos por el proceso; a través de los valores que toman estas variables se evalúa la calidad del desempeño del proceso. Por lo general, las variables de salida tienen especificaciones o tolerancias, porque los valores que deben tener están especificados.

3.1.3. Índices de capacidad de 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.

3.1.3.1. Procesos con doble especificación

En esta sección se supone que se tiene una característica de calidad de un producto o variable de salida de un proceso, del tipo valor nominal es mejor. Esto es que, para considerar que hay calidad, las mediciones deben ser iguales a cierto valor nominal o ideal (N), o al menos tienen que estar dentro de ciertas especificaciones inferior (EI) y superior (ES).

Índice C_p

El índice de capacidad potencial del proceso, C_p se define de la siguiente manera:

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

Donde σ representa la desviación estándar del proceso, y ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Decimos que 6σ (seis veces la desviación estándar) es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en las que se afirma que entre $\mu \pm 3\sigma$ se encuentra 99,73% de los valores de una variable con distribución normal.

3.1.3.2. Interpretación del índice C_p

La interpretación del C_p permite categorizar el proceso de acuerdo al cuadro 3:

Cuadro 3. Valores del C_p y su interpretación.

Rango de C_p	Categoría del proceso	Proceso
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigma.
$C_p \geq 1,33$	1	Adecuado
$1 < C_p \leq 1,33$	2	Particularmente adecuado.
$0,67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo.
$C_p \leq 0,67$	4	Inadecuado

Fuente: Libro *Calidad Total y Productividad 2010*.

Si al analizar el proceso se encuentra que su capacidad no es compatible con las tolerancias, existen tres opciones: mejorar el proceso, cambiar las tolerancias o sufrir e inspeccionar 100% los productos. Por el contrario, si hay capacidad excesiva, ésta se puede aprovechar, por ejemplo, reasignando productos a máquinas menos precisas, acelerando el proceso y reduciendo la cantidad de inspección (8).

3.1.3.3. Índices C_{pk} , C_{ps} , C_{pi}

El índice C_p estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con especificaciones, pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso, ya que en su fórmula para calcularlo no incluye la media del proceso. Una forma de corregir esto es evaluar por separado el cumplimiento de las especificaciones inferior y superior, a través del índice de capacidad para la especificación inferior (C_{pi}), y el índice de capacidad para la superior (C_{ps}), que se calculan de la siguiente manera:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \dots\dots\dots (1)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (2)$$

Luego, como el índice para la especificación inferior C_{pi} , es el más pequeño y es menor que uno, entonces los mayores problemas están por la parte inferior. Por su

parte, el índice de capacidad real del proceso (C_{pk}) se puede ver como una versión corregida del C_p que sí toma en cuenta el centrado del proceso.

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

Como se puede apreciar, el índice C_{pk} es igual al valor más pequeño de entre C_{pi} y C_{ps} , es decir, el índice C_{pk} es igual al índice unilateral más pequeño, por lo que si el valor del C_{pk} es satisfactorio (mayor que 1,25), eso indicará que el proceso en realidad es capaz. Si $C_{pk} < 1$, entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones. Algunos elementos adicionales para la interpretación del índice C_{pk} son:

- El índice C_{pk} siempre será menor o igual que el índice C_p . Cuando sean muy próximos, eso indicará que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Si el valor del índice C_{pk} es mucho más pequeño que el C_p , esto indicará que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.
- Cuando el valor del C_{pk} sea mayor que 1,25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide un C_{pk} de 1,45.
- Es posible tener valores del C_{pk} iguales a cero o negativos, e indicarán que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

3.1.4. Estado de un proceso

Un proceso puede tener cuatro estados en cuanto a capacidad para cumplir con una especificación con respecto a un parámetro y la estabilidad de los valores de este parámetro dentro de las especificaciones, como se ilustra en la figura 8.

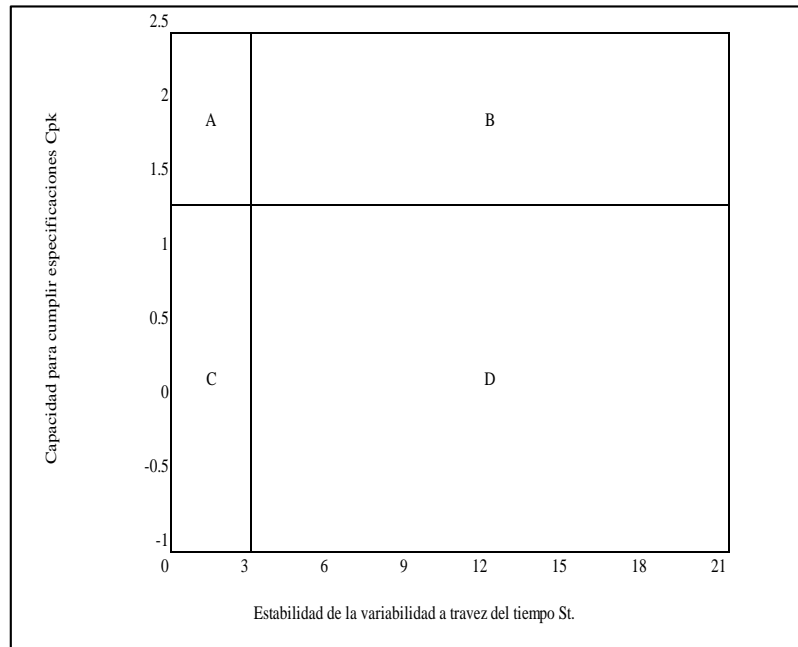


Figura 8. Representación gráfica de los cuatro estados de un proceso.

Fuente: Calidad y Productividad- 2010

3.1.5. Pasos para realizar el estudio de la estabilidad

Como ya se ha dicho, es importante que durante el periodo de análisis no se le hayan hecho grandes cambios o modificaciones al proceso. En caso de que sí se hayan hecho, como en los procesos en etapa de arranque, se recomienda iniciar una recolección intensiva de datos para realizar el estudio.

Para estudiar la estabilidad del proceso a través del tiempo que comprenden los datos históricos, se recomiendan tres actividades:

1. Analizar las cartas de control obtenidas en el lapso que comprende los datos históricos.
2. Es importante ordenar las cartas conforme al tiempo en el que se obtuvieron, desplegarlas y analizar cómo fue el comportamiento de los puntos, buscando identificar los patrones especiales de variación, como son puntos fuera de los límites, tendencias, ciclos, etc.

3. Con base en el análisis anterior, calcular el índice de inestabilidad S_t , y con ello se podrán diferenciar los procesos que esporádicamente tengan puntos o señales especiales de variación, de los procesos muy inestables que con mucha frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación. El índice de inestabilidad, S_t , se define como:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} \times 100$$

Los puntos especiales serán los puntos fuera de los límites, más los que indicaron patrones especiales no aleatorios. Por ejemplo, en el caso del patrón de tendencias que requiere seis puntos consecutivos de manera ascendente (o descendente), si se detecta una tendencia de ocho puntos de manera ascendente, entonces se contabilizarán sólo tres puntos especiales, ya que durante los primeros cinco aún no se declaraba o detectaba la tendencia (8).

3.1.6. Estrategias de mejora

En seguida se describe la estrategia de mejora a seguir para cada uno de los posibles estados de un proceso.

3.1.6.1. Proceso tipo D (inestable e incapaz)

Esta estrategia se aplica a los procesos que tienen baja capacidad para cumplir con especificaciones y que, además, son altamente inestables. En seguida se describen tres actividades específicas de la estrategia para este tipo de procesos.

- I. Identificar las causas especiales de la inestabilidad, el primer paso es revisar el actual sistema de monitoreo del proceso.
- II. 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. Para hacer la confirmación se tienen dos enfoques principales:

- a. Analizar la distribución de los datos de manera estratificada, es decir, comparar los resultados del proceso de acuerdo con las diferentes causas bajo sospecha.
 - b. El otro enfoque es diseñar y correr adecuadamente un experimento para evaluar las causas de la inestabilidad.
- III. Volver a evaluar el estado del proceso y proceder de acuerdo con el nuevo estado del proceso.

3.1.6.2. Proceso tipo C (estable pero incapaz)

Son procesos estables, pero con baja capacidad de cumplir especificaciones, y se procede de acuerdo a los siguientes puntos:

- I. En ciertos procesos las causas comunes de los problemas en realidad son causas especiales que podrían detectarse con un buen diseño y monitoreo.
- II. Investigar las causas de la baja capacidad mediante un proyecto de mejora., integrando un equipo de mejora que busque la solución para superar la tendencia de probar ocurrencias con un enfoque de “prueba y error”.
- III. Si los problemas del proceso son agudos, probablemente sea necesario aplicar de manera secuencial varios proyectos de mejora, hasta lograr que su capacidad sea satisfactoria. En caso no se mejore la capacidad del proceso, será necesario pensar en un rediseño del proceso (8).

3.1.6.3. Proceso tipo B (capaz pero inestable)

Es un proceso capaz pero inestable. En este tipo de procesos, su distribución tiene cambios significativos; sin embargo, siempre está dentro de especificaciones. Ante esto, se tiene cierta vulnerabilidad, porque esa inestabilidad puede, en un momento dado, llegar a ocasionar problemas en términos de especificaciones.

3.1.6.4. Proceso tipo A (estable y capaz)

Se aplica cuando el proceso es estable y capaz, por lo que se está ante un proceso sin problemas serios de calidad. Las actividades se enfocan a mantener en ese estado el proceso y a explorar alternativas para mejorar su productividad y/u operatividad. Se puede incrementar la productividad eliminando actividades que no agregan valor.

3.1.7. El Diseño de Experimentos y el Ciclo de Deming

Muchas estrategias de optimización y de mejora continua, y en particular el diseño de experimentos, nos llevan al llamado ciclo de Deming (Figura 9).

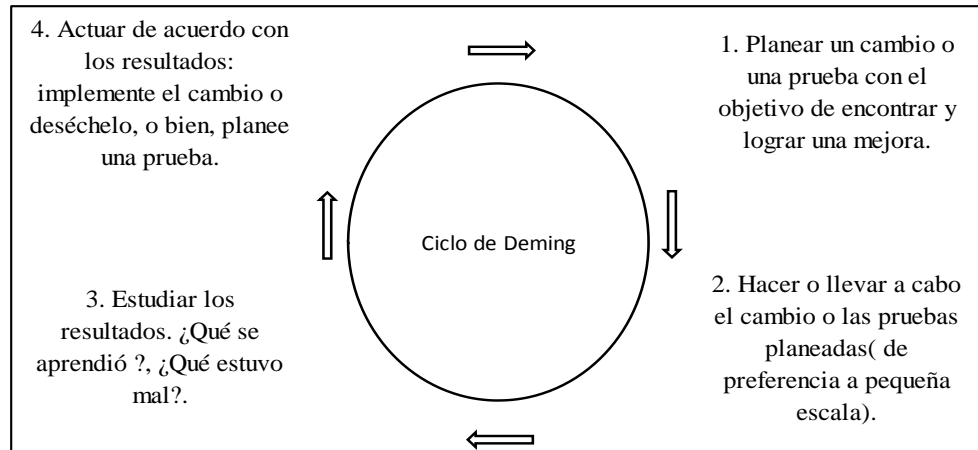


Figura 9. Ciclo de Deming y los experimentos

Fuente: Libro Calidad Total y Productividad 2010

3.1.7.1. Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos

Es importante tomar en cuenta que, aunque el uso de metodologías estadísticas por lo general ayuda a hacer más eficiente el proceso de investigación y de solución de problemas, es necesario reconocer que las metodologías estadísticas por sí solas no garantizan investigaciones exitosas. Para utilizar los métodos estadísticos en general y los diseños de experimentos en particular, se requiere que el experimentador tenga un buen nivel de conocimiento técnico y práctico sobre el fenómeno o proceso que estudia.

3.1.8. Línea de base

El objetivo de un estudio de línea de base es proporcionar una base de información contra la cual monitorear y evaluar el progreso y eficacia de una actividad durante la implementación de la misma y después de que se haya completado. A veces ya existen los datos necesarios para una línea de base contra la cual medir el grado y la calidad del cambio durante la implementación de una actividad.

3.2. Fundamento teórico de la parte técnica

En este punto se detallan los fundamentos técnicos utilizados para el desarrollo del estudio en el acabado textil sobre tejidos de punto, y las fibras que se utilizaron.

3.2.1. Industria textil

La industria manufacturera textil básicamente comprende tres etapas claramente definidas entre sí que son:

- La Hilatura: Serie de operaciones generales de tipo técnico mecánico, cuyo producto final es la obtención de los hilos en las más distintas formas.
- Tejeduría: Tomando como materia prima los distintos tipos de hilos, consiste en fabricar los tejidos, según los ligamentos fundamentales ya conocidos.
- El Área Húmeda: En ella se encuentra la etapa del acabado textil. Es bien conocido que cada una de estas etapas, pueden ser independientes completamente unas de otras, pues es factible encontrar plantas de hilandería solamente, de tejeduría y de acabado textil general para cualquier tipo de fibra, dichas plantas de acabados pueden también funcionar como una planta de servicios.

3.2.2. Fibra textil

De acuerdo al Libro Introducción a los textiles- Norma Hollen (9),” Una fibra es un filamento plegable parecido a un cabello, cuyo diámetro es muy pequeño en relación con su longitud”. Los diámetros y las longitudes varían de unas a otras, según la procedencia de éstas (Elaboración de una Guía Didáctica Virtual para los procesos de Hilatura fibras largas-2011). Contribuyen al tacto, textura y aspecto de las telas; influyen y contribuyen en el funcionamiento de las mismas, determinan en un alto grado la cantidad y tipo de servicio que se requiere de una tela y repercuten en su costo. Deben tener suficiente resistencia, elasticidad, longitud y cohesión para poder hilarla formando hilos. En la figura 10 se muestra la clasificación de fibra por su origen y reacción de obtención.

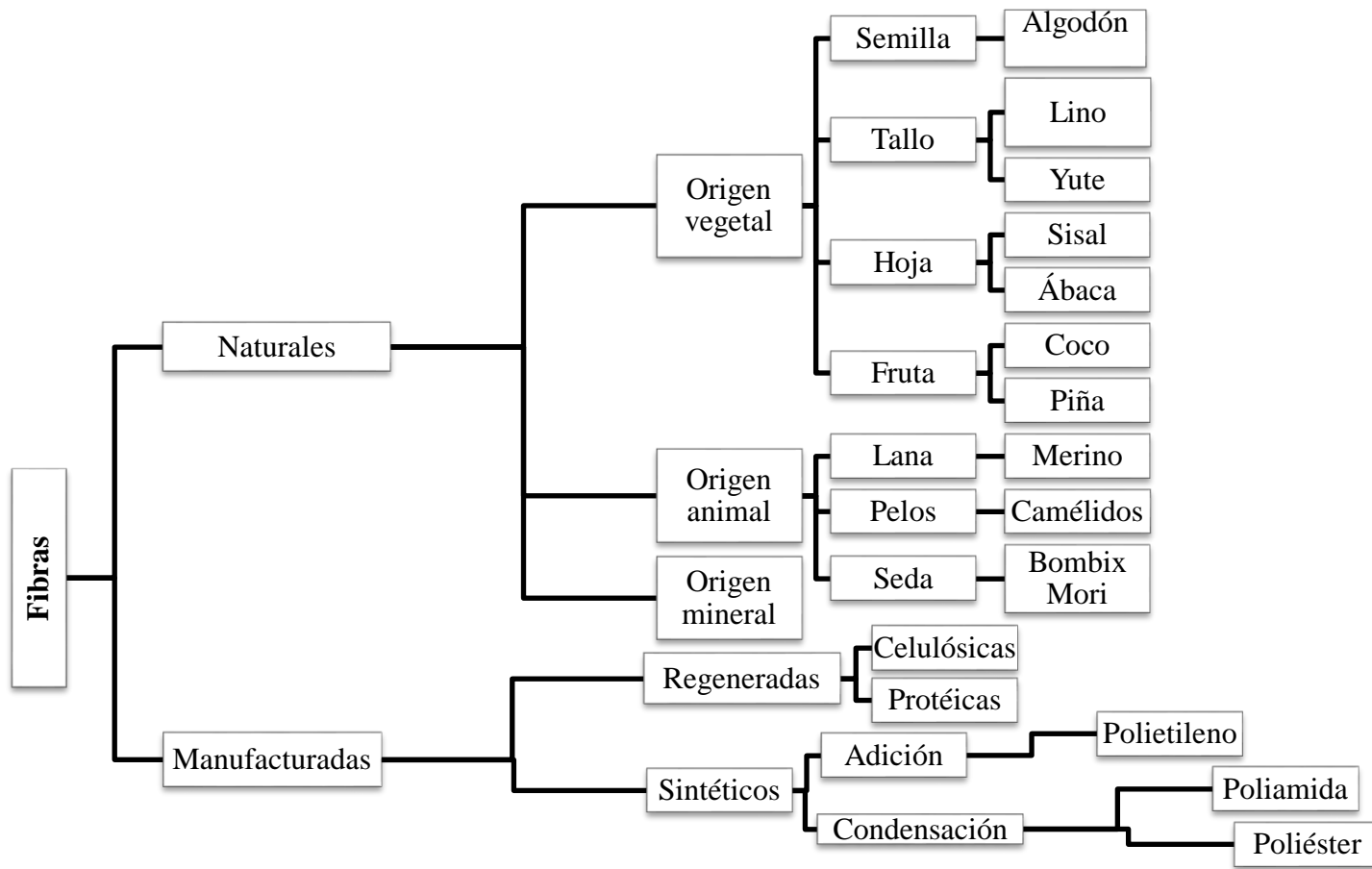


Figura 10. Clasificación de las fibras

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la clasificación de las fibras se observa en la figura 10 que tenemos las naturales y las manufacturadas; de estas últimas podemos decir lo siguiente:

- Fibras Manufacturadas. - Pueden ser:

1. Fibras Semisintéticas

Utilizan para su creación un componente natural, cuya materia prima es el polímero existente que el hombre se encarga de modificar. Son provenientes de polímeros orgánicos naturales. Tenemos de tipo vegetal:

- I. Celulosa. -Es un polisacárido que se obtiene de la polimerización de monosacáridos simples, formado por miles de unidades de D-glucosa mediante enlaces glucosídicos $\beta - 1,4$. Es el más importante. Proveniente de árboles y arbustos del cual depende su longitud y espesor (Teoría Ciencias de las Fibras- UNI 2012).

- II. Proteínas. - De Soya, Caseína.

2. Fibras Sintéticas

No utilizan componentes naturales, son enteramente químicos, se tienen que obtener los polímeros.

- ✓ **Monocomponentes:** Poliamida, Fibras Poliéster, poliacrílico, Fibras Modacrílicas, Fibras olefínicas, Fibras Spandex, Fibras aramídicas.
- ✓ **Bicomponentes:** Fibras Poliéster, Fibras Acrílicas, Fibras olefínicas, Fibras poliamídicas.
- ✓ **Microfibras:** Fibras poliamídicas, Fibras Poliéster, Fibras Acrílicas.

- 3.2.3. Fibras utilizadas en el estudio

Texfina es una empresa que utiliza diversas fibras. Para este estudio tenemos las siguientes:

- 3.2.3.1. Algodón

Es una fibra natural de semilla que da como fruto las cápsulas del algodón. Las cápsulas están divididas en 3, 4 ó 5 lóbulos con 5 a 10 semillas cubiertas de una fibra blanca.

En el cuadro 4 se muestra las propiedades.

Cuadro 4. Propiedades físicas del algodón

Propiedades físicas del algodón	
Color y brillo	Crema, mate.
Madurez	Lo alcanza cuando el número de capas secundarias concéntricas en la fibra está entre 25 y 40.
Finura	Varía entre 1 y 4 dtex, lo más frecuente entre 1,5 y 2 dtex.
Longitud	Varía entre 10 y 60 mm, lo más frecuente entre 25 y 30 mm. El más largo es el egipcio, siguen: Sea Island, el peruano, el indio.

Fuente: Norma Hollen

Estructura física

La fibra está constituida por una célula, que durante el crecimiento, sale de la semilla en forma de un tubo hueco cilíndrico con una longitud mil veces mayor que su grueso. Las fibras de algodón varían de media a 2 pulgadas de longitud, dependiendo de la variedad.

Propiedades Estéticas

Durabilidad. - El algodón es una fibra de resistencia media. Su resistencia a la ruptura es de 3,5 a 4,0 g/d. es más fuerte cuando está húmeda.

Comodidad. - El algodón produce telas muy agradables al contacto con la piel debido a su absorbencia ya que es un buen conductor del calor y la electricidad. El algodón tiene una recuperación de humedad de 7 por ciento. Al mojarse, las fibras se hinchan y adquieren cierta plasticidad.

Cuidado y conservación. - Las fibras de algodón son estables. Se acortan un poco cuando se mojan, pero al secarse se restaura su longitud original.

El algodón se deteriora con los ácidos. Los álcalis no la dañan tanto. Pueden lavarse con detergentes fuertes y, bajo condiciones apropiadas, soportan los blanqueadores de cloro.

3.2.3.2. Poliéster

Probablemente estas fibras son las que se han sometido a más trabajo de investigación y desarrollo que ninguna otra. Desde el punto de vista de la ingeniería, el polímero es sumamente versátil y es posible introducir muchas variaciones físicas y químicas. Las fibras modificadas se diseñan para mejorar la calidad del poliéster original en las áreas en que ha mostrado tener alguna deficiencia o limitación de uso. Las propiedades del poliéster que lo hace la fibra artificial de mayor uso aparecen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Propiedades del Poliéster

Propiedades	Importancia para los consumidores
Resiliencia en húmedo y en seco	Prendas de cuidado fácil, para el hogar, prendas que pueden empacarse sin problema.
Estabilidad dimensional	Lavable a máquina
Resistencia a la degradación por luz solar	Adecuado para cortinas y colgaduras
Durable, resistente a la abrasión	Tiene usos industriales; puede emplearse en hilos para coser, buenos para ropa de trabajo.
Aspecto estético superior al nylon	Se mezcla bien con fibras naturales o con otras artificiales; se pueden obtener filamentos semejantes a la seda.

Fuente: Libro Introducción a los Textiles- Norma Hollen

Estructura física

Las fibras de poliéster se producen en muchos tipos, hilos de filamentos, fibras cortas y cable. Los filamentos son de alta tenacidad o regulares de poliéster, se observan al microscopio son tan similares al nylon que es difícil identificarlas. Las fibras lisas, semejantes a varillas, tienen una sección transversal circular (figura 11). No son tan transparentes como las fibras de nylon. Son blancas, así que normalmente no requieren blanqueo. Sin embargo, se producen tipos de poliésteres más blancos por la adición de blanqueadores ópticos (compuestos fluorescentes) a la solución de hilatura de la fibra.

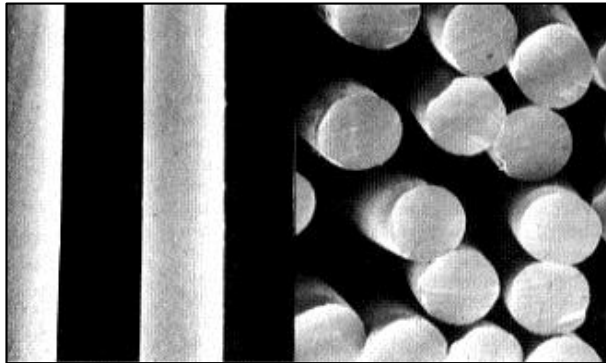


Figura 11. Vista transversal y longitudinal del poliéster

Fuente: Libro Introducción a los Textiles- Norma Hollen

3.2.3.3. Elastano

Es una fibra sintética muy conocida por su gran elasticidad, inventada en 1959 por el químico Joseph Shivers, quien trabajaba para la compañía Du Pont (Norma Hollen 1992 (9)). Lycra es una marca registrada por la empresa Du Pont en 1958 para un tejido hecho con un material sintético con propiedades elásticas del tipo llamado genéricamente spandex o fibras elastoméricas. Cuando se introdujo por primera vez, revolucionó muchas áreas de la industria textil. Hoy en día es utilizado sobre todo en el ámbito deportivo, gracias a su flexibilidad y ligereza. Se trata de un polímero de cadena muy larga, formado por lo menos con un 85% de poliuretano segmentado (Elastano o Spandex); obteniéndose filamentos continuos que pueden ser multifilamento o monofilamento.

El elastano se utiliza habitualmente para fabricar ropa interior, ropa femenina, calcetines y principalmente para ropa deportiva, ya que, gracias a sus propiedades elásticas, otorga libertad de movimientos a los deportistas que la utilizan.

La fibra manufacturada presenta las siguientes características:

- ✓ Puede ser estirado hasta el 500% sin romperse
- ✓ Capaz de ser estirado de forma repetida y recuperar la longitud original
- ✓ Resistente a la abrasión

- ✓ Más fuerte, más duradero que el caucho
- ✓ Suave, liso y flexible
- ✓ Resistente a las grasas naturales de la piel, a la transpiración, a las lociones o a los detergentes
- ✓ Filamento elástico de alta elasticidad
- ✓ Alta capacidad de recuperación
- ✓ Buena resistencia al agua clorada, bronceadores, etc.
- ✓ Gran brillo del color
- ✓ Buena solidez a la luz

3.2.4. Acabado

En el concepto amplio y clásico, el acabado textil debería involucrar todo tipo de procesos y operaciones que deban ser aplicados luego que el tejido abandona el telar. Desde muchos años atrás, el proceso de acabado textil incluía la tintura, el blanqueado, el estampado y otros procesos similares, que se aplicaban después de que el material era tejido. Sin embargo, en los últimos años el avance de la química y la mecánica (construcción de maquinaria) han hecho de la tintura, el blanqueo y el estampado de tejidos, tecnologías tan amplias y tan especializadas, que por su misma naturaleza ya no se consideran a estos procesos como el arte del acabado textil.

Esta diferenciación entre procesos de tintura y acabados textiles será utilizada a lo largo de la tesis, para hacer referencia de acabado textil como aquel proceso posterior a la tintura. (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

3.2.4.1. Clasificación de los acabados

Es muy difícil hacer una clasificación ordenada de los acabados textiles, debido a que se pueden clasificar de una forma u otra y siempre faltará alguna consideración, por lo que a continuación se presenta diferentes formas de clasificar los acabados textiles.

- Por la naturaleza de la fibra

- ∇ Acabados de textiles para fibras celulósicas
- ∇ Acabado de textiles para fibras proteínicas y similares
- ∇ Acabado de textiles para fibras sintéticas/ mezclas.

- Por Durabilidad

Acabados temporales o no durables, que son aquellos que no duran más de 1 o 2 lavadas, como los calandrados simples o aprestos superficiales como los almidonados, que suelen aplicarse a los tejidos para mejorar únicamente su presentación.

Acabados permanentes, son aquellos que permanecen con el textil mientras se utilice la prenda como por ejemplo el mercerizado, el acabado inarrugable.

- Por Aplicación

Acabados o aprestos de tipo adionante de acción únicamente superficial y acabados modificantes para especificar los acabados mediante el cual resultan cambiadas o modificadas ciertas propiedades físicas o químicas de la fibra, que conllevan una modificación del comportamiento del textil durante el uso tal como los acabados hidrofugantes, anti inflamable, inarrugable, etc. (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

3.2.5. Procesos en el acabado textil

A continuación, se presentan algunos de los procesos realizados en el acabado textil que se ven en el estudio de la presente tesis.

3.2.5.1. Acabados textiles por impregnación

En el acabado de los tejidos, se entiende por impregnación el pasaje de dichos textiles a través de una solución llamada también de impregnación, luego de la cual el tejido sufre necesariamente un exprimido a lo largo y ancho del mismo, con el objeto de lograr una absorción de humedad perfectamente controlada y uniforme, lo cual suele expresarse en forma de % de absorción con relación al peso seco del tejido (pick up). Las soluciones de impregnación suelen variar grandemente en lo relacionado a su contenido y a su concentración esta última se expresa siempre en gramos/ litro (g/L) (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

Se conocen 2 tipos de impregnación que siempre se dan en el acabado textil:

- Impregnación sobre tejido seco
- Impregnación “Húmedo sobre Húmedo”.

Impregnación sobre tejido en seco. -

La operación se reduce a un simple insertado del tejido como se observa en la figura 12 , mediante el cual la tela absorbe la cantidad o % deseado de la humedad y si la solución de impregnación contiene disuelto algún o algunos productos, la concentración de este en dicha solución, se mantiene constante, por lo general; Pero si dichos productos manifiestan una cierta afinidad por el textil, entonces sí se produce una alteración, variación o empobrecimiento de la concentración del producto en mención, en dicha solución.

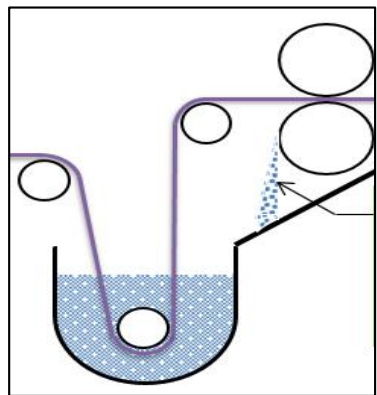


Figura 12. Impregnación sobre tejido en seco.

Fuente: Diapositivas – Clases UNI

Impregnación “Húmedo sobre Húmedo”. -

La construcción de la maquinaria para los diversos procesos de acabado, incluyen el principio de impregnación sobre tejido húmedo, operación que significa un ahorro significativo de un secado previo del tejido.

3.2.5.2. El secado en la industria textil

El secado es una operación básica y fundamental en cualquier planta de tintorería y acabado textil, donde el gran consumo de agua es la característica principal de estos procesos. El secado debe efectuarse continuamente luego de cualquier operación o proceso húmedo textil, aun en el simple caso de tener que planchar o alisar un tejido será necesaria la humectación previa del mismo, pues la humedad es muy importante para poder fijar ciertas posiciones de los hilos, las arrugas pueden borrarse, solo si el planchado se hace en estado húmedo, los anchos de los tejidos son alcanzados sobre la tela previamente humedecida, etc. (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

El secado lo podemos definir como la etapa donde una porción de líquido que tiene el textil es evaporada. Por lo tanto, el concepto de secado es simple, en la práctica puede realizarse sin ningún problema. En éste caso el líquido es convertido a vapor y el vapor es removido a la superficie del tejido. La cantidad de líquido evaporado va a depender de la cantidad de aire caliente que pase a través del tejido.

La presentación del tejido en el secado debe ser sin arrugas, pliegues y quebraduras que son “no deseables” en el tejido, sólo pueden ser eliminados en presencia de humedad y fijado por el secado. Los secados se clasifican en:

1. Secado natural (A nivel industrial no es usado).
2. Secado mecánico
 - Secado por contacto
 - Secado por convección
 - Secado por radiación

Secado Mecánico

El secado consiste en eliminar el agua residual, llamada agua intermicelar o agua superficial mediante evaporación controlada de la misma, utilizando diversos sistemas de calefacción lo cual es un fenómeno de transmisión de calor.

3.2.6. Maquinaria para el acabado textil

La maquinaria textil usada para los diversos acabados involucra los equipos para el exprimido, impregnado y secado.

3.2.6.1. El foulard (Padder)

La humectación en el acabado textil se realiza en una máquina llamada padders o también conocida como foulard, donde se aplica el producto de acabado.

Debido a que el costo de la energía se ha incrementado la tendencia es usar maquinaria que permita tener un pick up alto. En general se trata de una máquina relativamente simple, cuya función principal se cumple mediante 2 dispositivos básicos:

- El de exprimido
- El de impregnación
- Dispositivos básicos del foulard

El de impregnación. - Consiste en una artesa (batea) en forma de “u” para tener más facilidad en la inmersión del textil, generalmente de poco volumen, donde va la solución de impregnación, que en el foulard moderno no existen.

El de exprimido. - Representado por los rodillos exprimidores, la construcción de los cilindros del foulard, hoy en día se hace con los más modernos acabados, no solamente en lo referente al material de fabricación utilizado, sino también en lo referente al funcionamiento para lo que dispone de controles muy precisos y exactos (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

La única función importante que cumple como órganos exprimidores son que la tela impregnada deje en el textil un contenido uniforme a lo largo y ancho del mismo, mucho más si la tendencia actual es el proceso de grandes metrajés y de tejidos muy anchos hasta de 3 metros.

Los cilindros son de una dureza adecuada, el revestimiento puede ser de ebonita, goma dura, de caucho natural o sintético; pero siempre de material no muy blando

y sobretodo resistente no solamente al trabajo mecánico en sí, sino también resistente químicamente a las soluciones de distintos contenidos que estarán en contacto con ellos, ya sea ácidos, álcalis, en frío o caliente. La dureza de los cilindros se mide en grados shore dicha dureza es un factor importante pues a mayor dureza y presión de los cilindros la absorción del tejido disminuye, por el contrario, con cilindros blandos la absorción aumenta.

Para medir la dureza de los cilindros en grados shore, se utiliza el sistema o método de las agujas, siendo accesible en mayor o menor grado a la penetración de las agujas, dicha escala va de 0 a 100 °. El grado shore 100 ° equivale a la dureza o filtración del vidrio. En este sentido se puede hablar de rodillos de superficie dura para 70 a 90 ° y de superficie blanda para 50 a 70°.

Uso del foulard

Esta máquina se utiliza para aprestar tejidos que no presentan dificultades de construcción o de dibujos superficiales que se puedan dañar. Existe una gran variedad de foulard en la actualidad; pero las características del tejido, así como el efecto o tipo de apresto que se quiera dar al tejido, son los factores que deciden por el tipo de foulard que se necesite utilizar.

Factores que influyen en la impregnación. -

- Dureza del rodillo del foulard
- Presión de exprimido
- Capacidad de absorción de la fibra y
- Velocidad de los rodillos.

3.2.6.2. Principios fundamentales del foulardado

I. Descripción

Se denomina foulardado a la operación que consiste en impregnar una materia textil en forma de mecha, cinta o tejido, en una solución que contenga determinados

compuestos químicos, según el fin que se persiga, y posteriormente eliminar un parte de la solución imprégnate mediante escurrido entre dos cilindros (2).

Elementos más importantes que toman parte activa en este tipo de operaciones.

1. Dispositivos para evitar la formación de arrugas de tejido y para guiarlo en su posición, antes de ponerse en contacto con la solución de impregnación.
2. Dispositivos de impregnación del tejido en la solución, conocido por la denominación de “pastera”, en donde el tejido se impregna en la solución de foulardado. Estas pasteras deben estar construidas de forma tal, que el volumen de solución existente en ellas sea lo más reducido posible, por otra parte, la pastera debe poseer una alimentación más o menos automática de la solución de foulardado que le permita mantener siempre el mismo nivel de solución, a fin de no modificar las condiciones de la impregnación.
3. Cilindros exprimidores efectúan el escurrido de la solución que transporta el tejido a la salida de la pastera. La dureza de los cilindros esta entre 70-90° Shore. En la figura 13, se muestra el esquema del dispositivo Hikosata.

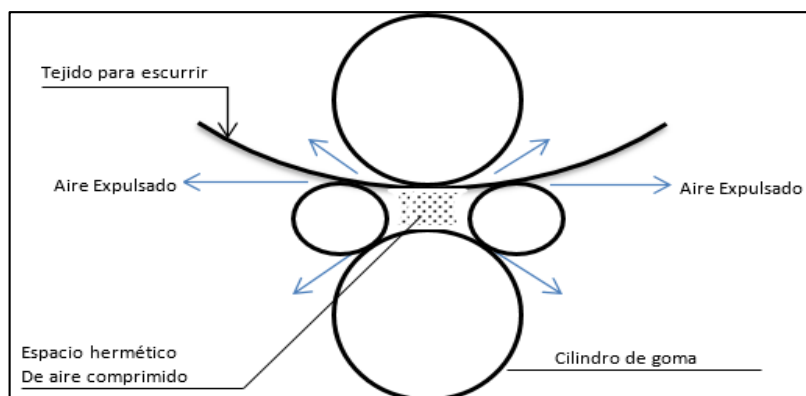


Figura 13. Esquema de Hikosata

Fuente: Libro Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería-José Cegarra Sánchez

La presión que ejercen los cilindros del foulard puede indicarse de tres formas:

- ✓ Presión total. - Generalmente expresada en kg (P).

- ✓ Presión Lineal. - Resulta de dividir la presión total por la distancia entre los puntos de aplicación de la fuerza. Se expresa en kg/cm.
- ✓ Presión específica. - Resulta de dividir la presión total por el área de contacto entre los dos cilindros. Se expresa en kg/cm^2 .

II. Aspectos fundamentales del foulardado

A. Tejidos secos, mecanismos de impregnación y escurrido

Si se examina detenidamente un proceso de foulardado se puede apreciar que la materia textil se impregna en una solución, más o menos eficientemente, y transporta una determinada cantidad de esta solución a la salida de la pastera; la solución es posteriormente forzada a penetrar en el interior del tejido, a consecuencia de la presión ejercida al pasar el tejido entre los cilindros exprimidores.

Cuando un tejido se pone en contacto con la solución existente en la pastera de un foulard, el grado de penetración de dicha solución depende de fenómenos de tipo tensoactivo regulados por las tensiones interfaciales entre el tejido y la solución, y de la cantidad de aire retenido en la estructura del tejido, cuando éste se pone en contacto con la solución. Se consigue una eficiente humectación mediante el empleo de agentes humectantes, pero también con la eliminación al mayor grado posible del aire contenido en el tejido. La impregnación se ve mejorada con largos recorridos del tejido en la pastera, por cuanto ello ayuda a un mayor tiempo de contacto con la solución y por otra parte, se favorece la eliminación del aire retenido interfibrilarmente esta eliminación del aire, se mejora haciendo que el tejido pase por la pastera a través de un canal, ya que de esta forma se promueve una agitación considerable de la solución, cuya turbulencia ayuda a la eliminación del aire del tejido.

La acción mecánica del escurrido puede dividirse en dos procesos importantes:

- a) Cuando el tejido entra en contacto con la zona de expresión de los cilindros del foulard, se produce una eliminación del líquido contenido en el interior y el exterior del tejido; el líquido escurrido es dirigido hacia la parte inferior del tejido y del cilindro inferior en los foulares verticales, y según el ángulo

que forma el tejido con la zona de contacto de los cilindros, algún líquido queda retenido en la parte superior de la superficie del tejido y el cilindro superior exprimidor; todas estas acciones se producen en sentido contrario al movimiento de los rodillos exprimidores y existe muy poca pérdida del líquido en la superficies inferiores de los cilindros de foulardado.

- b) Cuando el líquido alcanza la zona de contacto entre los cilindros, en la cual el tejido es aplastado por la presión de éstos, parte de este líquido es impulsado hacia atrás, otro es retenido por el tejido y marcha hacia adelante con él, y el líquido situado entre la superficie exterior del tejido y el recubrimiento elástico de los cilindros de exprimido es reabsorbido por el tejido, cuando éste se recupera de la deformación impartida por los cilindros exprimidores. En la Figura 14. Se aprecia los efectos anteriormente indicados.

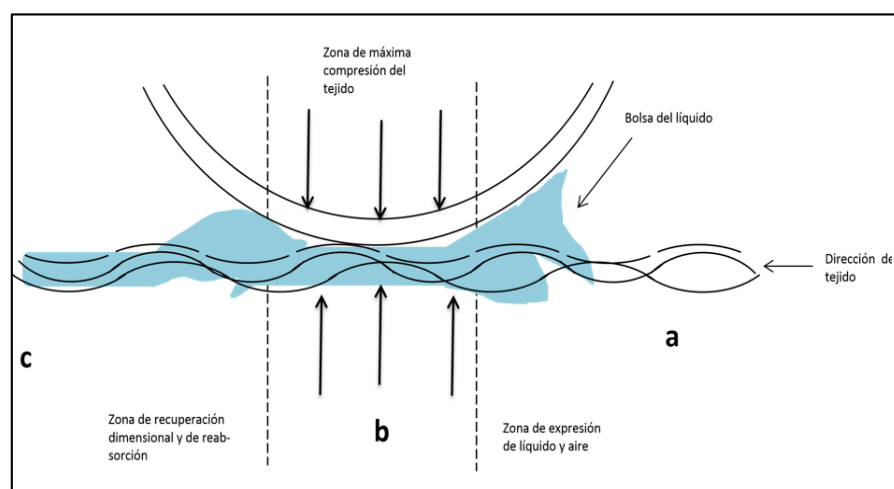


Figura 14. Representación esquemática del proceso de escurrido

Fuente: Libro Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería-José Cegarra Sánchez.

El movimiento de las moléculas de agua en el interior del área de los cilindros es de tipo multidireccional: en la zona donde la presión de los cilindros es máxima, (a) una gran cantidad de líquido es dirigido en contra del movimiento del tejido, (b) una pequeña cantidad de líquido se mueve hacia el interior del tejido y (c) el líquido contenido entre la superficie de los cilindros y el tejido comprimido se mueve hacia adelante o bien lateralmente.

Si el tejido no ha sido bien humectado durante la inmersión, el aire que contiene el líquido es, (a) comprimido y expulsado juntamente con la solución, (b) retenido en el interior del tejido formando bolsas que impiden que la solución penetre en todos los intersticios del tejido dando lugar a una irregular distribución de la solución en el textil. El uso de agentes tensoactivos ayuda a desplazar el aire, pero frecuentemente forman espuma y no eliminan completamente la formación de estas bolsas de aire en los tejidos deficientemente descrudados o sin descruar, en las condiciones de foulardado convencional.

Variables del proceso de impregnación y escurrido

El efecto de impregnación de un foulard depende de varios factores, pudiéndose destacar entre ellos los siguientes:

- Características del tejido.
- Presión de escurrido y su relación con las características de los cilindros exprimidores; tales como diámetro, calidad de material, dureza, espesor del recubrimiento de los cilindros y sistema de comunicar la presión a los cilindros.
- Propiedades de la solución a eliminar.
- Velocidad del foulardado

1. Características del tejido

De todo lo indicado anteriormente, se comprende que la naturaleza del tejido y sus características estructurales y de limpieza ejerzan una influencia notable sobre el grado de impregnación alcanzado a la salida del foulard.

Para idénticas condiciones de foulardado, estructura del tejido y limpieza, los tejidos constituidos por fibras hidrófilas presentan una impregnación superior a las fibras sintéticas. No existe un estudio detallado de la influencia de la estructura del tejido sobre el grado de impregnación, si bien es conocido que las estructuras más porosas presentan un menor grado de impregnación que las tupidas debido a la mayor facilidad que tiene la solución a ser expulsada cuando los cilindros de exprimido ejercen su acción; así mismo, los tejidos gruesos alcanzarán mayor grado de impregnación que los finos, por análoga causa a la mencionada anteriormente.

El estado de limpieza o hidrofiliidad previa del tejido al foulardado es importante, no solo desde el punto de vista del grado de impregnación conseguido, sino también de la uniformidad de la impregnación.

2. Presión de escurrido y su relación con las características de cilindros exprimidores.

Desde el punto de vista de eliminación del líquido, un pasaje a través del foulard sería suficiente, pero debe tenerse en cuenta que la carga más elevada no es precisamente la más económica, puesto que a partir de un cierto valor de la carga, el ligero decrecimiento de la impregnación no justifica la potencia adicional requerida para el funcionamiento del foulard y además se pueden producir indeseables efectos de brillo en el tejido, curvatura exagerada de los cilindros y un deterioro más rápido de los mismos (2).

La Figura 15, muestra el tipo de relación existente entre la presión lineal ($\frac{L}{W}$) y el porcentaje de impregnación P.

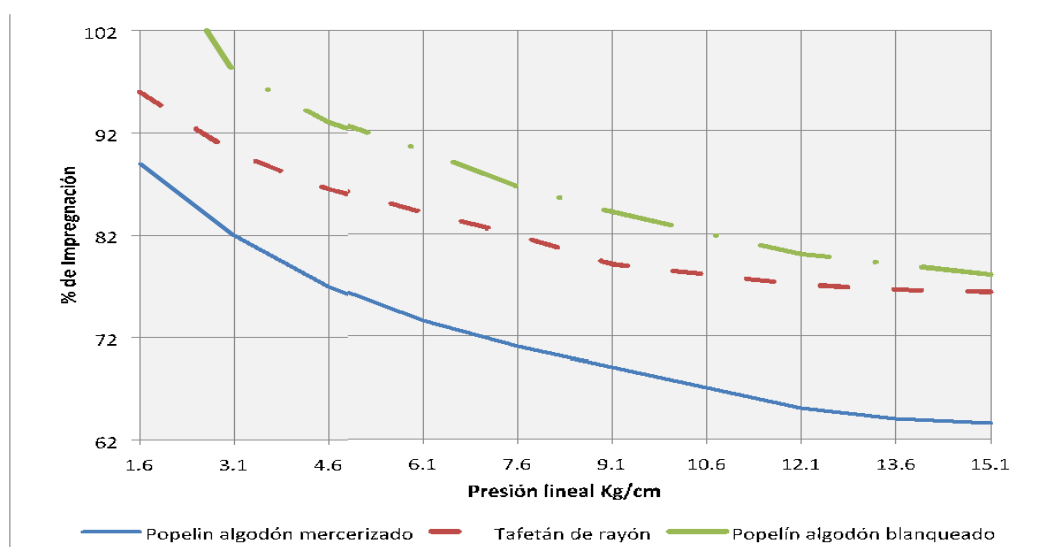


Figura 15. Dependencia entre el efecto e impregnación y la presión lineal del escurrido. Temperatura 20°C.

Fuente: *Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería*-José Cegarra Sánchez

a.) Para una misma carga por unidad de longitud del área de presión, los cilindros de diámetro más pequeño producen superiores efectos de expresión.

De ello se infiere que, para un valor dado de la carga, los cilindros de radio más pequeño darán un superior efecto de exprimido, pero no indica una relación cuantitativa del efecto de exprimido y el radio de los cilindros.

b.) A consecuencia de la carga a que están sometidos los cilindros, se produce un aplastamiento en su zona de contacto.

Este aplastamiento aumenta el radio de curvatura de los cilindros, R que será mayor para los cilindros construidos con material blando o con mayor espesor de recubrimiento que para los cilindros construidos con material duro, dando origen a un efecto de exprimido inferior. La Figura 16 y 17 muestran lo indicado.

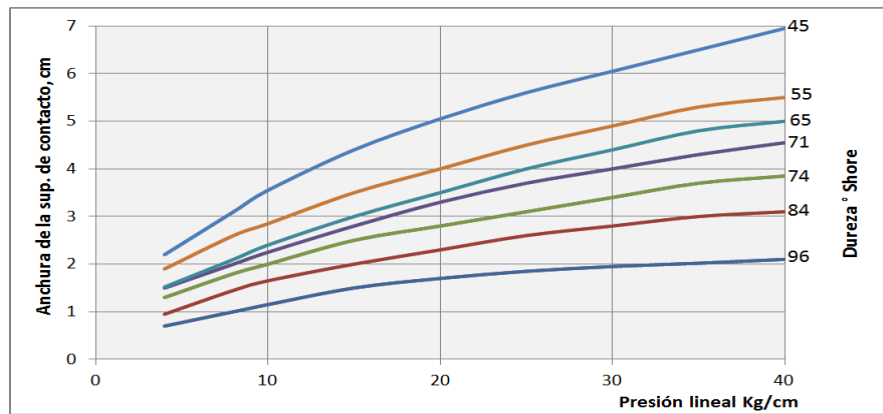


Figura 16. Relación entre la anchura de la superficie de contacto producida por una presión lineal de cilindros con diferente dureza.

Fuente: *Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería-José Cegarra Sánchez*

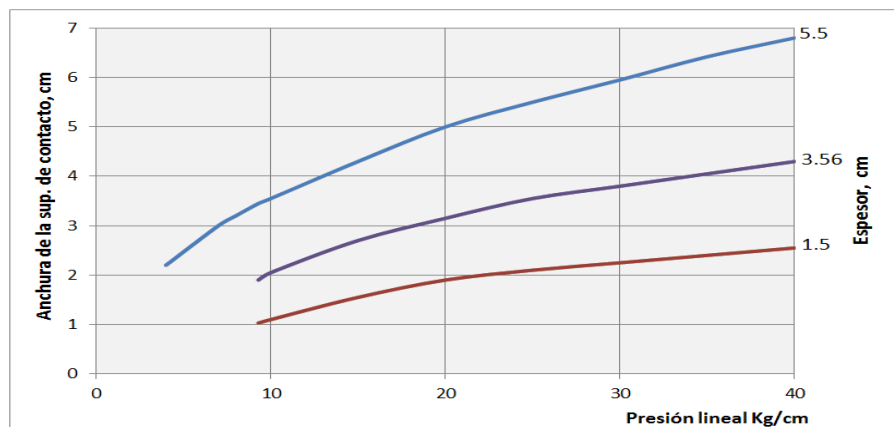


Figura 17. Relación entre la anchura de la superficie en y el espesor del revestimiento del cilindro.

Fuente: *Libro Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería-José Cegarra Sánchez*

c.) Se ha indicado anteriormente la necesidad de obtener una uniformidad de escurrido a todo lo ancho del foulard. Esta necesidad está íntimamente relacionada con el logro de una zona de contacto uniforme entre los cilindros exprimidores, lo cual a su vez depende del diseño constructivo del foulard y de la forma de aplicar la presión en los cilindros. A este respecto, se observan dos tendencias constructivas: una se orienta a la simplicidad y facilidad de mantenimiento y otra hacia dispositivos más sofisticados.

3. Velocidad de foulardado

La velocidad del paso del tejido tiene un efecto sobre la impregnación. Un aumento de la velocidad de foulardado produce:

- a) Una disminución del tiempo de inmersión en la solución con menores posibilidades de obtener una impregnación uniforme.
- b) Una disminución del tiempo de escurrido, disminuyendo este efecto y resultando una mayor impregnación, debido a que la solución tiene menos tiempo para salir de la estructura del tejido y es arrastrada por este su paso por los cilindros exprimidores.

Impregnación en Húmedo sobre Húmedo

La construcción de la maquinaria para los diversos procesos de acabado, incluyen el principio de impregnación sobre tejido húmedo, operación que significa un ahorro significativo de un secado previo del tejido. La diferencia de impregnación generalmente está comprendida entre 20-30%.

Pick up.- Es el valor de carga o de cantidad de producto que se le pone o aplica en la tela en función a la base húmeda o seca de esta.

- Acabado en seco sobre húmedo

$$Pick\ up = \frac{Peso\ húmedo - Peso\ seco}{Peso\ seco} \left(\frac{L}{kg} \right)$$

- Acabado en húmedo sobre húmedo

$$Diferencia\ de\ Pick\ up = Pick\ up\ en\ 2 - Pick\ up\ en\ 1$$

En la figura 18, se muestra los puntos 1 y 2 de pick up.

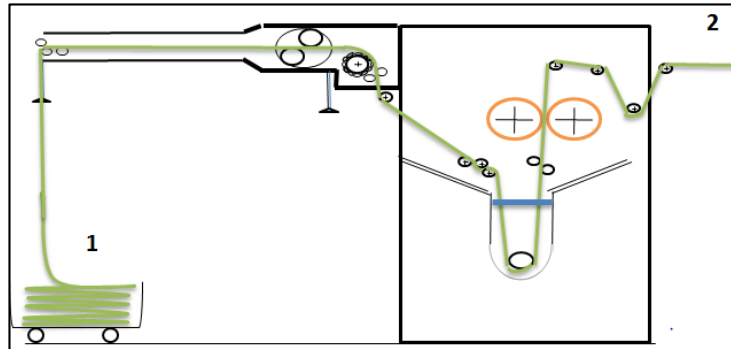


Figura 18. Diferencia de pick up-húmedo sobre húmedo

Fuente: Elaboración propia

Importancia del control del Pick up

- Para calcular el volumen de preparación
- Para controlar los gramos de producto que arrastra la tela.

Factores que afectan el pick up

- ✓ Características del tejido
 - Hidrofilidad del tejido
 - Mayor hidrofilidad de tejido mayor pick up
 - Mayor hidrofilidad, el pick up es más uniforme
 - La hidrofilidad dependerá del grado de limpieza del tejido que se logra en procesos anteriores (descruce, blanqueo)
- ✓ Gramaje o densidad de tejidos (g/m^2)
 - Mayor gramaje de tejido mayor pick up
 - Tejidos más tupidos tienen mayores pick up
- ✓ Características del cilindro y del exprimido
 - Presión de exprimido
 - Mayor presión, menor pick up
 - Dureza (Shore) de los cilindros, a mayor dureza menor pick up.
 - Diámetro de los cilindros, mayor diámetro menor pick up.

- Espesor del recubrimiento de los cilindros
- Sistema de transmisión de la presión a los cilindros
- ✓ Propiedades de la solución
 - Productos humectantes (tensión superficial de la solución)
 - Los productos humectantes aumentan el pick up de la tela
 - Temperatura, a más temperatura disminuye el pick up
- ✓ Velocidad de Foulardado
 - Tiempo de impregnación
 - Mayor tiempo de impregnación, pick up más uniforme

Controles de pick up en los procesos con foulard

El pick up en acabados húmedo sobre húmedo no puede decrecer, porque estaría ocasionando que no se realice ningún acabado en el tejido debido a que no habría arrastre alguno del tejido sobre los productos de acabados que están en la solución de la tina.

Cuando la presión de los rodillos es demasiado baja, es decir la distancia entre los rodillos es muy grande, y parte del agua que debería ser exprimida es reabsorbida por el tejido e ingreso más húmedo de lo normal a los campos de secado generando otros defectos. Los pick ups después de la salida del foulard para mezclas de algodón con polyester recomendadas son de 55 a 60% como mínimo, 60 a 70% cuando es 100% algodón, y mayores cantidades de absorción cuando es viscosa.

En condiciones ideales el producto no tendrá ninguna sustentividad por la fibra, debido a que está ya ha sido pre tratada anteriormente, y los productos de acabado generalmente tienen poca sustentividad por las fibras a las cuales le hacen el acabado, para este caso se debe controlar la cantidad de producto arrastrado por el tejido mediante la siguiente relación:(Chemical finishing of textiles).

*Cantidad de producto arrastrado = Pick up * Concentración del baño*

Unidades

- *Cantidad de producto arrastrado* : $\frac{\text{gramos de producto}}{\text{Kilogramo de Tejido}} \dots\dots(1)$

- *Pick up* : $\frac{\text{Litros de solución}}{\text{Kilogramos de tejido}} \dots\dots\dots(2)$

- *Concentración del baño* : $\frac{\text{gramos de producto}}{\text{Litros de solución}}$ (3)

Por ejemplo, si el pick up es de $0,7 \frac{L}{kg}$ y la concentración de un producto A en el baño por el que pasa el tejido es de $30 \frac{g}{L}$ entonces la cantidad de producto que está arrastrando el tejido es de 21 gramos por kilogramo de tejido. De la misma manera debe controlar la cantidad arrastrada de producto cuando hay más de un producto en la solución.

Es común encontrar que el pick up es medido en forma porcentual entre la masa de líquido arrastrado por el tejido entre la masa del tejido seco, esto se debe a que generalmente la solución de acabado tiene una densidad de $1 \frac{g}{mL}$ o muy cercana a este valor y adicionalmente los productos de acabados son fácilmente miscibles con el agua. En caso la densidad no sea cercana a la unidad la densidad del líquido debe de considerarse en los cálculos de la siguiente forma.

$$Pick\ up = \frac{Masa\ de\ tejido_{húmedo} - Masa\ de\ tejido_{seco}}{Masa\ de\ tejido_{seco}} * Densidad\ del\ líquido (4)$$

Este control tiene importancia adicional cuando son acabados en húmedo sobre húmedo debido a que en estos acabados al entrar el tejido húmedo esta puede generar que el baño en la tina incremente en forma considerable la cantidad de agua y disminuya la concentración de los productos de acabado, generando en los tejidos el conocido “defecto cola” o “cabeza cola”, esto hace referencia a que los primeros metros de tejido tendrán una mayor calidad de acabado que los últimos metros que pasen sobre el mismo baño.

3.2.6.3. Equipos para la extracción de agua

Cuando se moja un tejido o un textil en general, este de acuerdo a factores de su naturaleza y estructura o estado en que se encuentre (fibras, hilos, tejidos, etc.), así como la forma en que se produjo el mojado o la humectación, absolverá una cantidad variable de agua, lo cual, para el caso más común del algodón, puede llegar

hasta un 200-300 % sobre el peso seco del textil, para el caso de la lana es todavía mayor.

a) Por exprimido. -

El exprimido se realiza mediante presión mecánica sobre el tejido, en el caso del tejido abierto se hace por el foulard con el cual se puede llegar con un contenido de humedad de hasta 50%, y el caso del tejido de punto tubular se realiza por medio de una máquina llamada hidroextractora.

b) Por centrifugado

Una máquina que por fuerza centrífuga elimina el agua residual ya sea de la fibra, del hilo o del tejido, con este sistema se llegan contenidos de humedad de hasta 30-40%, todo dependiendo del tiempo de centrifugado de 1 a 5 minutos.

3.2.6.4. Rama tensora

La máquina más importante de los canales de calefacción es la muy conocida y difundida “rama tensora”, de las que hay una gran variedad, actualmente y de acuerdo al requerimiento o tipo de tejido que se va a trabajar. (Véase figura 19).

- El principio fundamental de esta máquina es que seca el tejido, pero con tensión en el sentido de la trama, dando el ancho definitivo del tejido y en las condiciones de trabajo que fuera necesario, para lo cual cuenta con dispositivos automáticos de alta precisión.

La rama es una máquina versátil, empleada para realizar:

- Termofijado
Proceso de preparación a la tintorería, donde por medio de calor se fija el ancho de artículos que contienen fibras termoplásticas y elastano.
- Acabado químico

El proceso tiene dos etapas llevadas a cabo de manera continua, la primera en el foulard impregnando la tela y la segunda someténdola al calor para el secado y/o curado del producto químico.

- Secado

Por poseer los campos de calor, se le emplea para realizar el secado post teñido de ciertos artículos.



Figura 19. Rama tensora

Fuente: Textiles panamericanos (Abril-2014)

Pueden trabajar mediante gas, resistencias eléctricas o radiofrecuencia. Como la velocidad del tejido determina el tiempo de exposición del mismo a temperaturas de los campos, se regula según el artículo y el proceso.

Es al ingreso a los campos que se puede controlar el ancho, encogimiento, mediante la alimentación y al ancho de la máquina. A la salida de la rama, la tela puede ser enrollada o plegada.

La rama es la máquina para acabados químicos de tejidos abiertos. Básicamente se compone de:

- ✓ Foulard (padder), que consta de una tina y rodillos de exprimido. Esta unidad es la que realiza la impregnación del baño de acabado sobre el tejido.
- ✓ Campos de temperatura, de construcción modular y número variable, emiten calor necesario para eliminar la humedad del tejido que no fue retirado por

los rodillos del foulard (110°C – 120°C), además alcanzar temperaturas mayores para el curado de resinas de reticulación (160°C – 180°C) opera el Termofijado de fibras termoplásticas (180°C – 210°C).

Dispositivos especiales. -

- Los rodillos sobre alimentadores: Over feed para encoger el textil en el sentido de la urdimbre, alimentando mayor metraje (10, 20, 30% más) de lo que realmente pueda secar en el túnel de calefacción, son ramas secadoras o acabadoras.
- Los enderezadores de trama, los cuales también son de varios tipos; mecánicos o barras curvas electrónicas.
- Los palpadores de orillos, enderezadores de orillos.
- Controladores de humedad residual en el tejido, en porcentaje.
- Hay pues una gran variedad de ramas construidos para tejidos de punto, para fibras sintéticas, con campos de termo fijación calefaccionadas con calderas de aceite para alcanzar temperaturas del orden de los 220 °C, para el termo fijado, termo-secado, polimerizado. En la rama se lleva a cabo el acabado final de la tela en dos etapas:
 - 1.- En el foulard, que tiene una tina para producto y dos rodillos de impregnación.
 - 2.- Horno de secado, atravesado por la tela a una velocidad y temperatura específica, donde se controla ancho, encogimiento, inclinación de la trama y densidad de la tela mediante la alimentación y el ancho de la máquina. A la salida, la tela puede ser enrollada o plegada.

Parámetros a controlar

1.-Alimentación: La Rama tiene una velocidad de máquina, sin embargo la tela ingresa a una velocidad mayor para evitar que se estire y controlar el encogimiento y densidad. Ese exceso se mide en % y se llama alimentación.

2.- Ancho de máquina: Se calibra y es el ancho final. Hay un ancho de ingreso, un ancho durante el secado (rama) y un ancho a la salida de la rama.

3.- Inclinación de la trama: Para evitar posterior revirado de la tela en prenda.

Defectos a controlar

3. Revirado: Es el giro que tiende a dar la estructura de la tela luego de ser lavada, y se da en función a la torsión del hilo y a la inclinación inicial de la tela acabada.

4. Encogimiento: Es el porcentaje que encoge la tela en función a sus dimensiones iniciales luego de ser lavada.

5. Orillos: Son los bordes de la tela, muestran las marcas de las agujas o cangrejos de sujeción.

3.2.7. Acabados por impregnación en foulard

o Suavizado

Como regla general, cada fibra tiene un valor de suavidad específico, que depende de su composición química y estructura física (menos cristalinidad- mayor suavidad). El suavizado se efectúa cuando las características de suavidad de un tejido deben ser mejoradas siempre considerando su composición y propiedades.

Es importante subrayar que no se han desarrollado ni establecido métodos estándar para determinar exactamente la suavidad de un tejido. Esta evaluación es llevada a cabo de acuerdo a la experiencia personal.

Como regla general. Los agentes suavizantes aplicados son higroscópicos o lubricantes, que facilitan el deslizamiento de la fibra dentro de la estructura del tejido, facilitando la deformación y el arrugado. Mayormente la duración de este efecto es limitada y que estos productos aplicados durante el tratamiento son

eliminados por un lavado posterior, por esta razón se deben aplicar en la etapa final del proceso. La clasificación de los suavizantes se detalla en la figura 20.

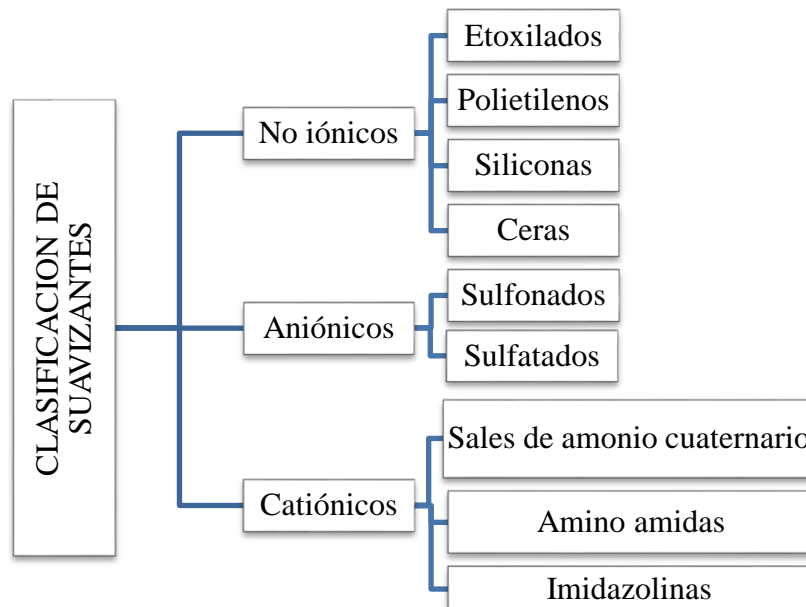


Figura 20. Clasificación de suavizantes

Fuente: Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014

a) Suavizantes no iónicos:

La mayoría de los suavizantes no iónicos por lo general reúnen todas las cualidades; pero también pueden extraer el colorante de la fibra y mermar su solidez al frote principalmente sino son debidamente seleccionados. Dentro de estos encontramos a las siliconas. Las siliconas son generalmente derivadas de polisiloxano de bajo peso molecular. Son insolubles en agua, y por lo tanto se debe aplicar sobre tejidos después de una disolución en solventes orgánicos, o en forma de dispersión. Crean una capa moderadamente resistente al agua sobre la superficie y dan una mano aterciopelada sedosa.

La razón principal para usar suavizantes siliconados es la excelente mano suave. Los efectos de mano impartidos son innegablemente mejores que con los suavizantes convencionales en una base condensada ácida grasosa.

Tipos de suavizantes siliconados

- ✓ Macroemulsiones
- ✓ Microemulsiones
- ✓ Nanoemulsiones

Macro-emulsiones

- De apariencia lechosa.
- El tamaño de las partículas es mayor de 50 nm.
- No penetran en las fibras.
- Los efectos resultantes son descritos como suavidad interna y volumen.
- Confieren mayor superficie de suavidad y nos dan la típica mano siliconada.
- Pueden causar amarillamiento en los tejidos. No se recomiendan aplicar por agotamiento.

Micro-emulsiones

- Son transparentes.
- El tamaño de sus partículas es menor a 50 nm.
- Penetran en la fibra en contraste con las macro emulsiones.
- Los efectos resultantes son descritos como suavidad interna y volumen.
- Los artículos de lana, poliamida, poliéster y sus mezclas que tienen cierta fragilidad o que son difíciles de suavizar, obtienen una excelente mano suave.
- La resistencia al amarillamiento es un criterio muy importante esto es debido a su carga.
- Se pueden aplicar por agotamiento.

b) Suavizantes aniónicos

Los sulforicnatos, son tensoactivos aniónicos producidos por condensación de ácidos grasos. Tienen buenas características como agente de suavizado y lubricación y dan al tejido un tacto lleno, son inestables en agua dura y en medios ácidos.

c) Suavizantes catiónicos

Normalmente son sales de amonio cuaternario, amino-ésteres y amino amidas, se recomiendan para todos los tipos de fibra y pueden aplicarse por agotamiento en medio ácido (pH 4-5) (Libro La Industria Textil y su Control de Calidad -2012). Estos compuestos deben su solubilidad a la presencia de un grupo amino.

Las estructuras químicas de los suavizantes catiónicos más empleados, están compuestas de amonio cuaternario con cadenas grasas, sales de amonio amidas grasas cuaternarias e imidazolinas cuaternarias. Así mismo las características de los suavizantes catiónicos que se evalúan son:

- ✓ Apariencia
- ✓ Color
- ✓ Olor
- ✓ pH
- ✓ Naturaleza iónica
- ✓ Estabilidad
- ✓ Viscosidad
- ✓ Dispersabilidad en agua
- ✓ Compatibilidad
- ✓ Espuma

Adsorción de los suavizantes catiónicos sobre el sustrato textil

Estos productos son tensoactivos y tienden a concentrarse en la interface, sea la de un sustrato o en la superficie de la solución o en las paredes del recipiente que los contiene.

Los suavizantes catiónicos deben ser debidamente seleccionados porque el enlace entre la fibra y el colorante puede ser mermado por el suavizante y algunos casos pueden atentar contra la solidez al lavado y a la luz.

Tipos de suavizantes catiónicos

1. Sales de amonio cuaternario

Son compuestos que poseen un átomo de nitrógeno unido a cuatro restos orgánicos.

- Solubles en agua.
- Mayor eficiencia a pH de 3,0 a 3,5
- Descomponen en medio alcalino.

2. Amino amidas

Son compuestos que tienen en su estructura grupos amino y amido.

- Comportamiento influenciado por el tipo de amina.
- Número de aminos aumenta la solubilidad.

3. Imidazolinas

Finalidades del suavizado

1. Mejorar el tacto final del artículo.
 2. Disminuir la fricción de los hilos con superficies metálicas, durante la confección en las máquinas de coser.
 3. Disminuir la fricción entre hilos
- Facilita la desaparición de las arrugas formadas durante el uso de las prendas.
 - Ayuda en la elasticidad de la tela.

Los suavizantes se usan de acuerdo a las propiedades que necesitamos de los artículos, algunos de ellos son: para lubricar, prevenir la formación de quebraduras, facilitar la costura, acabado inarrugable, como antiestático, absorción de agua (hidrofilidad), durabilidad.

Acciones de los suavizantes sobre los textiles

Propiedades textiles

- a) Tacto del tejido

b) Volumen

Propiedades mecánicas

- a) Resistencia a la abrasión
- b) Resistencia a la rotura

Propiedades funcionales de los tejidos

- a) Recuperación al arrugado
- b) Propiedades de re humectación
- c) Protección a la carga estática
- d) Propensión al ensuciamiento
- e) Efecto de antifricción al ser cosido el tejido a máquina.
- f) Influencia entre los aprestos ignífugos de los tejidos.

3.2.7.1. Otros acabados

1. Resinado

Las fibras de celulosa y sobre todo el algodón son todavía la clase más importante de fibras, debido a sus numerosas ventajas. Una de sus desventajas principales, el arrugamiento después del lavado es vencida por una clase muy importante.

La descripción más técnicamente correcta sería 'la anti hinchazón celulósica' o 'reticulación celulósica'. Los términos 'de fácil cuidado' y 'planchado durable' son usados preferentemente.

El método más común de aplicación para acabados de prenda de fácil cuidado y duraderos es un procedimiento de curado Pad Dry. En este proceso, el reactante de reticulación, el catalizador, el suavizador, y otros componentes son secados sobre la tela antes de la reacción de reticulación que ocurre durante el paso de curación.

2. Siliconado

Los compuestos de silicona merecen una atención especial. Además de ser usadas en acabados repelentes al agua, los productos a base de siliconas se usan como suavizantes y lubricantes. Estos compuestos confieren alta lubricidad a las fibras

debido a su baja energía de superficie, por lo que confieren un tacto especial seco (no grasoso). Su empleo está limitado al costo relativamente alto de estos productos. Especial cuidado se debe tomar en la emulsificación de estos productos para cortar la precipitación y manchas.

3. Wicking

En algunos tejidos, es deseable la transmisión de la humedad, esta propiedad permite que la humedad y el calor del cuerpo escapen fácilmente. El acabado también juega un rol importante en la comodidad del tejido. El valor de escurrimiento de la tela debe ser adecuado al rápido transporte de la humedad fuera del cuerpo. (Véase la figura 21).

Desafortunadamente la mayoría de los suavizantes usados en el acabado dan pocas propiedades de escurrimiento a la tela. Entonces, se debe seleccionar suavizantes hidrofílicos, aunque estos productos generalmente no dan un tacto suave.

Utilizados en artículos constituidos por microfibras de poliamidas y poliéster, con alta capacidad de transportar la humedad de la piel hacia la superficie de la prenda para una rápida evaporación, con alta suavidad, la que tiene que permanecer solida a los lavados continuos.

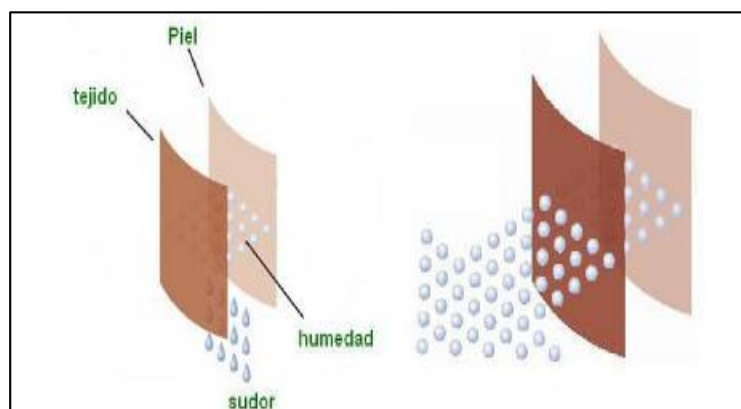


Figura 21. Acabado Wicking

Fuente: La Industria Textil y su control de Calidad. VI Ennoblecimiento Textil-Fidel E.Lockúan

Funciones:

- Regular la temperatura corporal, mejorando la sensación de confort.
- Control del aumento del peso.
- Reducción de los efectos perjudiciales para la piel.

Factores que influyen en el transporte de la humedad

- Peso por metro cuadrado y grosor del tejido.
- Finura, sección y naturaleza química de la fibra.
- Las Estructura del tejido, plano o punto.

4. Acabado para la facilidad de costura

Las exigencias textiles de hoy en día fijan altas exigencias a los materiales a elaborar, debiendo entre otras, dejarse coser en máquinas industriales de cosido de alta velocidad.

Entre aguja de coser y fibra, así como entre los hilos individualmente, se producen en el cosido industrial fuertes efectos de fricción que provocan modificaciones térmicas o mecánicas de los hilos. Esto tiene consecuencias desfavorables especialmente en géneros de punto, porque con el ensanchamiento de agujero de perforación producido por la aguja se debe tomar reserva de hilo de la malla vecina, lo que luego lleva, a la formación de mallas desprendidas.

Un peligro también es la misma aguja de cosido, así esta se calienta excesivamente debido a altas fuerzas de fricción y ocasiona, en caso de fibra sintética, daños por fusión. Los productos para facilitar el cosido reducen la fuerza de penetración de la aguja, el calentamiento de aguja y la fricción hilo/metal e hilo/hilo. Para esta finalidad se usan agentes de lisura (Diapositivas – Clases Procesados III UNI 2014).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO

A continuación, se desarrolla la metodología descrita en el capítulo III, para la mejora de procesos en acabado de telas mediante la impregnación de productos con el foulard, para uniformizar la calidad del acabado sobre todo el tejido.

Este capítulo recoge los datos del proyecto de control de procesos del área de acabados de telas de la empresa Texfina S.A, en la cual se llevó a cabo toda la parte experimental de la tesis como parte de las mejoras en sus procesos.

Se desarrolla un análisis de línea de base del proceso, así como la descripción general de los procesos posteriores al teñido que se realizan en el área de acabados de telas de la empresa Texfina S.A.

Se verán los factores que afectan a las variables de salida, como el pH de extracción y la cantidad de producto arrastrado.

También se clasifican y analizan los acabados de telas de acuerdo al objetivo de la tesis, es decir de acuerdo a la forma de impregnar sobre seco o sobre húmedo, de acuerdo a la forma de trabajo actual de la empresa.

Este análisis de los tipos de formas de acabado en foulard estudia la capacidad y estabilidad de los procesos de acuerdo a estándares de calidad que permitan asegurar una calidad uniforme sobre el tejido de acuerdo a las variables ya mencionadas. También se hizo necesario estudiar el nivel de estandarización en la forma de trabajo de los involucrados, así como fijar la responsabilidad de acuerdo al estudio de línea de base de cada uno de ellos.

Para la mejora del proceso y el éxito de los objetivos propuestos, es necesario adicionalmente al uso de las mejoras técnicas, establecer un sistema de control de proceso, y sus involucrados.

4.1. Indicadores e índices

La importancia de los índices e indicadores es fundamental para conocer el grado de éxito del proyecto debido a que estas ratios son la forma cuantitativa de medir el cumplimiento de los objetivos descritos en el punto 1.3.

Como ya se han descrito en los problemas de artículos cuya composición es de algodón o sus mezclas que hayan tenido un pre tratamiento de antipilling, se conoce que presentan una falta de homogeneidad en el acabado, y en tejidos sintéticos de poliéster con elastano se tiene el problema de la no conformidad en el pH de extracción.

A continuación, se definen los indicadores y lo que se espera lograr con las mejoras de los procesos.

✓ Porcentaje de partidas con calidad uniforme (%P. C. U)

Definimos este indicador como el porcentaje de partidas con acabado uniforme, se deberá de hacer una diferenciación en artículos de algodón, poliéster y mezclas de poliéster con algodón debido a que cada uno de ellos tiene procesos diferentes de acuerdo al acabado.

$$\%P. C. U = \frac{\textit{Partidas con calidad uniforme}}{\textit{Total de partidas}} * 100\%$$

El objetivo de medir este indicador es el de controlar y asegurar que se entregan partidas con un acabado uniforme. La calificación cualitativa de la uniformidad del acabado lo hace el área de control de calidad.

✓ Índice de capacidad real y estabilidad del proceso

El atributo requerido denominado uniformidad del acabado es calificado en forma cualitativa por el área de control de calidad, debido a la falta de instrumentación para poderla medir directamente, sin embargo, es necesario cuantificar este atributo a través de la variable de salida denominada cantidad de producto arrastrado por unidad de masa del tejido, debido a que la homogeneidad presente en el tejido dependerá de cuanto producto de acabado esté presente en cada parte del mismo. Este parámetro se calcula del producto del pick up del tejido con la concentración

de la solución (véase en el punto 3.2.6.2) y se debe medir en distintas partes a lo largo del tejido.

La segunda variable de salida a estudiar es el pH de extracción cuyo método de medición está en el anexo 3.

A partir de estas dos variables medidas se obtendrán sus índices de capacidad y estabilidad sobre especificaciones que para el caso del pH de extracción está dada en la norma técnica AATCC81-2012. En el caso de la variable de la cantidad de producto arrastrado, la especificación utilizada es dada a partir de los resultados cualitativos del tejido en control de calidad.

Los valores de la situación inicial de los índices de capacidad y estabilidad de un proceso son de gran importancia debido a que permiten planificar una estrategia para mejorar el proceso (Véase el capítulo III).

El éxito de medir estos índices tiene como primer objetivo el de consolidar el proceso como capaz al alcanzar un C_p mayor o igual 1,33 (Véase el punto 3.1.3), de acuerdo a las especificaciones del pH de extracción y de la cantidad de producto arrastrado y mantener unos resultados estables asegurando que se ha controlado la variabilidad en el proceso.

En los posteriores puntos se describen a más detalle los procesos del área de acabados, las variables que intervienen en los defectos, la medición del indicador y los índices para pasar a la planificación, diseño e implantación de un método mejorado.

4.2. Estudio de línea de base de la situación inicial en el área de acabados

Este estudio de línea de base describe a los procesos en el área de acabados de acuerdo a las observaciones de la situación inicial encontrada, haciendo énfasis en los procesos realizados en el foulard de la rama tensora N°2 debido a que es allí donde se realizarán las mejoras.

El estudio de línea de base se da mediante un diagrama de bloques, en el cual se representa una operación del proceso.

4.2.1. Descripción de procesos en el área de acabados

A continuación, se describen los procesos posteriores al teñido del área de acabados:

4.2.1.1. Procesos previos al acabado en rama

i. Centrifugado

En el centrifugado el tejido pierde buena parte del agua que absorbe durante el teñido. Dentro de la centrifuga (Figura 22) el tejido gira, forzado por el motor y la polea, al mismo tiempo el agua dentro del tejido es expulsada en línea recta, debido a la fuerza centrífuga, hasta las paredes de la máquina por las que es eliminada, a través de unos orificios. El tejido se va separando del agua y se va secando.

Los tejidos de composición de algodón, después del teñido salen con una cantidad de agua en promedio de un 250% a 300% en peso adicional de agua absorbido con respecto al peso de la tela, y los tejidos sintéticos de poliéster con un peso adicional de agua de 100% su peso en agua.

Posterior al centrifugado los tejidos de algodón salen en promedio con un 40 a 50% de peso adicional en agua, y los tejidos sintéticos de poliéster con un 30 a 40% de peso adicional en agua.



Figura 22. Centrifugadora

Fuente: Texfina

En Texfina los tiempos de rotación de las centrifugadoras en promedio son de 1 a 2 minutos por lotes de tela de 120 Kg.

ii. Abertura de tela

En la Abridora de tela (Figura 23), el tejido pasa por una sierra circular (Figura 24) que corta, abre el tejido, y posteriormente se pliega el tejido para los siguientes procesos.



Figura 23. Abridora Corino

Fuente: Texfina



Figura 24. Sierra Circular

Fuente: Texfina

iii. Lavado en foulard

El lavado en foulard es un proceso necesario cuando se realiza el antipilling. El antipilling o biopulido se realiza como proceso previo al teñido para eliminar las fibras superficiales del tejido en forma de pelusa, y tras la aplicación de la enzima sobre el tejido quedan remanentes de las pelusas superficiales adheridas a la parte superficial del tejido, para poder eliminar estos residuos se realiza el lavado en foulard.

La mayoría de los artículos con composición de algodón y sus mezclas se les realiza el tratamiento de antipilling, previo al teñido, con lo cual el alcance del lavado en foulard es para casi todos los artículos que tienen en su composición en forma parcial o total algodón.

Este proceso consiste en hacer pasar el tejido a través de una tina con agua e inmediatamente realizar sobre él un esfuerzo cortante con un chorro de agua (Figura 25); el chorro de agua, que sale a través de unas pequeñas toberas, es el que elimina los residuos de pelusa, y posterior a esto el tejido es exprimido en un par de rodillos de foulard para eliminar en forma gradual el agua en el textil.



Figura 25. Chorro de agua saliente de toberas

Fuente: Texfina

A la salida de este proceso los tejidos salen con un porcentaje de pick up (Figura 26) entre 80 a 110 %.

Este es un problema debido a que este excedente de agua en el tejido posteriormente incrementa la cantidad de agua en la solución de acabado, diluyendo la concentración de los productos de acabado, adicionalmente el tejido se encuentra más saturado y se dificulta su correcta impregnación.

No es posible mitigar el problema del agua residual en el textil incrementando la presión en los rodillos, debido a que se trabaja a la presión máxima de los rodillos, que a su vez se encuentran desgastados.

Con respecto al nivel de control del proceso, en la situación inicial no se tiene especificaciones sobre las variables de entrada siendo estas el caudal del chorro de agua, la presión de los rodillos, la cantidad de agua en la tina del foulard, la velocidad de los rodillos, método de trabajo, y adicionalmente no se cuenta con un operador responsable.



Figura 26. Lavado en foulard

Fuente: Texfina

4.2.1.2. Acabados en rama

Estas observaciones se realizaron sobre la rama N°2, y al mencionar la rama se hace referencia a la composición del foulard, la zona de alimentación, los campos de secado, la descarga de tejido. A continuación, se realiza una descripción de estas partes:

- Foulard

El foulard utilizado es de la marca CORINO del año 2001, los rodillos de impregnación son de jebe, teniendo un sistema neumático para transmitir la presión a los rodillos. Para la impregnación cuenta con una tina de foulard de capacidad de 200 litros. Para controlar el centrado de la tela, la presión de rodillos y la descarga de solución a la tina, en la parte izquierda del foulard se tiene un panel de control para estos parámetros (Figura 27).



Figura 27. Vista frontal de foulard CORINO

Fuente: Texfina

En la figura 28, se presentan las operaciones en el foulard de impregnado en la batea, y el exprimido a través de los rodillos del foulard.

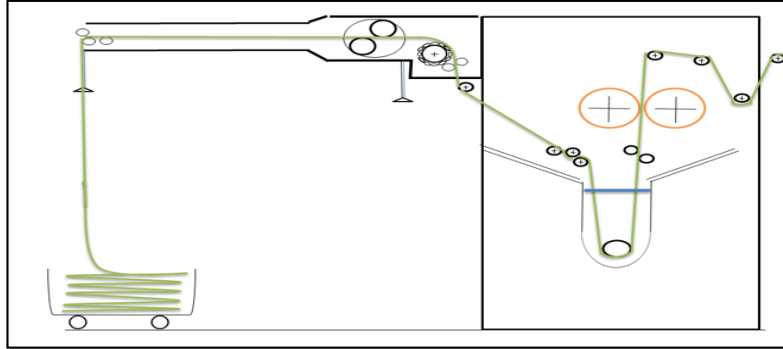


Figura 28. Vista cinemática del foulardado en la rama N°2

Fuente: Elaboración propia

Para poder preparar el baño de acabado en las ollas, previamente el ayudante de rama mide las cantidades en forma volumétrica traspasando con una jarra de dos litros, de los bidones que contienen los insumos en el Área de cocina hacia otros recipientes, que serán llevados al Área de preparación donde se encuentran las ollas (Figura 29).



Figura 29. Ollas para el preparado del baño de acabado

Fuente: Texfina

En esta área se encuentran tres ollas cada una interconectada a una rama a través de tuberías. Se preparan los baños mezclando los insumos miscibles entre sí con agua a una relación de baño 1:1 con respecto a la cantidad de tejido.

Los insumos se mezclan mediante agitación (Figura 30). A su vez las ollas cuentan con serpentines por los cuales circula vapor que transfieren calor al baño aumentando su temperatura en caso se necesite. Posterior a esto se descarga el baño, el tejido es impregnado y exprimido.



Figura 30. Interior de la olla de preparación

Fuente: Texfina

- Zona de alimentación

La zona de alimentación está compuesta por la zona de control y la zona transportadora hacia los campos de secado (Figura 31).



Figura 31. Zona de alimentación

Fuente: Texfina

En la zona de control se regulan los parámetros de temperatura, velocidad, alimentación de rodillos centradores, cepillos y cadenas, así mismo en esta zona hay dos pantallas en el lado izquierdo y derecho.

En una situación inicial en el panel izquierdo solo se puede regular la temperatura (Figura 32); debido a que se encuentra en un estado defectuoso, el panel derecho (Figura 33) fue implementado posteriormente debido a las falencias del panel izquierdo y desde este se regulan tanto las velocidades como las alimentaciones desde la zona de alimentación hasta los campos de secado.



Figura 32. Pantalla de panel de control- Panel izquierdo

Fuente: Texfina



Figura 33. Pantalla de panel de control – Panel derecho

Fuente: Texfina

La zona de alimentación es de la marca Krantz del año 2001, este cuenta con unos rodillos centradores (Véase la figura 31) en la entrada de la zona, estos rodillos son los actuadores de un sistema de control de centrado de tela, para esto en los bordes de la zona de alimentación hay dos sensores que señalan el centrado del tejido. Adicionalmente se tienen dos rodillos con cepillos que guían el ingreso del tejido a la zona de alimentación. El tejido está enganchado a través de unas agujas en sus bordes u orillos, a su vez se cuenta con unos rodillos engomadores, esto es opcional de acuerdo al requerimiento del cliente. Adicionalmente previa a la entrada a los campos de secado, se puede hacer un vaporizado que generalmente se utiliza para mitigar rastros de quebraduras, pliegues o arrugas que se dieron en procesos anteriores.

- Campos de secado

Los campos de secado son de la marca Krantz del año 2001. A través de un sistema conformado por quemadores de aceite, pueden elevar la temperatura hasta 220 °C, están conformados por seis cámaras o campos de 3 metros de ancho cada una, a su vez mediante estos quemadores se eleva la temperatura de las cámaras a través de unos ductos que llevan aire caliente a las chimeneas que se encuentran en la parte inferior de la zona que transporta el tejido. En la figura 34 se observa los campos de secado de la rama N°2 de Texfina.



Figura 34. Campos de secado

Fuente: Texfina

A la salida de la última cámara se encuentra un campo de enfriamiento adicional, en este campo circula aire húmedo con dos finalidades: el primero, es enfriar el tejido, esto permite una aclimatación más rápida, el segundo es que el tejido absorba humedad y recupere peso para hacer más verídico el control de gramaje.

- Zona de descarga

En esta zona se realizan las operaciones de despunzonado, opcionalmente se realiza el corte de orillos del tejido, y realiza el plegado de tejido, o como alternativa su enrollado de acuerdo al requerimiento del cliente, y a las condiciones a las que necesite estar el tejido. Para aquellos tejidos que necesitan estar más relajados, sin tensiones; es mejor el plegado, para esto se tiene un brazo mecánico pendular, que oscila y permite que la tela se deposite en pliegues, sin embargo, este ocupará más espacio a la hora de transportarlo. En caso de ser enrollado, cada rollo de tela es de aproximadamente 20 kg.

En la figura 35 se observa la zona de descarga, con el brazo pendular, el cual permite el plegado del tejido.



Figura 35. Zona de descarga

Fuente: Texfina

4.2.1.3. Clasificación de tipos de acabados

Dentro del estudio, los acabados por impregnación realizados en la rama son diversos. Podemos mencionar al acabado Easy Care con resinas, el Suavizado con siliconas, el Acabado Wicking, Acabado para mejorar la lubricación de costura, para lo cual cada uno de estos tiene un diseño previo para el desarrollo de las condiciones, desde la receta con el cual se va a acabar, hasta los parámetros de la máquina con los cuales va a ser acabado el tejido. Sin embargo cada tipo de acabado tendrá variaciones adicionales en su diseño, tanto en la receta donde se especifica las concentraciones de los productos y en los parámetros de máquina que dependerán esencialmente de las características del tejido.

Debido a estas variaciones para un mejor estudio es necesaria una clasificación de los artículos de tejidos de acuerdo al tipo de acabados que se realiza en Texfina, considerando los siguientes puntos:

- Tipo de acabado
- Composición del tejido
- Condiciones previas del tejido antes de ser acabado (impregnación sobre tejidos húmedos o sobre secos)

De acuerdo a estas tres características se pueden clasificar los acabados en:

Ruta 1: Acabados en seco sobre húmedo para resinados.

Ruta 2: Acabados en húmedos sobre húmedo para tejidos sintéticos.

Ruta 3: Acabados en húmedo sobre húmedo en tejidos con algodón o sus mezclas con sintéticos.

Esta clasificación se hace solo con fines de poder diferenciar los controles que se hacen en los acabados de telas en la empresa Texfina y facilitar el estudio de los mismos.

A. Descripción de las rutas de mejora

a. Ruta 1: Acabados en seco sobre húmedo para resinados

Esta ruta estudia a los acabados en resinado sobre fibras celulósicas, específicamente a la denominación “Easy Care” o de “cuidado fácil”, debido a que mejora la estabilidad dimensional de los tejidos con fibra celulósica que tienden a arrugarse.

La diferencia de este acabado es que se necesita de un secado previo del tejido, en la figura 36 se muestra el diagrama de bloque de la ruta 1, por lo que el tejido ingresa seco al resinado, facilitando que sea homogéneo la impregnación del tejido y la cantidad de producto que arrastra, esto se muestra en los posteriores análisis.

- Secado en rama

Proceso previo al resinado, debido a que se necesita que los tejidos ingresen secos. Los artículos que son secados solo son de algodón que previamente se les realizó antipilling, estos acabados de resinado son conocidos como Easy Care. Las condiciones a las cuales el tejido es secado son de 130°C a 140°C con un tiempo de residencia de un minuto dentro de las ramas, previamente siendo impregnado solamente con agua en la tina del foulard.

- Resinado para el cuidado fácil

Se realiza a artículos de 100% algodón. El tejido ingresa seco y la receta con la cual se resina se encuentra en los rangos descritos en el cuadro 6.

Cuadro 6. Rangos de concentraciones de productos en resinados.

Cantidad (g/L)	Producto	Descripción
40,0 – 80,0	Arkofix NDF L.conc.	Resina
10,0 – 20,0	Cataliz NKB liq	Catalizador
80,0 – 150,0	Ceranina NC	Suavizante
30,0 – 50,0	Solusoft UP. Conc	Silicona
15,0 – 50,0	Ukosil CTS	Lubricante de costura
0,5 – 1,0	Ácido Acético	Medio ácido

Fuente: *Texfina*.

El exprimido se realiza a una presión de 3 bares y el tejido después del exprimido tiene entre 60 a 80% de pick up, sin embargo, no se hacen controles de este parámetro. La temperatura de resinado es de 180°C por un tiempo de residencia de un minuto.

En el tejido resinado se evalúa la resistencia utilizando la norma ASTM D5034 (Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Rotura y Alargamiento de Tejidos Textiles). (Ver el anexo 2). También se evalúa antes del resinado para medir la pérdida de la resistencia de acuerdo al manual del cliente.

Ruta 1: Acabado en seco sobre húmedo para resinados

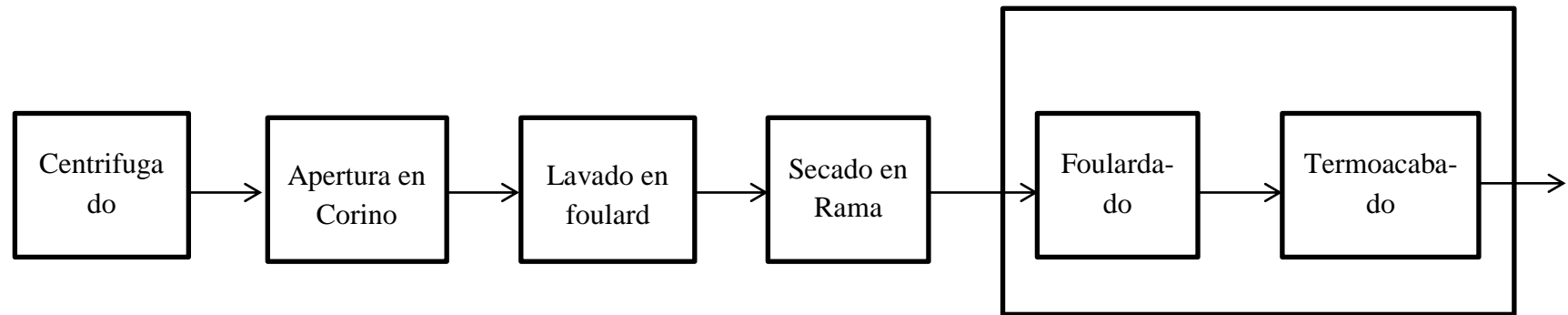


Figura 36. Diagrama de bloque de la Ruta 1

Fuente: Elaboración propia

b. Ruta 2: Acabados en húmedo sobre húmedo para tejidos sintéticos.

Los artículos que pertenecen son de composición poliéster y poliéster con elastano en tejido de punto. Este tipo de artículos en el área de acabados es centrifugado, posteriormente pasa por la sierra circular, abridora de telas, y es acabada en el foulard. (Véase figuras 23, 24 y 27).

El tipo de acabado por impregnación en el foulard que se realizan en esta ruta, es el acabado Wicking, que mejora la facilidad de transporte de humedad en el tejido, que al consumidor final le da más confort porque le permite el transporte del sudor. A continuación, se presenta la receta general utilizada en estas rutas.

- Wicking

Cuadro 7. Rangos de concentraciones de acabados Wicking.

Cantidad (g/L)	Producto	Descripción
15 – 30	Rucofin SIQ	Silicona
0,5 – 1,0	Ácido Acético	Medio ácido

Fuente: Texfina.

Los parámetros a los cuales se realiza en la rama este acabado son los mismos que la lubricación de costura y el suavizado con siliconado. Es decir, en una situación inicial la presión utilizada es de 3 bares, a una velocidad de 15 m/min.

Entre los cuidados que se tiene sobre estos tejidos es el de no formar quebraduras a la hora de que pasen por el foulard, esto dependerá también del gramaje del tejido, siendo los tejidos más livianos los más fáciles de quebrar.

Dentro de esta ruta se encuentran los artículos Rib pique Lycrados que por indicaciones del cliente deben de cumplir la norma AATCC 81- 2012 (Anexo 3). Para el control del pH de extracción en tejidos sintéticos, se abordará el problema de las no conformidades de este parámetro, (Véase el punto 4.2.2). En la figura 37 se muestra el diagrama en bloque de la ruta 2.

Ruta 2: Acabado en húmedo sobre húmedo para tejidos sintéticos.

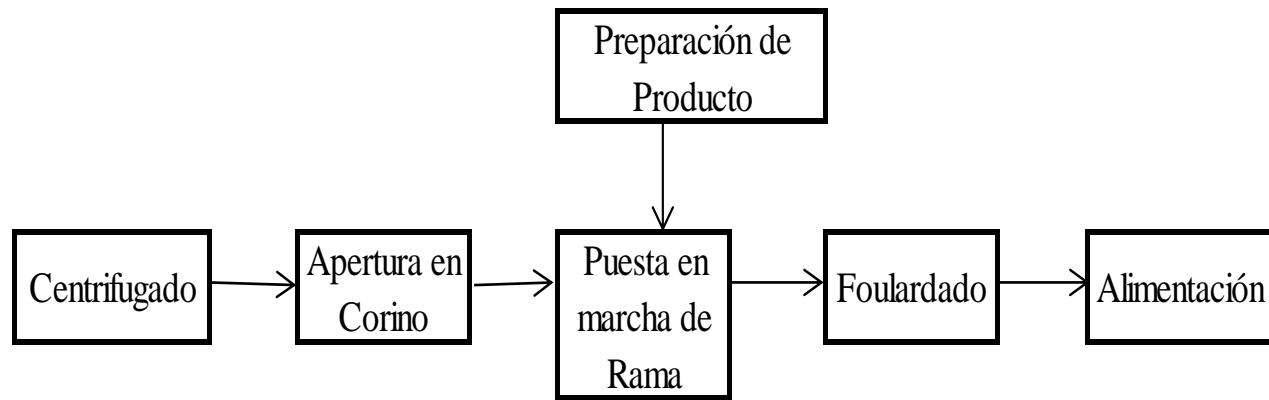


Figura 37. Diagrama de bloque de la Ruta 2

Fuente: Elaboración propia

c. Ruta 3: Acabados en húmedo sobre húmedo en tejidos con algodón o sus mezclas con sintéticos.

- Suavizado y siliconado

El suavizado y siliconado en Texfina se realiza a artículos de algodón o mezclas.

El foulardado se realiza con un pick up de entrada del tejido de 80 a 100% debido al proceso de lavado en foulard. Esto origina que al ingresar el tejido con un alto porcentaje en peso de agua, el baño donde este tejido será impregnado, en el tiempo perderá concentración y se produce lo que se ya se ha descrito como defecto cabezocola, donde los primeros rollos que sean impregnados serán más suaves y los posteriores debido a que pasan por una mezcla más diluida tendrán una suavidad menor presentándose más ásperas.

Este mismo defecto se replica no solo en la suavidad de los tejidos, sino en las demás características del tejido que se quieran ennoblecer con la receta en distintos acabados, sin embargo, esta tesis presenta alternativas para mitigar este defecto.

La receta por la que será impregnado el tejido está compuesta por la mezcla de un suavizante, silicona, lubricante de costura y ácido acético, y las cantidades están en los rangos descritos en el cuadro 8.

Cuadro 8. Rangos de concentraciones de productos en acabado suavizado y siliconado.

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

Fuente: Texfina

Posteriormente los tejidos son exprimidos por el par de rodillos del foulard a presiones entre 2,5 a 3,5 bares en la rama N°2 donde se hizo todo el estudio, saliendo el tejido con un pick up de 70 a 85% de pick up.

Debido a esto la diferencia de pick up entre la entrada y la salida del foulardado es siempre menor o igual a 5%, es decir que el tejido arrastra poco o nada de la mezcla de suavizantes y siliconas.

Se podría decir que una solución inmediata sería disminuir la presión hasta que la diferencia de pick up nos permita asegurar que se está arrastrando una mayor cantidad de la mezcla de suavizantes y siliconas. Sin embargo, para este escenario los tejidos ingresarían demasiado húmedos haciendo que con las condiciones dadas el tejido no se seque en los campos de la rama debido al exceso de agua que el tejido arrastraría por tan poca presión en el exprimido.

Las condiciones a las que pasa por los campos de la rama son de una temperatura entre 130 a 140°C por un minuto a un minuto y medio de tiempo de residencia.

Se establecerán propuestas a lo largo de la tesis que permitan mantener constante la concentración del baño, mejorar la diferencia de pick up y así mantener más uniforme las características de acabado en el tejido.

- Acabado para mejorar la lubricación de la costura

Este acabado se realiza sobre artículos con composición de algodón y sus mezclas con sintéticos (poliéster, elastano).

Las condiciones con las cuales el tejido ingresa a ser foulardado son las mismas que en el suavizado y siliconado, es decir ingresa húmeda. La receta utilizada es la que se menciona a continuación:

Cuadro 9. Rangos de concentraciones de mejoras de lubricación de costura

Cantidad (g/L)	Producto	Descripción
15 – 50	Ukosil CTS	Lubricante de costura
0,5 – 1,0	Ácido Acético	Medio ácido

Fuente: Texfina.

El exprimido se realiza a una presión de entre 2,5 a 3 bares y el tejido después del exprimido tiene entre 70 a 85% de pick up, sin embargo no se hacen controles de este parámetro.

La temperatura a la cual es secado el tejido varía entre 130 a 140°C por un tiempo de residencia de un minuto a un minuto y medio.

En la figura 38, se muestra el diagrama en bloque de la ruta 3.

Ruta 3: Acabado en húmedo sobre húmedo en tejidos de algodón o sus mezclas con sintéticos.

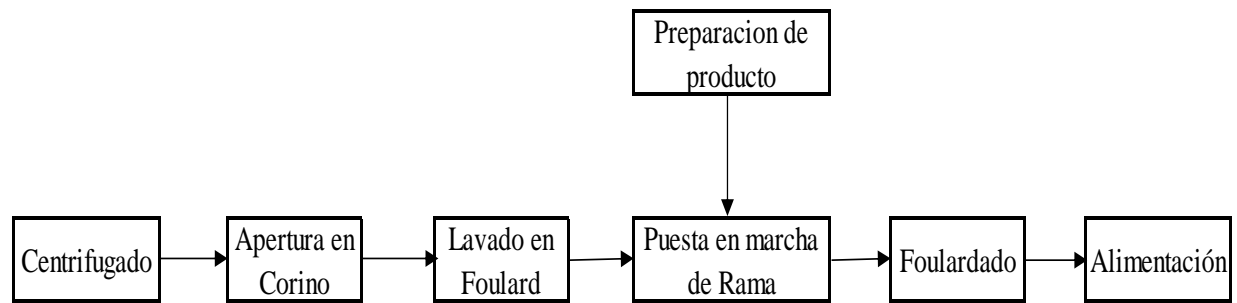


Figura 38. Diagrama de bloque de la Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Análisis de la situación inicial del proceso

Tras haber abordado en líneas generales la forma de procesar a los tejidos de acuerdo al tipo de sistema de impregnación, se realiza un estudio minucioso del nivel de control inicial de los procesos. Este se realiza a través del análisis de la criticidad de los procesos evaluando los métodos de trabajo en las operaciones, los controles, mediciones y formas de medición usadas, la capacidad actual de la mano de obra, el estado actual de la maquinaria, el medio donde se realizan los procesos, los insumos y materiales utilizados. En breve se observa el análisis de esta situación en la figura 39.

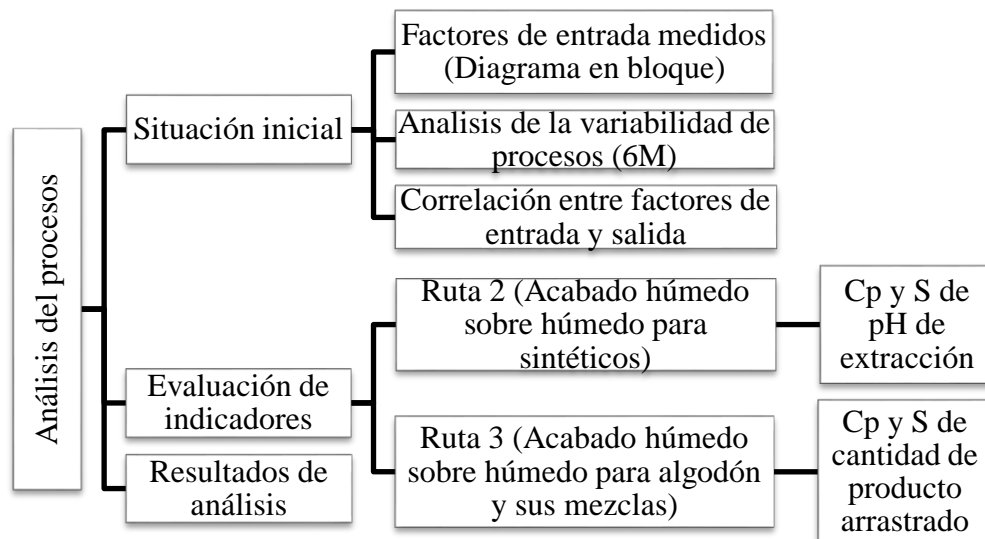


Figura 39. Diagrama del análisis del proceso

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1. Situación inicial del control de proceso en acabados

- Factores de entrada medidos

En la ruta 1 posterior al lavado en foulard se realiza el secado, siendo las operaciones las mismas que se realizan para el acabado, puesto que se realiza en la misma máquina, así mismo los ejecutores y los responsables también son los mismos.

En la figura 40, están disgregadas las variables controladas actualmente en cada proceso de acabados, adicionalmente se mencionan quienes son los ejecutores y responsables de las operaciones.

Al realizar el acabado en rama un operador ejecuta las labores de acondicionar la rama, y al mismo tiempo otro operario denominado ayudante de rama es el encargado de llevar el vale de acabados para el respectivo despacho de los insumos que se indican para el baño.

El control de la variabilidad de los procesos en acabados se resume en el cuadro 10. En este cuadro se describe el proceso para el método de acabado que se realiza para cada uno de las 6M, aplicadas en la tesis.

Donde se observa, la falta de estandarización en los pasos a seguir por los operarios y ayudantes que la realizan.

DIAGRAMA EN BLOQUES DEL CONTROL DE LOS PROCESOS (LÍNEA DE BASE) PARA EL ÁREA DE ACABADOS

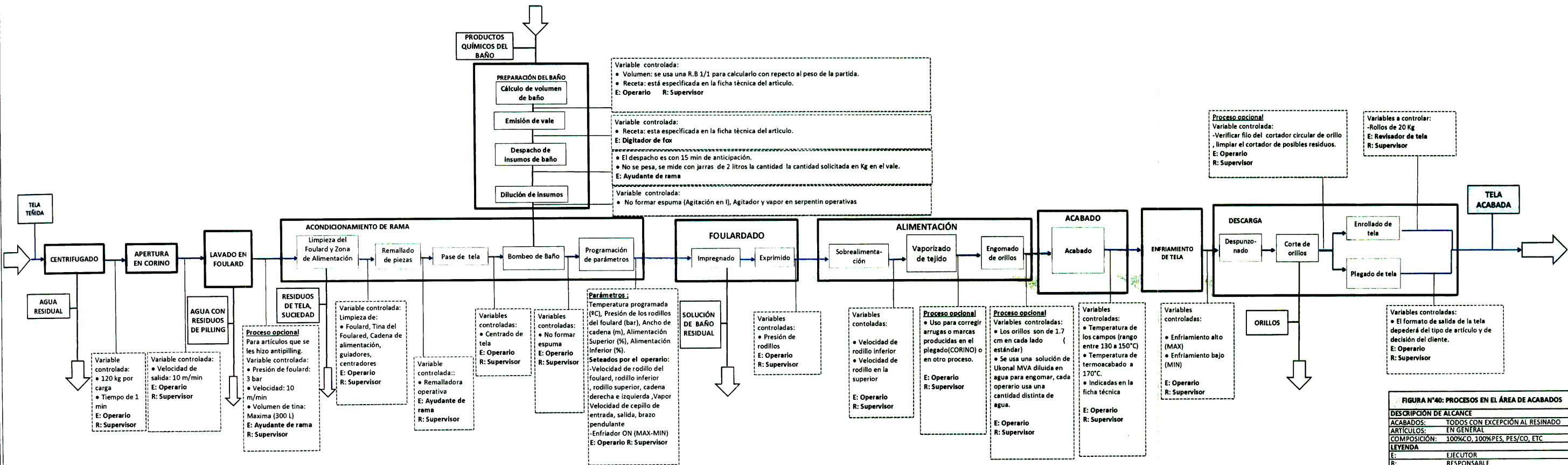


FIGURA N°40: PROCESOS EN EL ÁREA DE ACABADOS

DESCRIPCIÓN DE ALCANCE	
ACABADOS:	TODOS CON EXCEPCIÓN AL RESINADO
ARTÍCULOS:	EN GENERAL
COMPOSICIÓN:	100%CO, 100%PES, PES/CO, ETC
LEYENDA	
E:	EJECUTOR
R:	RESPONSABLE

Cuadro 10 a. Análisis del suavizado y siliconado de la situación actual de trabajo con el método de 6M.

Variable	Control
Mano de obra	<p>Son dos operarios por cada rama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El primero denominado ayudante de rama cuyas actividades son: Preparación el baño, control de la entrada del tejido a la tina y su pase por los foulares, purgado del baño cada cierto número de rollos (esto no está estandarizado), limpieza de rodillos de entrada, foulares y tina. <p>El operario hace un autoservicio de pesado de insumos debido a que en el área de cocina no hay alguien responsable de esta actividad, este a su vez hace solo un cálculo volumétrico y no gravimétrico de la cantidad de baño a usarse por no contar con una balanza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El operario de la rama coloca los parámetros en el panel de control de la rama, velocidad, % de alimentación de los dispositivos, ancho de cadena, temperatura de campos.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • No hay balanza. • No hay regleta de nivel en la olla de preparación.
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Los insumos están expuestos a rayos solares • Los recipientes donde se colocan los productos químicos están generalmente sucios. • No se utilizan medidas de protección personal por parte de los operarios (guantes, mascarillas, lentes)
Método	<p><u>Procedimientos utilizados:</u></p> <p>No hay métodos para las actividades de pesado de insumos y de dilución de insumos.</p> <p>Lo que permite que cada operario realice estas actividades a libre albedrio.</p>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10 b. Análisis del suavizado y siliconado de la situación actual de trabajo con método el de 6M.

Método	<p><u>Métodos para pesar insumos:</u></p> <p>Los insumos no son pesados, para cuantificarlos se utiliza una jarra de 2 L que no ha sido cubicada exactamente, y suponen que la densidad de todos los insumos es de 1 L/kg.</p>
	<p><u>Métodos para cálculos de volumen del baño:</u></p> <p>La forma de calcular la cantidad de baño para impregnar los tejidos es utilizando una relación de baño 1:1 con el peso del tejido.</p> <p>Volumen de baño(L) = R.B (1:1) * Peso de Tejido (kg)</p> <p>Este volumen abastece al volumen inicial de la tina que generalmente es de unos 200 L aunque adicionalmente el volumen abastece a los purgados</p>
Maquinaria	<p><u>Pesado de insumos:</u></p> <p>No tienen balanza para el pesado de insumos para acabados</p>
	<p><u>Olla de preparación:</u></p> <p>Se tienen ollas de acero inoxidable, estas ollas no tienen algún instrumento o regleta de nivel que permita indicar el volumen de preparación a los operarios.</p>
	<p>Se utiliza un foulard de doble cilindro marca CORINO del año 2000. La zona de alimentación y los campos de la rama son de la marca KRANTZ también del año 2001.</p>
Medición	<p>No se pesan los insumos del baño de acabados</p> <p>No hay un control preciso de la cantidad de volumen a preparar en las ollas.</p> <p>No se controla el pick up de entrada y salida en el foulardado.</p> <p>Falta de control de la cantidad de producto arrastrado por el tejido</p> <p>El pH de extracción es medido en los rollos finales de cada lote.</p>

Fuente: Elaboración propia

- Correlación entre los factores de acabados de entrada y salida

Los factores de interés como ya se han mencionado son la cantidad de producto arrastrado en el tejido, y el pH de extracción, sin embargo, estos se encuentran dependientes de variables de entrada y otros posibles factores de ruido.

Todos aquellos factores que tengan incidencia sobre los factores de interés los denominaremos factores controlables o variables de entrada. En la figura 41 se describe la dependencia de la cantidad de producto arrastrado con respecto al pick up del tejido, a la concentración del baño, y al volumen total de preparación.

En la figura 42 se observa el factor controlable, no controlable y mal controlable en la variable de salida pH de extracción.

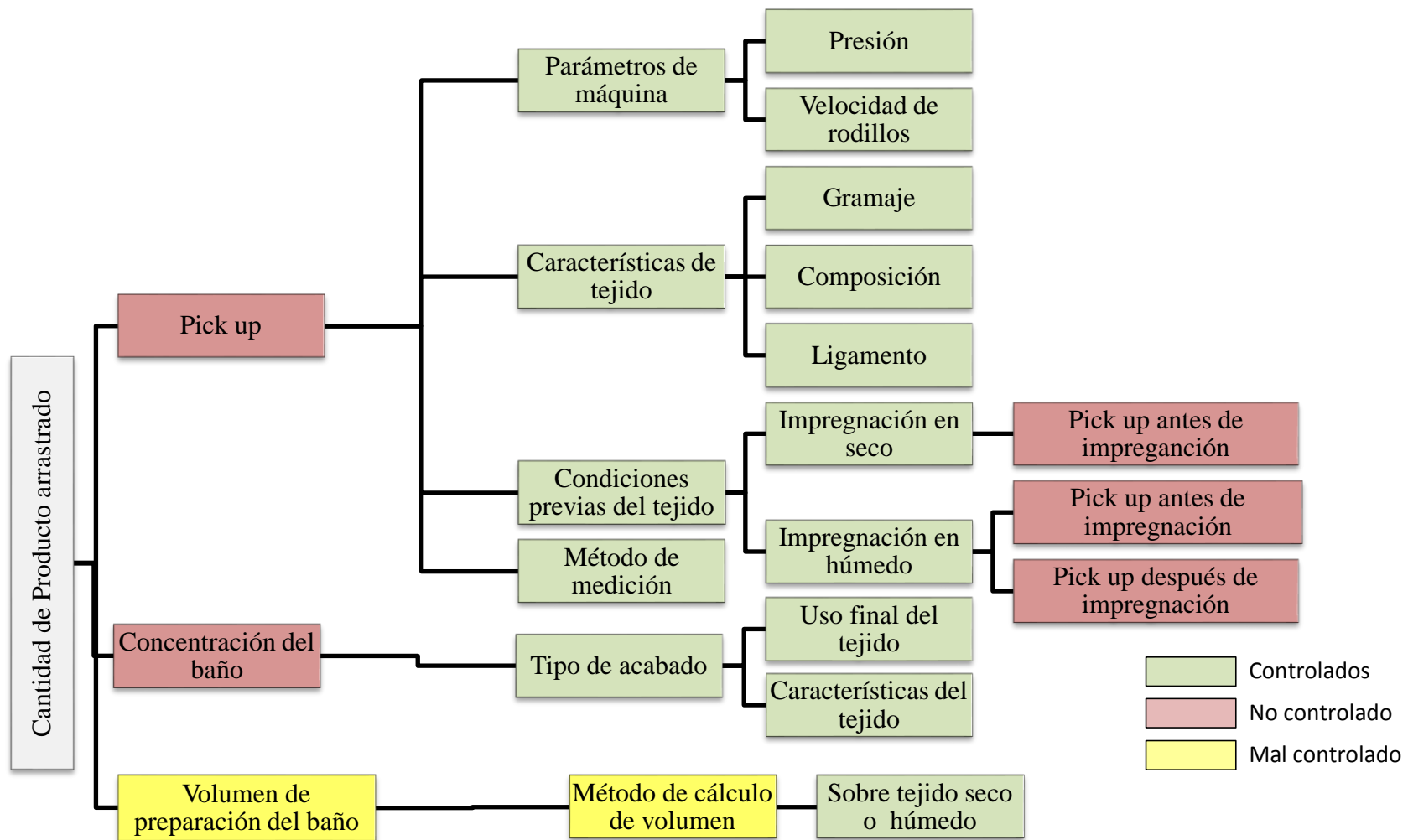


Figura 41. Correlación entre la cantidad de producto arrastrado y sus factores- Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

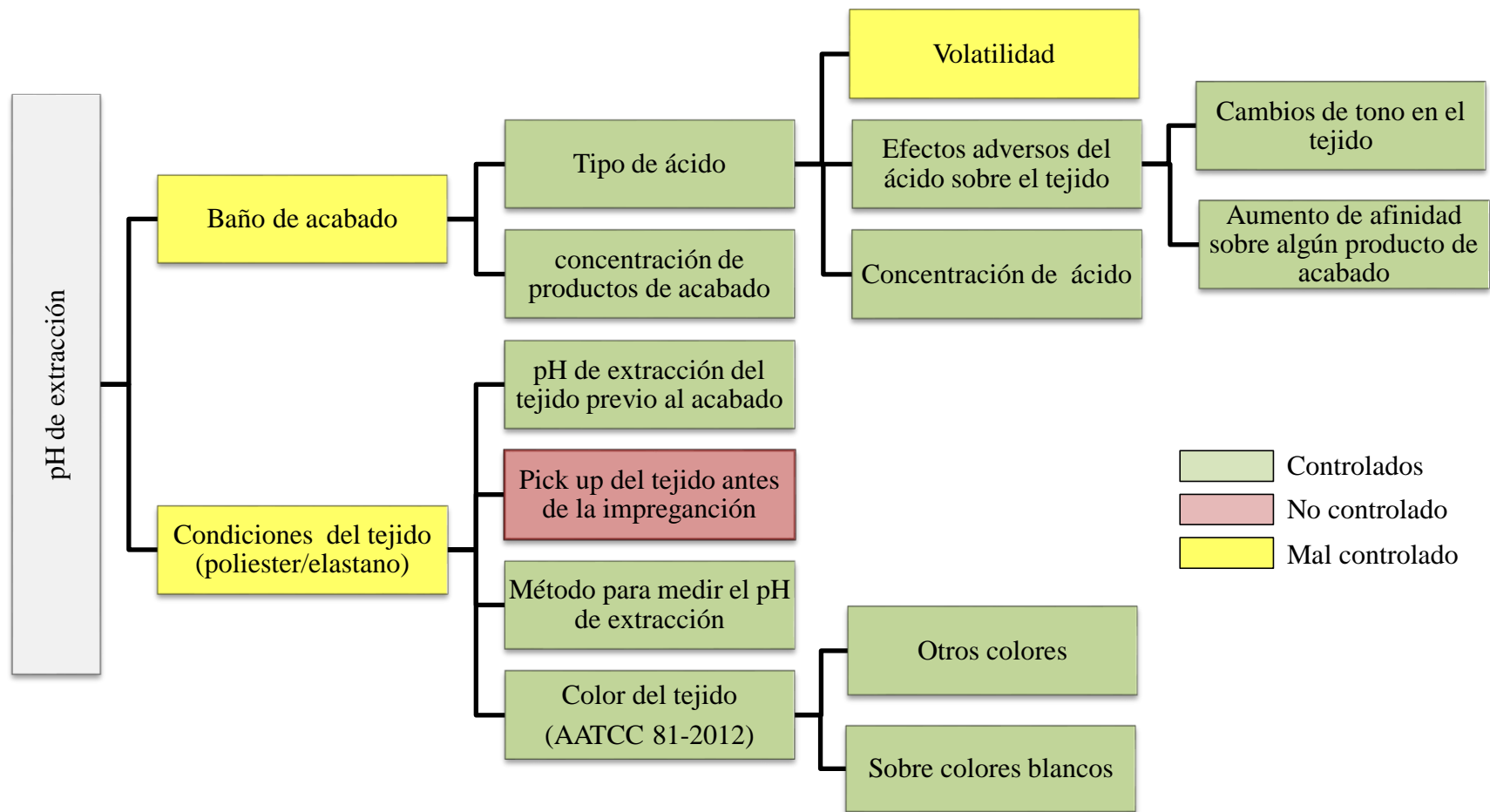


Figura 42. Correlación entre el pH de extracción y sus factores- Ruta 2.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Estudio de factores de control en la situación actual de trabajo

1. Ruta 1: Acabado en seco sobre húmedo para resinados.

Forma actual del desarrollo del proceso tenemos:

Volumen de preparación de baño de acabado. - En el cual como se explicó en el cuadro 10 b. Se determina por el operario, observando que el cuadro 11, no es preciso debido a que hacen empleo de un método del cálculo de volumen, de acuerdo a la relación de baño de 1/1. Siendo este deficiente.

Cuadro 11. Relación entre la masa del tejido y el volumen de solución de acabado para su impregnación

Fecha	Ruta	Artículo	Color	Masa (kg)	Volumen (L)
13-01	32222	Jersey 30/1 NP	Rojo	100	200
14-01	00505	Jersey llano 40/1 PP	Antilles	226	300
23-01	00936-00671-00680	Jersey llano 40/1 PP	Antilles	529	600
24-01	00481-00484	Jersey llano 40/1 PP	Bordeaux 476	820	800
20-03	05157-05160-05163	Pique Lacoste	Azul 3 9	792	700
16-03	05145	Pique Lacoste 26/1	Amarillo 3 9	277	400
16-03	05151	Pique Lacoste 26/1	Azul 3 9	338	400
20-03	05659-05662	Pique Lacoste 26/1	Light Blue	338	600
20-03	05674-05671	Pique Lacoste 26/1	Black	342	400
23-03	05641	Pique lacoste 26/1	Light Blue	371	300

Fuente: Texfina

- Pick up

Cuadro 12. Toma de datos de pick up en acabados seco sobre húmedo

Después del exprimido			Presión Rodillos	Velocidad de Rodillos (m/min)
Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	Pick up (L/kg)		
16,2	9,0	0,8	2,5	14,0

Fuente: Elaboración propia

Esta ruta comprende los acabados en seco sobre húmedo realizados en la empresa TEXFINA, tal es el caso del resinado para el fácil cuidado del tejido que se realiza con el agente de reticulación Arkofix NDF liq C, para el ennoblecimiento de fibras celulósicas y sus mezclas con fibras sintéticas.

Siendo estos acabados sobre algodón los procesos previos al acabado, por los que pasan los artículos que son resinados, sin embargo, debido a la necesidad de que el tejido ingrese seco a la tina del foulard, se realiza un proceso de secado previo al acabado y posterior al lavado en foulard como se indicó en la descripción del secado en rama.

La variabilidad del proceso en acabados en seco sobre húmedo, se estudió para resolver los problemas de uniformidad de acabados en los artículos de la planta Texfina. Para abordar este problema se muestra en el siguiente recuadro el seguimiento a muestras de la ruta 1, en la forma de como varía la concentración en el baño, y el pick up de salida.

- Variación de la concentración del baño del foulard

En el cuadro 13 se describen las características de las muestras a las que se realizaron el seguimiento de la concentración en el baño de la tina del foulard, las características mencionadas son las que tienen influencia en el pick up del tejido. A su vez se menciona las recetas utilizadas para los acabados de resinado, de las recetas revisadas se observa que la relación entre las cantidad de catalizador utilizado son de un 20 a 35% la cantidad de resina, y a su vez se utilizan suavizantes

para mejorar el tacto y la flexibilidad de los tejidos debido a que el resinado desmejora estos aspecto del tejido.

Cuadro 13. Muestras de la ruta 1

N°	Descripción de la muestra			
	Artículo		Receta	Descripción
A	Pique Lacoste 24/1	100% CO 215 g/m ² Ne: 24/1	120 g/L Ceranina NC	Suavizante
			50 g/L Solusoft UP	Silicona
			20 g/L Ukosil CTS	Lubricante de costura
			40 g/L Arkofix NDF L.Conc	Resina
			10 g/L Cataliz NKB liq	Catalizador
			0,5 g/L Ácido acético	Medio ácido
B	Jersey Llano	100% CO 115 g/m ² Ne: 40/1	50 g/L Ceranina NC	Suavizante
			50 g/L Solusoft UP	Silicona
			20 g/L Ukosil CTS	Lubricante de costura
			30 g/L Arkofix NDF L.Conc	Resina
			10 g/L Cataliz NKB liq	Catalizador
			0,5 g/L Ácido acético	Medio ácido
C	Interloock Llano	100% CO 210 g/m ² Ne: 36/1	80 g/L Ceranina NC	Suavizante
			50 g/L Solusoft UP	Silicona
			30 g/L Ukosil CTS	Lubricante de costura
			60 g/L Arkofix NDF L.Conc	Resina
			15 g/L Cataliz NKB liq	Catalizador
			0,5 g/L Ácido acético	Medio ácido

Fuente: Texfina

A las muestras descritas en el cuadro 13 se les realizó un seguimiento a la concentración del baño en la tina del foulard con las recetas descritas, con la finalidad de monitorear posibles variaciones de la concentración en el tiempo que pasa el tejido por el baño.

Para realizar esta medición se utilizó un refractómetro digital. (Anexo – procedimientos)

En la Figura 43, se observa que las muestras de la ruta 1, no presentan disminución de la concentración del baño en la tina del foulard, es decir el baño presentará la misma cantidad de producto por litro de solución durante todo el tiempo que pase el tejido.

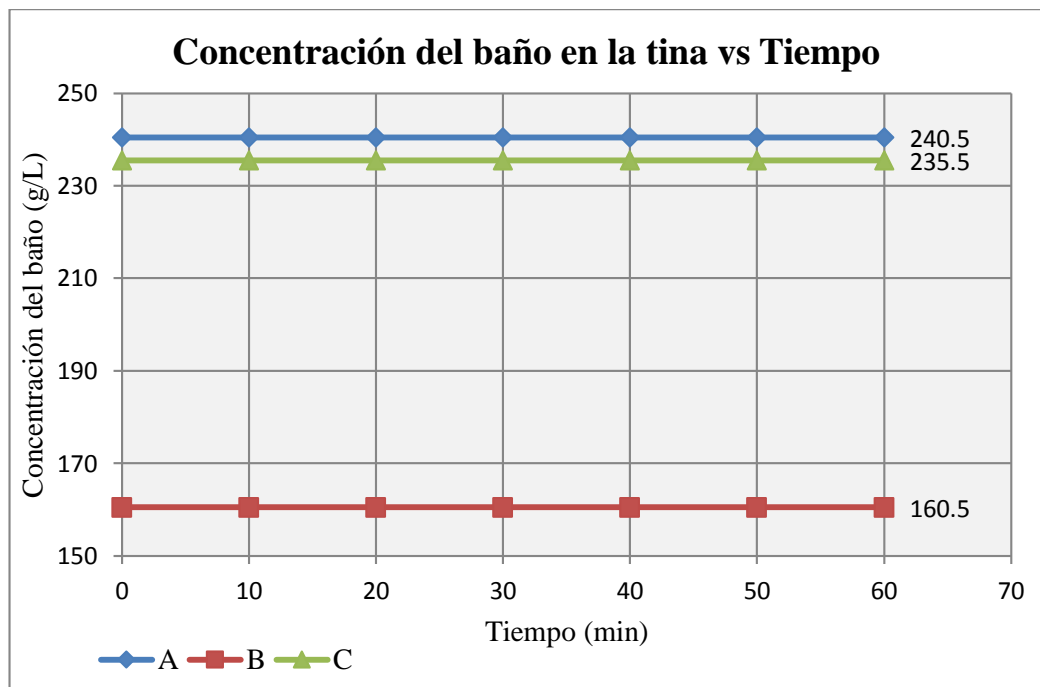


Figura 43. Variación de la concentración en la ruta 1

Fuente: Elaboración propia.

Los tejidos de las muestras A, B, C pasan en la rama N°2 bajo las condiciones descritas en el cuadro 14, podemos notar que la presión del foulard es inversamente proporcional al pick up del tejido, este parámetro mecánico es la variable con más facilidad de control que se puede utilizar para controlar el pick up, como se describe en el capítulo III del fundamento teórico, el pick up depende de varios factores mecánicos como la velocidad, la dureza de los rodillos del foulard, también de características del tejido como la hidrofiliidad del tejido, el gramaje del tejido, el tipo de fibra, etc.

Sin embargo, las características del tejido dependen de otros factores como el tipo de artículo que se realiza y los procesos previos al acabado que se han realizado (tejeduría, procesos de limpieza del tejido como el descruce, etc.) que no se pueden controlar en el acabado, así mismo la velocidad del proceso está ligada al tiempo de residencia que se necesite que el tejido este dentro de los campos para una correcta reticulación en el resinado, y la dureza y características de los rodillos.

Cuadro 14. Condiciones de las muestras

Muestra	Velocidad de cadena (m/min)	Presión de foulard (bar)	Pick up
A	14,2	2,8	71%
B		2,5	75%
C		3,0	65%

Fuente: Elaboración propia.

Simultáneamente al pase del tejido por el baño en la tina el nivel del volumen del baño va a disminuir por la absorción del tejido, ante esto los operarios llenan cada cierto tiempo la tina del foulard bombeando baño desde las ollas de preparación. Este bombeo es responsabilidad de los ayudantes de rama que queda a criterio de cada uno de ellos.

Esto conlleva a que en varias ocasiones por descuido, realización de otras tareas o falta de experiencia de los ayudantes de rama se acabe el baño en la tina y partes del tejido no sean impregnados.

De acuerdo a lo mencionado en el punto 3.2.6.2, para obtener la cantidad de producto arrastrado por el tejido, se halla el producto del pick up (%) y la concentración del baño en (g/L) dando como resultado las cantidades mostradas en el cuadro 15.

Cuadro 15. Cantidad de producto arrastrado por el tejido (g/kg)

Muestra	Cantidad de producto arrastrado por el tejido (Gramos de producto / Kilogramos de tejido)		
	A	85,2 Ceranina NC	35,5 Solusoft UP
28,4 Arkofix NDF L.Conc		7,1 Cataliz NKB liq	0,4 Ácido acético
B	37,5 Ceranina NC	37,5 Solusoft UP	15,0 Ukosil CTS
	22,5 Arkofix NDF L.Conc	7,5 Cataliz NKB liq	0,4 Ácido acético
C	52,0 Ceranina NC	32,5 Solusoft UP	19,5 Ukosil CTS
	39,0 Arkofix NDF L.Conc	9,8 Cataliz NKB liq	0,3 Ácido acético

Fuente: Elaboración propia.

2. Ruta 2: Acabado en húmedo sobre húmedo para sintéticos

- Volumen de preparación

Para el cálculo se utiliza una relación de baño de 1:1, de la misma manera que en la ruta 1.

Cuadro 16. Relación de la masa de tejido y el volumen de preparación.

Fecha	Ruta	Artículo	Color	Masa (kg)	Volumen (L)
15-07	15226	Jersey 26/1	Sunrise	460	400
03-08	16571	Jersey 26/1	Aquinnah aqua	782	600
11-07	15515	Mesh Under New	White	461	400
06-07	14993	Polyfix	Negro	301	300
04-08	19160	Rib pique catiónico	Carbon Heather	1100	1000
09-07	15772	Rib pique catiónico	Carbon Heather	900	800
15-07	5991	Rib pique catiónico	True Gray Heather	401	400
20-07	17284	Rib pique catiónico	True Gray Heather	790	400
21-07	6025	Rib pique catiónico	True Gray Heather	400	400
23-07	17304	Rib pique catiónico	True Gray Heather	801	800
24-07	17298	Rib pique catiónico	True Gray Heather	401	400
24-07	17298	Rib pique catiónico	True Gray Heather	401	400
26-07	17286	Rib pique catiónico	True Gray Heather	400	400
27-07	19152	Rib pique catiónico	Carbon Heather	1101	1000
07-07	12809	Rib Pique Lycrado	Red	440	400
07-07	12764	Rib Pique Lycrado	Black	460	400
09-07	13463	Rib Pique Lycrado	Artillery Green	821	800
18-07	11802	Rib Pique Lycrado	Black	380	300
19-07	13603	Rib Pique Lycrado	Black	440	400
20-07	12666	Rib Pique Lycrado	Deep space blue	822	800
25-07	12516	Rib Pique Lycrado	Black	1082	1000
26-07	13535	Rib Pique Lycrado	Black	1080	1000

Fuente: Texfina

- Pick up

El control del pick up en procesos en húmedo sobre húmedo se establece antes y después de la impregnación, teniendo como su codependencia a través de las variables de la velocidad del foulard, y la presión del exprimido de los rodillos.

Cuadro 17. Resultados de la diferencia de pick up.

Peso antes de la Impregnación (g)			Después de la Impregnación			Diferencia Pick up (L/kg)	Presión de rodillos (bar)
Húmedo	Seco	Pick up (L/kg)	Húmedo	Seco	Pick up (L/kg)		
16,1	9	0,8	15,1	8	0,875	0,075	2,5

Fuente: Elaboración propia

- Descripción de la muestra en planta.

A continuación, se presentan las muestras sobre las cuales se realiza el estudio.

Cuadro 18. Descripción de las muestras de artículos sintéticos A, B, C y D

N°	Descripción de la muestra			
	Artículo	Características	Receta	Descripción
A	Polifix Media Solidez Ms	100% PES 230 g/m ² PES: 150/144/1 Tex	5 g/L Rucofin HHS 0,5 g/L Ácido acético	Silicona Medio ácido
B	Suplex Fitnes Sport Ms	PES/SPANDEX 180 g/m ² PES: 75/72/1 Tex SPANDEX: 40 De	5 g/L Rucofin HHS 0,5 g/L Ácido acético	Silicona Medio ácido
C	Pique Lycrado	PES/SPANDEX 144 g/m ² PES: 100/96/1 Tex SPANDEX: 20 De	10 g/L Rucofin HHS 10 g/L Rucofin SIQ 5 g/L Sirrix 2 UD	Silicona Silicona Tampón
D	Jersey Lycrado	PES/SPANDEX 156 g/m ² PES: 75/72/1 Tex SPANDEX: 30 De	10 g/L Rucofin HHS 3 g/L Ácido acético	Silicona Medio ácido

Fuente: Elaboración propia

- Concentración del baño

Cuadro 19. Relación entre la presión de rodillos y pick up-Ruta 2

PRUEBA 1	A	B	C	D
Pick Up de entrada (%)	25	32	28	35
Pick Up de salida (%)	65	63	60	65
Diferencia de pick up (%)	40	31	32	30
Presión de Foulard (bar)	2,5	3,5	3,1	3,2

Fuente: Elaboración propia

Prueba N°1: Relación entre la concentración del baño y pick ups mayores a 30%.

Artículo: Rib Pique Lyrado Acabado: Wicking

Receta Usada:

20 g/L Rucofin HHS

5 g/L Sirrix 2UD

1 g/L Ácido fórmico

En la figura 44, se observa que la concentración del baño permanece constante y de acuerdo al cuadro 20 la diferencia de pick up de los datos tomados en esta prueba 1 son mayores a 30%.

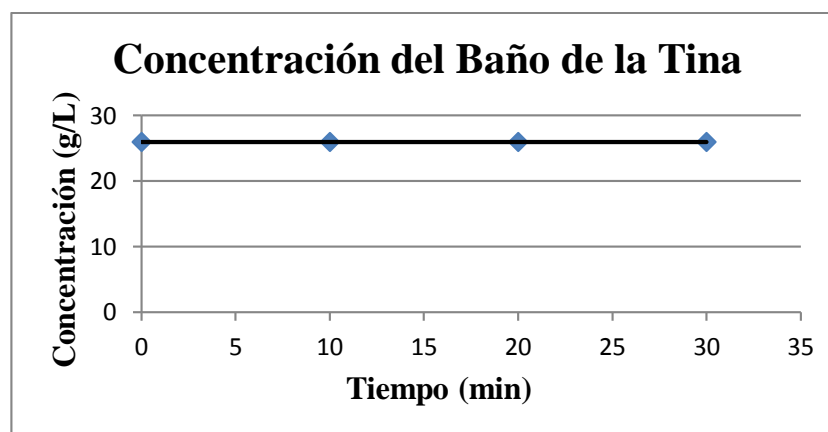


Figura 44. Concentración del baño de la tina con pick up mayor a 30%– ruta 2
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 20, se muestra que la concentración del baño en la tina del foulard permaneció constante en un valor de 26 g/L sobre los tejidos de poliéster con elastano y de una densidad de 150 g/m².

Cuadro 20. Datos concentración versus tiempo con pick up mayor a 30%–Ruta 2

Tiempo(min)	Concentración (g/L)
0	26
10	26
20	26
30	26

Fuente: Texfina

Observación: Para diferencias de pick ups mayores a 30% la concentración se mantiene constante.

Prueba N°2: Relación entre la concentración del baño y pick ups menores a 30%.

Artículo: Rib Pique Lycrado

Acabado: Wicking

Receta Usada:

20 g/L Rucofin HHS

5 g/L Sirrix 2UD

1 g/L Ácido fórmico

En la figura 45, se observa que la concentración del baño va disminuyendo y de acuerdo al cuadro 21 la diferencia del pick up para esta prueba 2 es mucho menor a 30%.

Cuadro 21. Relación entre la presión de rodillos y pick up-Ruta 2

PRUEBA 2	A	B	C	D
Pick Up de entrada (%)	27	25	32	35
Pick Up de salida (%)	41	40	44	46
Dif. de pick up (%)	14	15	12	11
Presión de Foulard (bar)	0,9	0,9	1,1	1,0

Fuente: Texfina

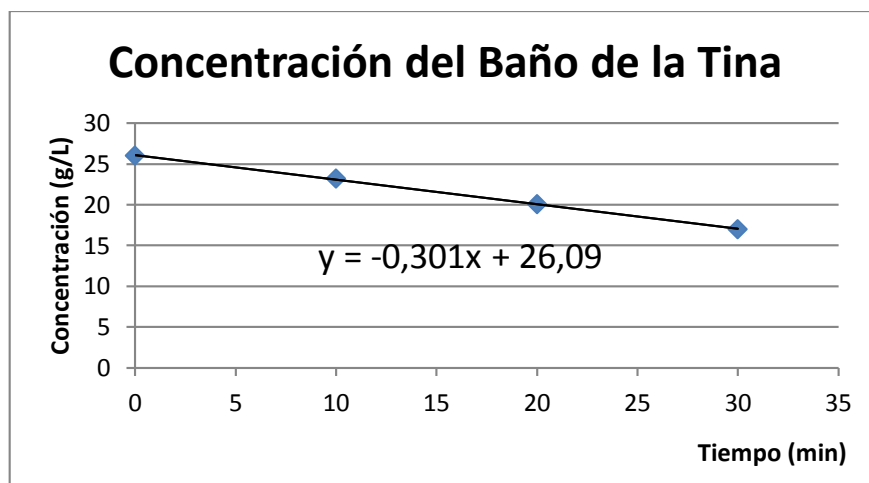


Figura 45. Concentración del baño de la tina con pick up menor a 30%– Rama 2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Datos concentración versus tiempo con pick up meno a 30%– Ruta 2

Tiempo(min)	Concentración (g/L)	%
0	26,0	100,0
10	23,2	89,2
20	20,1	77,0
30	17,0	66,0

Fuente: Texfina

En la figura 46, se observa que a un pick up menor a 30%, la concentración del baño disminuye.

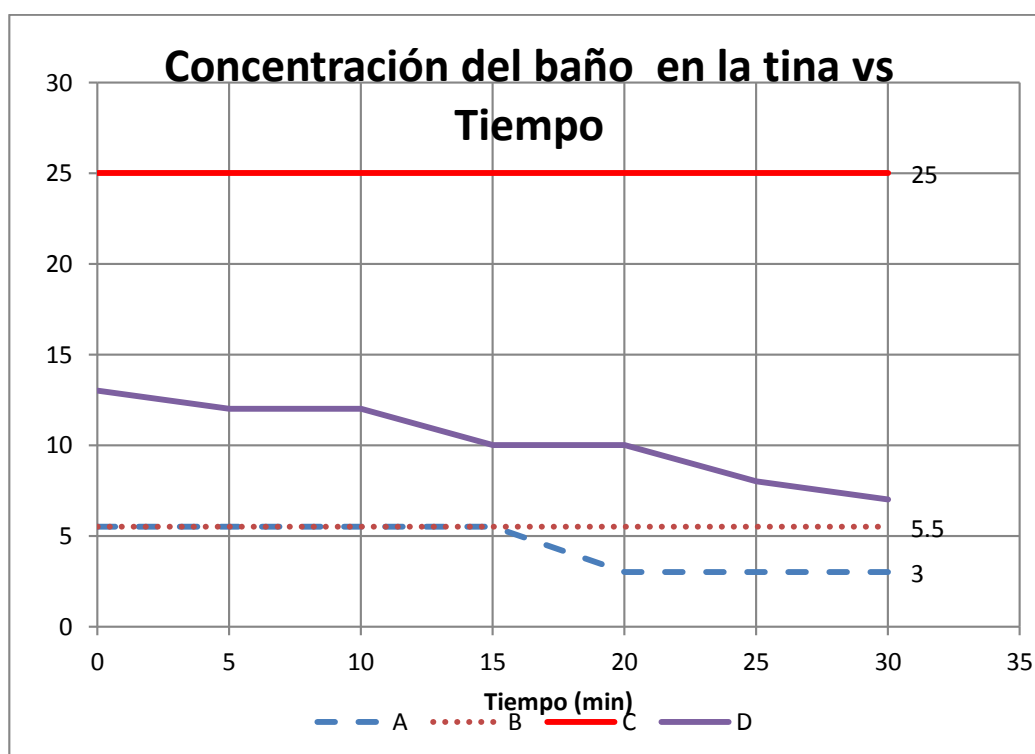


Figura 46. Concentración del baño en la tina vs tiempo.

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 23, se muestran los datos obtenidos al pasar las muestras A, B, C y D por el foulard.

Cuadro 23. Datos de las muestras de tela sintética pasado por foulard

N°	Presión de foulard (bar)	Velocidad de Cadena(m/min)	Pick up de entrada	Pick up de salida	Diferencia Pick up
C	2,6	15	45%	75%	30%
D	3,2	15	52%	65%	13%
B	2,8	15	42%	70%	28%
A	3,0	15	48%	68%	20%

Fuente: *Elaboración propia*

Aumento del % en peso de agua en los tejidos dentro de los carros transportadores

- Para el caso de artículos con fibras sintéticas el tiempo de espera entre el proceso donde se abre el tejido tubular y el acabado del tejido puede llegar a ser hasta de 3 días, en este tiempo como el tejido no está seco el agua del tejido en la parte superior del coche va sedimentándose por efectos de la gravedad en la parte inferior. (Véase figura 47).

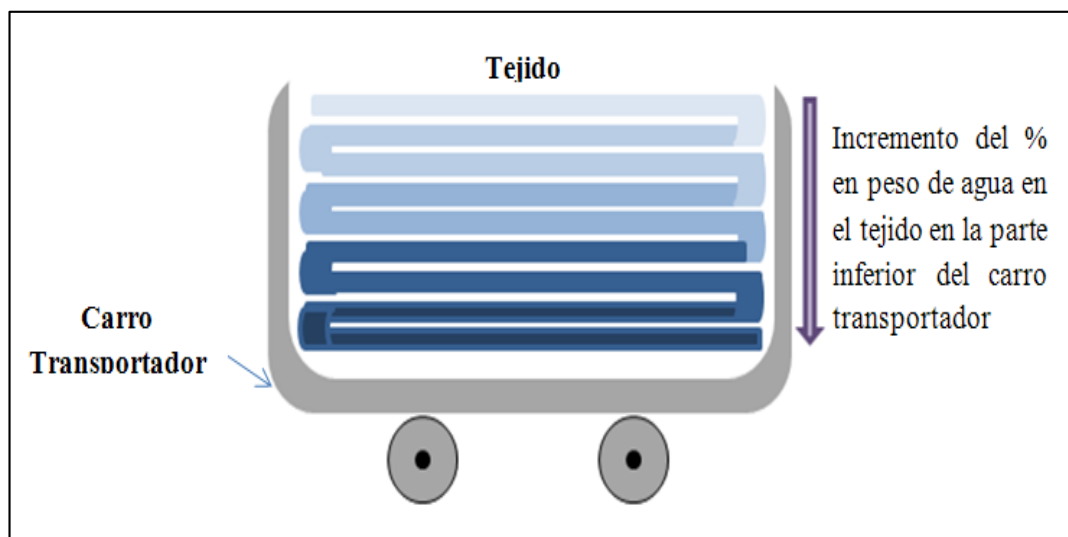


Figura 47. Ilustración del aumento de agua en el tejido.

Fuente: *Elaboración propia*

Disminución de la diferencia de pick up

En el siguiente recuadro se nota que el pick up en el tejido va aumento de arriba hacia abajo en los tachos transportadores como ya se explicó anteriormente:

Cuadro 24. Pick up de muestras antes del foulardado.

%Pick up de Muestras antes de foulardado				
Muestra	A	B	C	D
Superior	45	52	42	48
Medio	49	57	45	52
Inferior	55	62	49	58

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina

Tras pasar por el proceso de foulardado las muestras descritas anteriormente salen con los siguientes pick ups, ver cuadro 25.

Cuadro 25. Pick up de muestras después del foulardado.

%Pick up de Muestras después de foulardado				
Muestra	A	B	C	D
Después de foulardado	75	65	70	68

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina

Por lo cual la diferencia de pick up del proceso acabado se muestra en el cuadro 26.

Cuadro 26. Diferencia de porcentaje de pick up

Diferencia de %Pick up				
Muestra	A	B	C	D
Superior	30	13	27	20
Medio	26	8	25	16
Inferior	20	3	21	10

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina

VARIABLES CORRELACIONADAS CON EL pH DE EXTRACCIÓN

Se analizará de acuerdo a la figura 42, donde el pH de extracción (variable de salida) presenta los siguientes factores:

Factores mal controlados. -

- Baño de acabado
- Condiciones del tejido

Factores no controlados

- Pick up del tejido antes de la impregnación

Factores controlados

- Tipo de ácido
- Concentración de productos de acabado
- pH de extracción del tejido previo al acabado
- Método para medir el pH de extracción.
- Color del tejido (AATCC81-2012)- colores blancos, otros colores.
- Efectos adversos del ácido.
- Concentración del ácido.
- Cambios de tono en el tejido.
- Aumento de afinidad sobre algún producto de acabado.

En la figura 48, se presenta la curva de enjuagues luego del teñido para tejidos de poliéster, poliéster /elastano. Observando el pase por ácido acético antes de pasar al acabado.

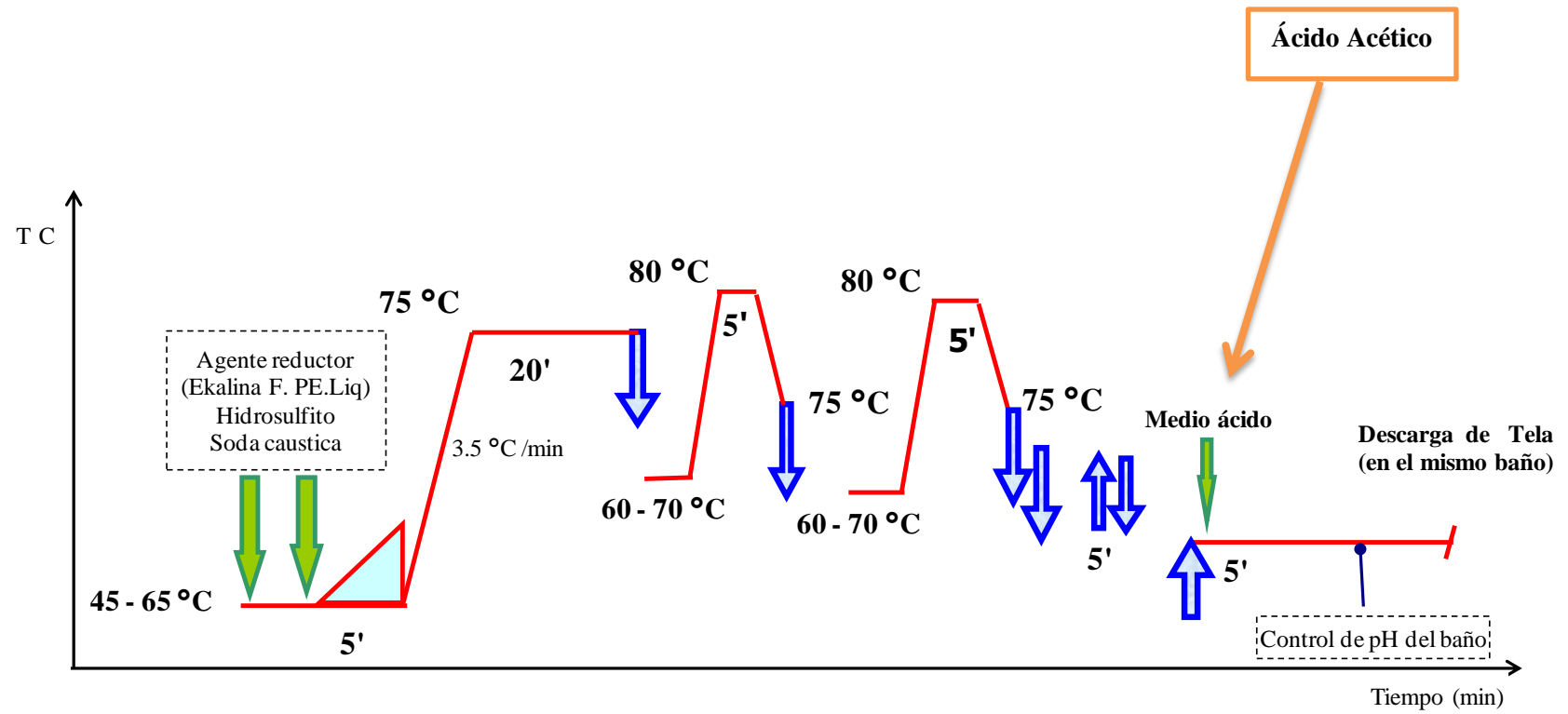


Figura 48. Curva de enjuagues después del teñido en sintéticos.

Fuente: Elaboración propia – datos Texfina

3. Ruta 3: Acabado húmedo sobre húmedo para tejidos con algodón y mezclas con sintéticos.

La variación de la concentración de producto se observa en la figura 49.

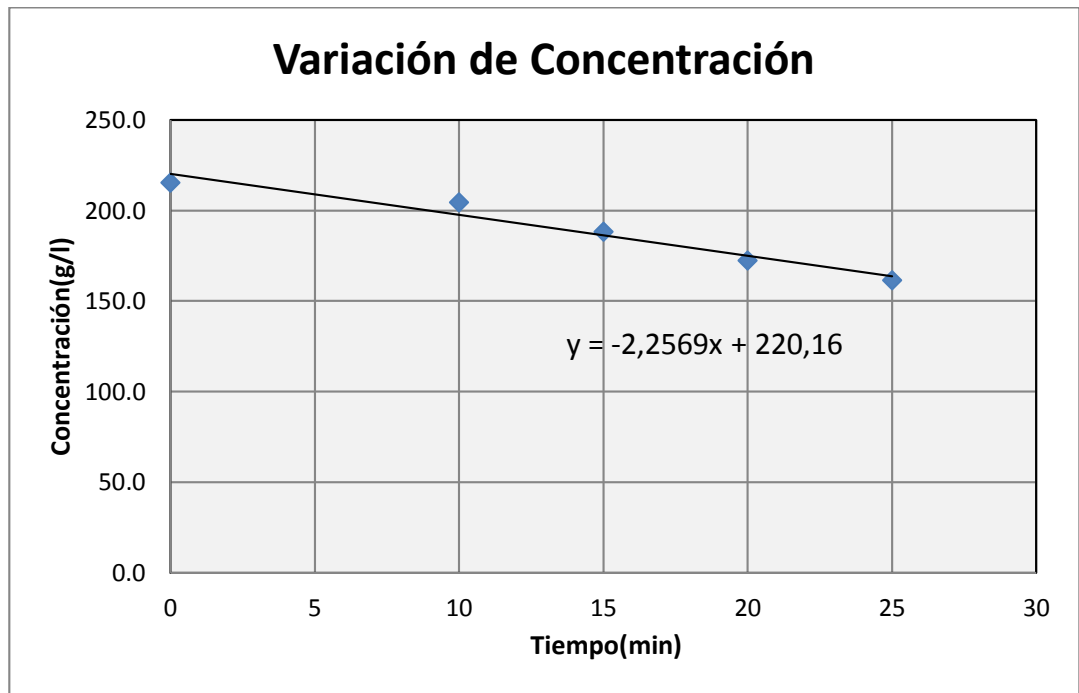


Figura 49. Variación de concentración

Fuente: Elaboración propia.

Velocidad de pérdida:

$$V.P \left(\frac{g}{L.min} \right) = \frac{\Delta \text{Concentración en el baño}}{\Delta \text{Tiempo}}$$

De acuerdo a la figura 49, la velocidad de pérdida de concentración es:

$$\text{La gradiente de la concentración del baño en el tiempo} = 2,3 \frac{g}{L.min}$$

Porcentaje de velocidad de pérdida por minuto:

$$\% V.P = \frac{V.P \left(\frac{g}{L.min} \right)}{\text{Concentración inicial del baño} \left(\frac{g}{L} \right)} * 1min * 100\%.$$

Cuadro 27 a. Muestras analizadas para la velocidad de pérdida en el baño.

N°	Descripción de la muestra			
	Artículo	Características	Receta	Descripción
A	French Terry	CO/SPANDEX 300 g/m ²	150 g/L PerrustolCDV 30 g/L Ukosil CTS 50 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
B	Jersey Lycrado	PES/CO/ SPANDEX 165 g/m ²	150 g/L PerrustolCDV 15 g/L Ukosil CTS 50 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
C	Pique Lacoste	100%CO 215 g/m ²	200 g/L PerrustolCDV 15 g/L Ukosil CTS 50 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
D	Droop Needle	PES/CO 190 g/m ²	50 g/L Perrustol CDV 50 g/L Ukosil CTS 50 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
E	Winter solido fine stripe	PES/CO 155 g/m ²	200 g/L PerrustolCDV 50 g/L Rucofin GES 50 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
F	Jet Pique	PES/CO 165 g/m ²	150 g/L PerrustolCDV 50 g/L Ukosil CTS 30 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido

Fuente: Fichas técnicas- Texfina

Cuadro 27 b. Muestras analizadas para la velocidad de pérdida en el baño.

G	Pique simple 50/1	100% CO 100 g/m ²	150 g/L PerrustolCDV 50 g/L Ukosil CTS 15 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido
H	Jersey Llano 30/1 Peinado	100% CO 153 g/m ²	50 g/L Perrustol CDV 30 g/L Ukosil CTS 25 g/L Rucofin SIQ 0,5 g/L Ácido acético	Suavizante catiónico Lubricante Silicona Medio ácido

Fuente: Fichas técnicas- Texfina

En el cuadro 27 a y b presentan varias muestras realizadas, de las cuales determinaremos la variación de la concentración y su variación en porcentaje. Hallando la velocidad de pérdida y el porcentaje de la velocidad de pérdida de las muestras. (Véase figura 50).

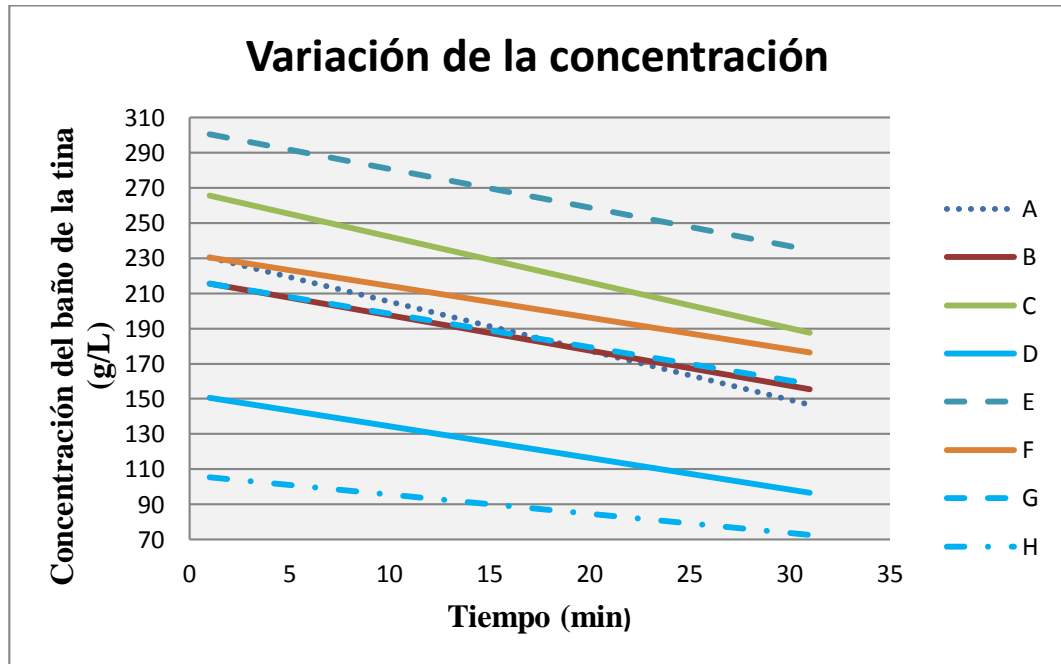


Figura 50. Variación de la concentración de las muestras-Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 50, la velocidad de pérdida de concentración en el baño es la pendiente de la recta, la cual representa La gradiente de la concentración en el baño. (Véase figura 51).

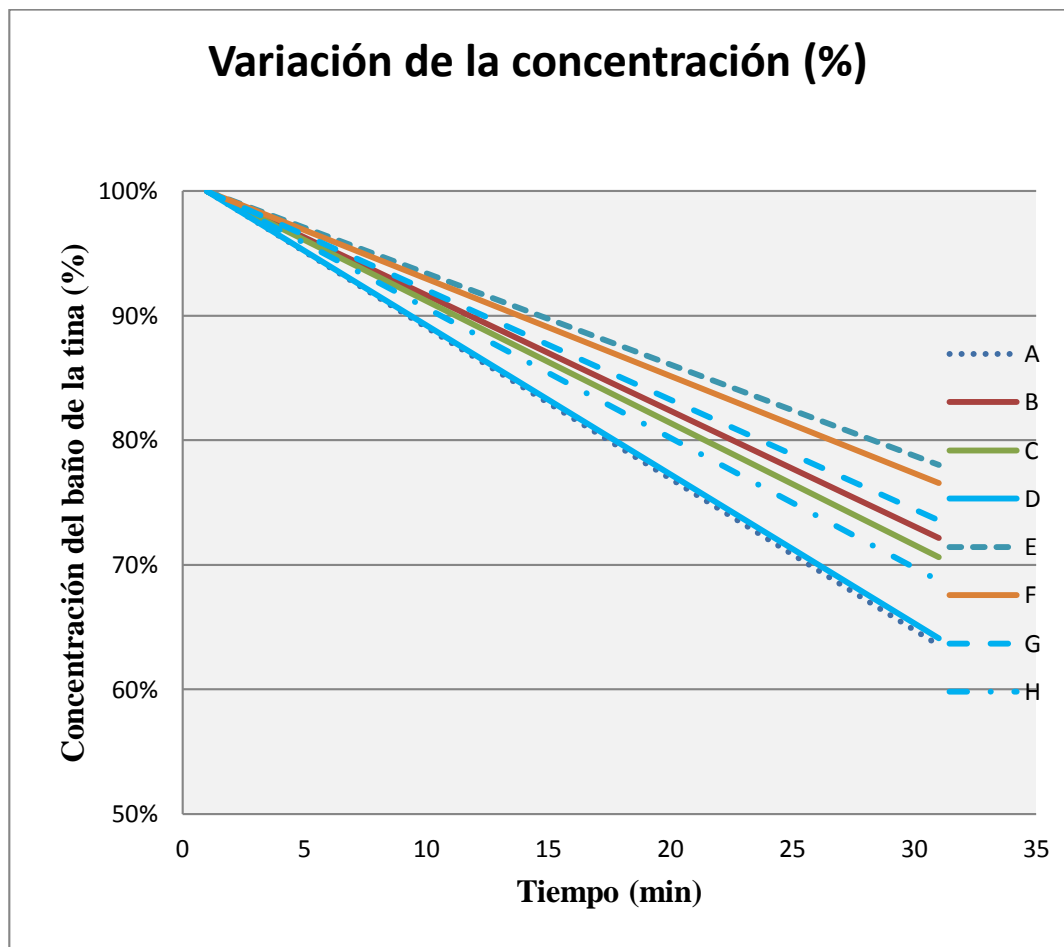


Figura 51. Variación de la concentración en porcentaje de las muestras- Ruta 3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura 51, la velocidad de pérdida de concentración en el baño en (%) es:

Resumiendo, tenemos en el cuadro 28:

Cuadro 28. Velocidad de pérdida y porcentaje de velocidad de pérdida de las muestras anteriores.

Muestra	V.P	% V. P
A	2,8	0,73
B	2,0	0,78
C	2,6	0,88
D	1,8	0,93
E	2,2	0,98
F	1,8	1,04
G	1,9	1,20
H	1,1	1,21

Fuente: Elaboración propia

Se tiene el siguiente cuadro el cual muestra la pérdida de la velocidad por composición de tejido.

Cuadro 29. Velocidad de pérdida de acuerdo a la composición y la densidad.

Composición	Densidad (g/m²) Tejido	V.P (g/L.min)
100% Algodón	Menor a 120	1,8
100% Algodón	<120-170]	2,0
100% Algodón	<170-220]	2,4
100% Algodón	<220-250]	2,6
100% Algodón	<250-300]	2,8
Algodón/Elastano	<170-200]	2,1
Algodón/Elastano	<200-220]	2,3
Algodón/Poliéster	<150-170]	1,6
Algodón/Poliéster	<170-200]	1,8

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina.

Disminución de la cantidad de producto arrastrado por la tela.

De acuerdo a lo explicado dentro del capítulo III, se hizo el análisis del problema del método actual empleando la variabilidad del proceso en el cual una variable de salida es la cantidad de producto arrastrado por la tela ya que es característica de calidad del producto y en ella se refleja los resultados obtenidos por el proceso.

Se tomaron datos para determinar la capacidad del proceso (C_p), por lo tanto, el producto de la concentración volumétrica y la diferencia del pick up nos da como resultado los gramos de producto por kilo de tela que representa una variable de salida en el proceso.

4.2.2.3. Evaluación de indicadores

Ruta 2: Acabados húmedo en húmedo para sintéticos (Método actual)

- **Disminución del pH de extracción**

El pH de extracción es la cantidad de potencial de hidrógeno que queda en un textil después de lavarse en caliente, para evaluar esta variable se utiliza la norma AATCC 81- 2012 (ver ANEXO 2) cuyas especificaciones se mencionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 30. Especificación de pH de extracción en artículos de poliéster con elastano.

Especificación del cliente (AATCC 81-2012)	Colores blancos		Todos menos blancos	
	pH inferior:	pH superior:	pH inferior:	pH superior:
	4,0	5,5	4,0	7,5

Fuente: *Texfina*

El rango dentro del cual puede estar el pH de extracción para los blancos es menor que para el de colores. Esta norma es realizada sobre artículos de poliéster con elastano denominados en Texfina como Rib pique Lycrado, a los cuales se les realiza el acabado Wicking con la siguiente receta:

Cuadro 31. Receta de acabado Wicking en las pruebas sobre tejidos de poliéster/ elastano.

Receta (g/L):	Descripción
5,0 Sirrix 2UD	Medio ácido y tampón
20,0 Rucofin HHS	Silicona
0,5 Ácido fórmico	Medio Ácido

Fuente: *Texfina*

Donde las especificaciones superior e inferior de acuerdo para colores blancos son:

$$ES= 5,50$$

$$EI= 4,00$$

De acuerdo al Cuadro 1: “pH de extracción de Rib Pique Lycrado color blanco – Mayo-Junio 2015”, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Media} = 5,95$$

$$\text{Desviación estándar} = 0,98$$

Hallando el C_p :

$$C_p = \frac{ES-EI}{6\sigma} = \frac{5,5-4}{6 \times 0,98} = 0,26$$

✓ N° de clase según la regla de Stugerss:

$$1+3,3 \log_{10}(\text{número de datos}) = 1+3,3 \log_{10}(35)$$

$$NC=6$$

✓ El rango de clase

El rango de clase es la diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.

En esta ruta emplearemos un rango ampliado con la finalidad de observar los datos dentro o fuera de la especificación inferior y superior.

$$R= 8-4$$

$$R= 4$$

✓ Longitud de clase LC:

La longitud de clase se establece de tal manera que el rango puede cubrirse en su totalidad por el número de clases determinado. Por lo que en ocasiones resulta más conveniente ampliar un poco el rango para que el histograma tenga una cobertura ligeramente mayor que la observada en la muestra.

$$LC = \frac{8-4}{6}$$

$$LC = 0,67$$

Tenemos el cuadro 32, el cual ha sido obtenido del cuadro 1 “pH de extracción de Rib pique Lycrado color blanco- Mayo- Junio 2015”.

Cuadro 32. Rangos y frecuencias del pH de extracción para colores blancos.

N° Rango	Rango			Frecuencia
1	4,00	4,67	[4,00-4,67>	0
2	4,67	5,34	[4,67-5,34>	13
3	5,34	6,01	[5,34-6,01>	9
4	6,01	6,68	[6,01-6,68>	5
5	6,68	7,35	[6,68-7,35>	3
6	7,35	8,00	[7,35-8,00>	5

Fuente: Elaboración propia

Con el cuadro 32, se obtendrá el siguiente histograma de la figura 52, el cual nos ayudará a observar la distribución de los datos del pH de extracción.

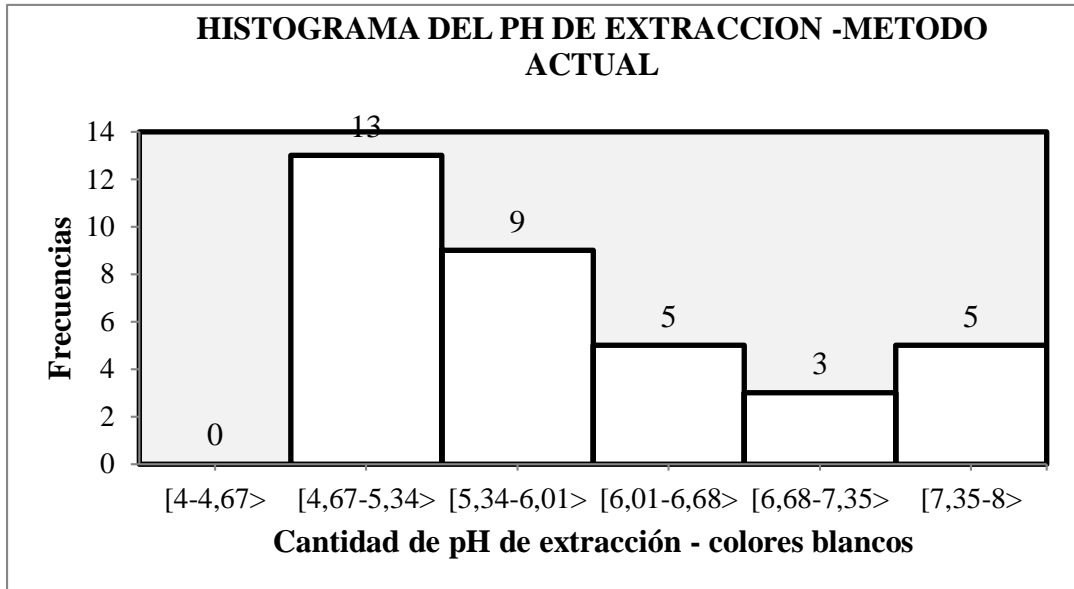


Figura 52. Histograma del método actual- colores blancos.

Fuente: Elaboración propia

Calculando la distribución normal de los datos graficamos la siguiente campana de Gauss se observa en la figura 53.

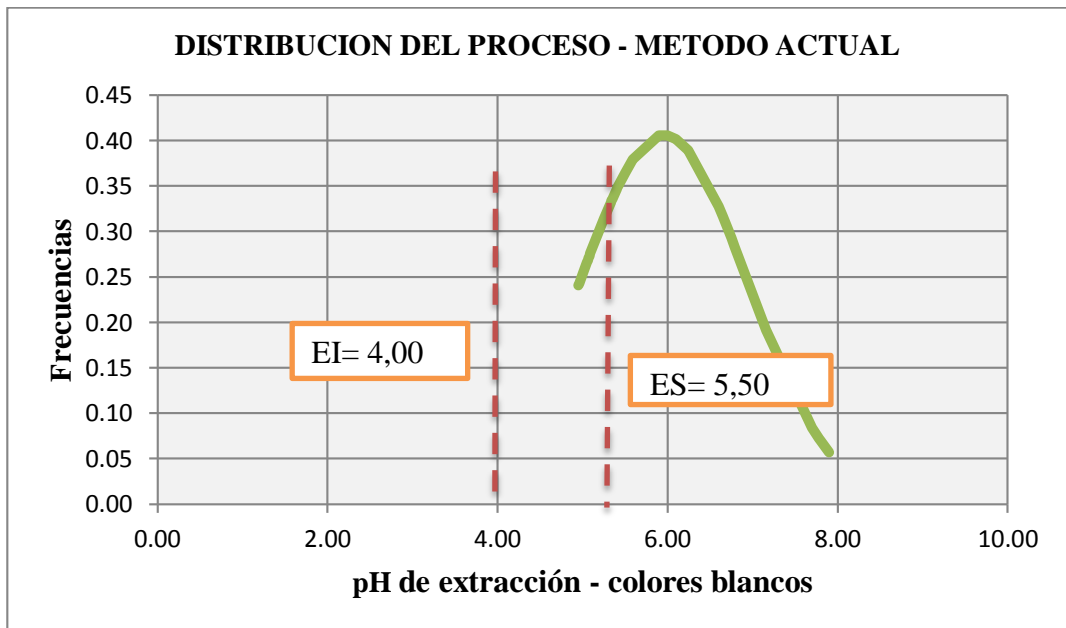


Figura 53. Distribucion del proceso del método actual - colores blancos.

Fuente:Elaboracion propia.

Cuadro 33. Datos de la curva – colores blancos

Datos obtenidos	Valores
μ	5,95
σ	0,98
NC	6,00
R	4,00
LC	0,67
EI	4,00
ES	5,50
C_p	0,26

Fuente: Elaboración propia

La estabilidad del proceso para la especificación de pH de extracción se establece a través del diagrama de control de la figura 54, donde de la muestra de 35 datos, 16 de estos están fuera de las especificaciones.

La tendencia de los valores es a ser mayor que la especificación superior, es decir con menor acidez del requerido para los colores blancos.

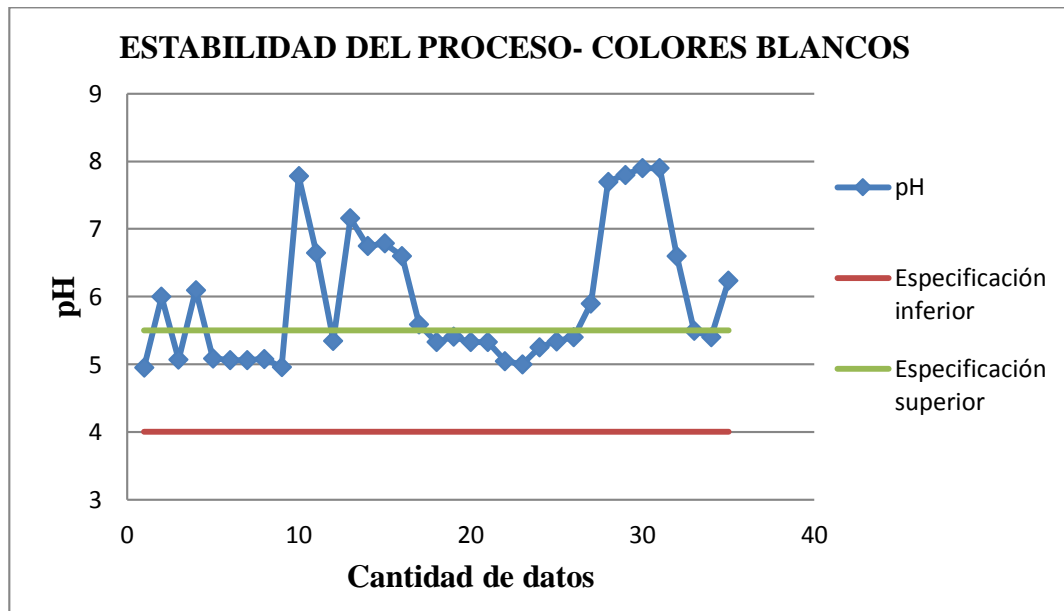


Figura 54. Diagrama de control del pH de extracción - colores blancos

Fuente: Elaboración propia

Donde la estabilidad es:

$$St = \frac{\text{número de puntos especiales}}{\text{número de puntos totales}}$$

$$St = \frac{16}{35} \times 100 = 45,71$$

A. Para otros colores diferentes del blanco

Las especificaciones superior e inferior mostrados en el cuadro 34 para tejidos de polyester / elastano de colores diferentes al blanco son:

$$ES = 7,50$$

$$EI = 4,00$$

De acuerdo a los datos del Cuadro 2: “pH de extracción de Rib Pique Lycrado color blanco - Mayo - Junio 2015”, se calculó la capacidad real del proceso.

Donde:

$$\text{Media} = 6,04$$

$$\text{Desviación estándar} = 0,52$$

Hallando el Cp:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} = \frac{7,5 - 4}{6 \times 0,52} = 1,12$$

- ✓ N° de clase según la regla de Stugerss:

$$1 + 3,3 \log_{10}(\text{numero de datos}) = 1 + 3,3 \log_{10}(34)$$

$$NC = 6$$

- ✓ El rango de clase

El rango de clase es la diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.

Para esta ruta ampliaremos el rango con la finalidad de observar los datos dentro o fuera de la especificación inferior como superior.

$$R = 8 - 4$$

$$R = 4$$

- ✓ Longitud de clase LC

La longitud de clase se establece de tal manera que el rango puede cubrirse en su totalidad por el número de clases determinado. Por lo que en ocasiones resulta más conveniente ampliar un poco el rango para que el histograma tenga una cobertura ligeramente mayor que la observada en la muestra.

$$LC = \frac{8-4}{6} = 0,67$$

Tenemos el cuadro 34 el cual ha sido obtenido del cuadro 2 “pH de extracción de Rib Pique Lycrado color blanco - Mayo - Junio 2015”

Cuadro 34. Rangos y frecuencias del pH de extracción para otros colores.

N° Rango	RANGO			Frecuencia
1	4,00	4,67	[4,00-4,67>	0
2	4,67	5,34	[4,67-5,34>	1
3	5,34	6,01	[5,34-6,01>	19
4	6,01	6,68	[6,01-6,68>	12
5	6,68	7,35	[6,68-7,35>	2
6	7,35	8,00	[7,35-8,00>	0

Fuente: Elaboración propia

Con el cuadro 34, se obtendrá el siguiente histograma de la figura 55, el cual nos ayudará a observar la distribución de los datos del pH de extracción.

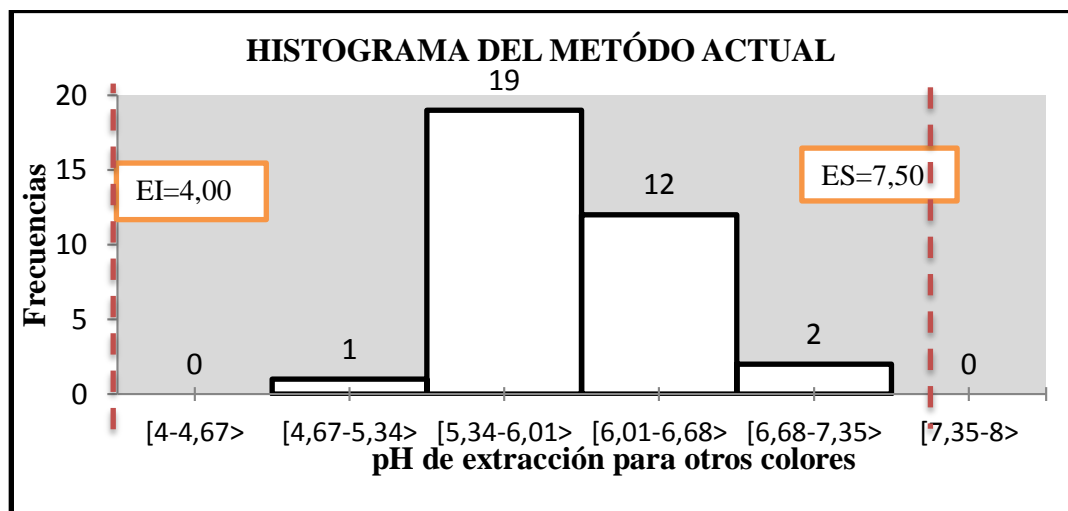


Figura 55. Histograma del método actual para otros colores.

Fuente: Elaboración propia

Calculando la distribución normal de los datos graficamos la siguiente campana de Gauss, se observa la figura 56.

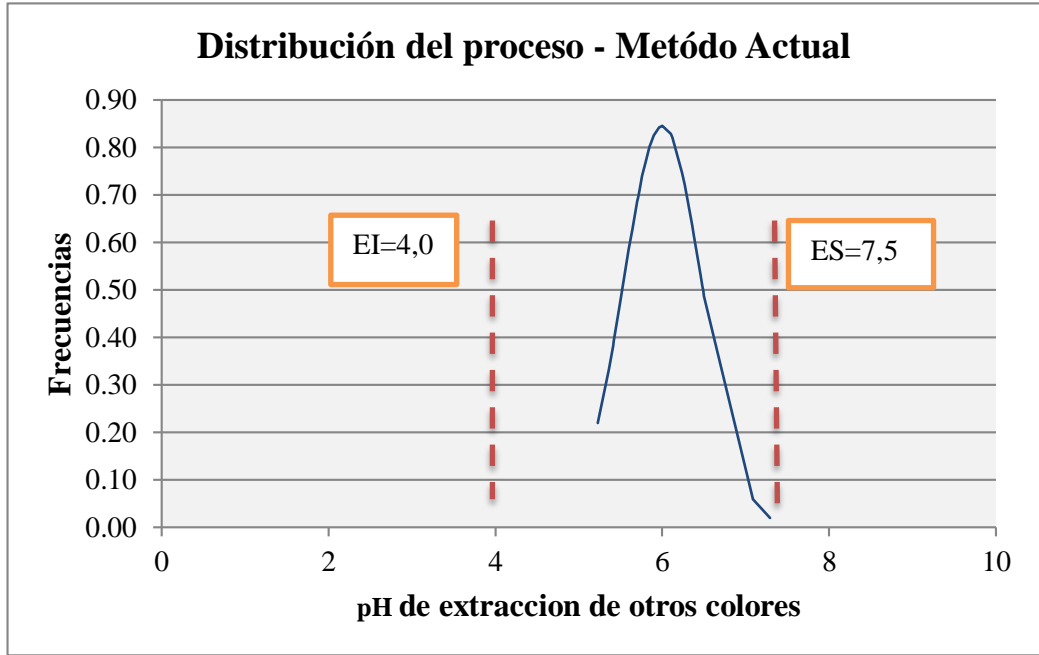


Figura 56. Distribución del proceso actual – otros colores.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 35. Datos obtenidos – otros colores.

Datos obtenidos	Valores
μ	6,04
σ	0,52
NC	6,00
R	4,00
LC	0,67
EI	4,00
ES	7,50
C_p	1,12

Fuente: Elaboración propia

Estabilidad del proceso St, ver figura 57.

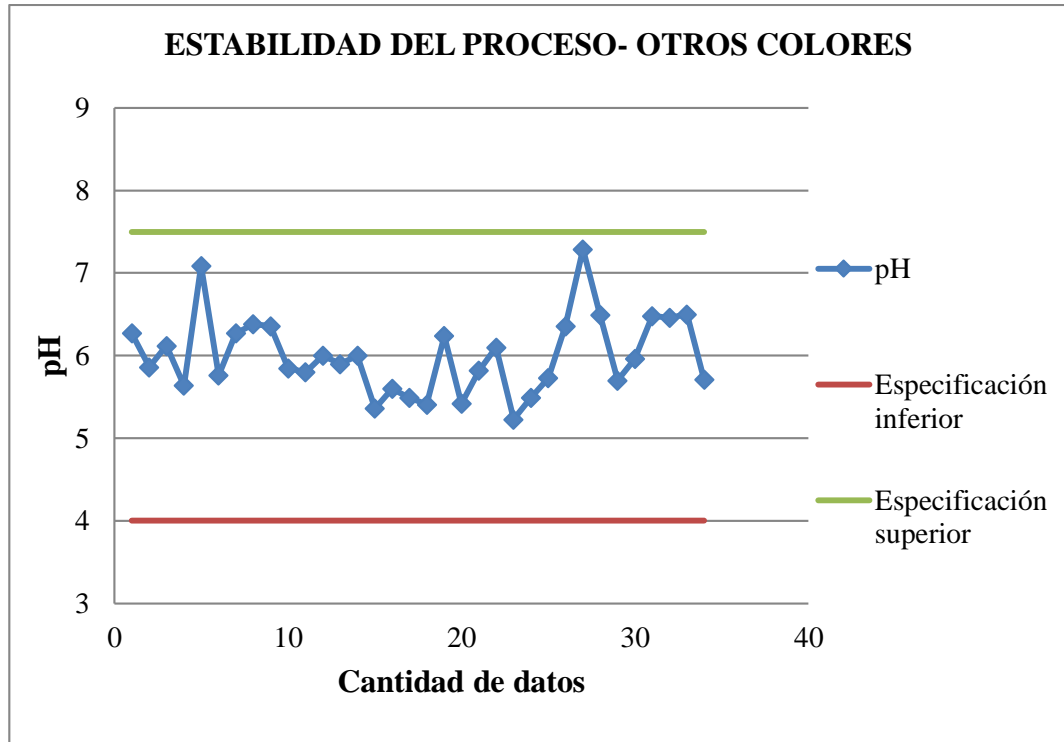


Figura 57. Especificaciones inferior y superior del pH de extracción de otros colores

Fuente: Elaboración propia

Donde la estabilidad es:

$$St = \frac{\text{número de puntos especiales}}{\text{número de puntos totales}}$$

$$St = \frac{0}{34} \times 100 = 0$$

Ruta 3: Acabado húmedo en húmedo para algodón y mezclas con sintéticos
(Método actual)

CANTIDAD DE PRODUCTO ARRASTRADO

Datos obtenidos:

Cuadro 36. Disminución de la concentración en el tiempo con el proceso actual

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Tiempo	g/L (Concentración volumétrica)					
0	215,5	215,5	215,5	215,5	215,5	215,5
10	189,6	194,0	185,3	198,3	189,6	181,0
20	176,7	181,0	176,7	181,0	172,4	168,1
30	150,9	146,5	155,2	146,5	150,9	150,9
40	172,4	168,1	163,8	159,5	172,4	163,8
50	155,2	150,9	155,2	146,5	159,5	150,9
60	142,2	142,2	137,9	133,6	146,5	137,9

Fuente: Texfina

Cuadro 37. Disminución del pick up en el tejido- Ruta 3

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Tiempo	Diferencia de pick up					
0	0,15	0,11	0,10	0,09	0,12	0,13
10	0,12	0,10	0,11	0,07	0,11	0,10
20	0,11	0,10	0,08	0,07	0,10	0,10
30	0,11	0,08	0,08	0,05	0,11	0,09
40	0,10	0,08	0,07	0,05	0,08	0,07
50	0,12	0,08	0,07	0,03	0,06	0,06
60	0,05	0,06	0,06	0,00	0,04	0,05

Fuente: Texfina

Cuadro 38. Cantidad de producto arrastrado en el tejido –Ruta 3

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Tiempo	g (producto) /kg (tela)					
0	32,33	23,71	21,55	19,40	25,86	28,02
10	22,76	19,40	20,39	13,88	20,86	18,10
20	19,44	18,10	14,14	12,67	17,24	16,81
30	16,59	11,72	12,41	7,33	16,59	13,58
40	17,24	13,45	11,46	7,97	13,79	11,46
50	18,62	12,07	10,86	4,40	9,57	9,05
60	7,11	8,53	8,28	0,00	5,86	6,90

Fuente: *Texfina*

Donde:

Media: 14,75

Desviación estándar: 6,6

Cálculo de los límites superior e inferior:

EI: $215,5 \times 0,08 = 17,24$

ES: $215,5 \times 0,23 = 49,57$

Donde la especificación inferior (EI) está dada por el producto de la concentración volumétrica por la especificación del pick up el cual fue establecido de acuerdo a fichas técnicas.

Donde la especificación superior (ES) está dada por el producto de la concentración volumétrica por la diferencia del pick up, el cual se ha tomado teniendo en consideración que para la ruta 3 debe tener una diferencia entre 20 y 30 %, por lo que la diferencia de pick up elegido es de 23%, para que dentro del estudio tener un margen de tolerancia en las mediciones del pick up.

Hallando el C_p :

$$C_p = \frac{ES-EI}{6\sigma} = \frac{49,57-17,24}{6 \times 6,6} = 0,816$$

✓ N° de clase según la regla de Stugerss:

$$1+3,3 \log_{10}(\text{número de datos})= 1+3,3\log_{10}(42)$$

$$NC= 7$$

✓ El rango de clase

El rango de clase es la diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.

Y como se mencionó anteriormente se amplió.

$$R= 50-0$$

$$R= 50$$

✓ Longitud de clase LC:

La longitud de clase se establece de tal manera que el rango puede cubrirse en su totalidad por el número de clases determinado. Por lo que en ocasiones resulta más conveniente ampliar un poco el rango para que el histograma tenga una cobertura ligeramente mayor que la observada en la muestra.

$$LC= \frac{50-0}{7}$$

$$LC= 7,1428$$

Cuadro 39. Rangos y frecuencia de la cantidad de producto arrastrado por kilogramo de tela.

Con ampliación

N° Rango	RANGO			Frecuencia
1	0,0	7,1	[0,0 - 7,1>	5
2	7,1	14,3	[7,1 - 14,3>	18
3	14,3	21,4	[14,3 - 21,4>	13
4	21,4	28,6	[21,4 - 28,6>	5
5	28,6	35,7	[28,6 - 35,7>	1
6	35,7	42,9	[35,7 - 42,9>	0
7	42,9	50,0	[42,9 - 50,0>	0

Fuente: Texfina

Con el cual graficamos el siguiente histograma, el cual se observa en la figura 58.

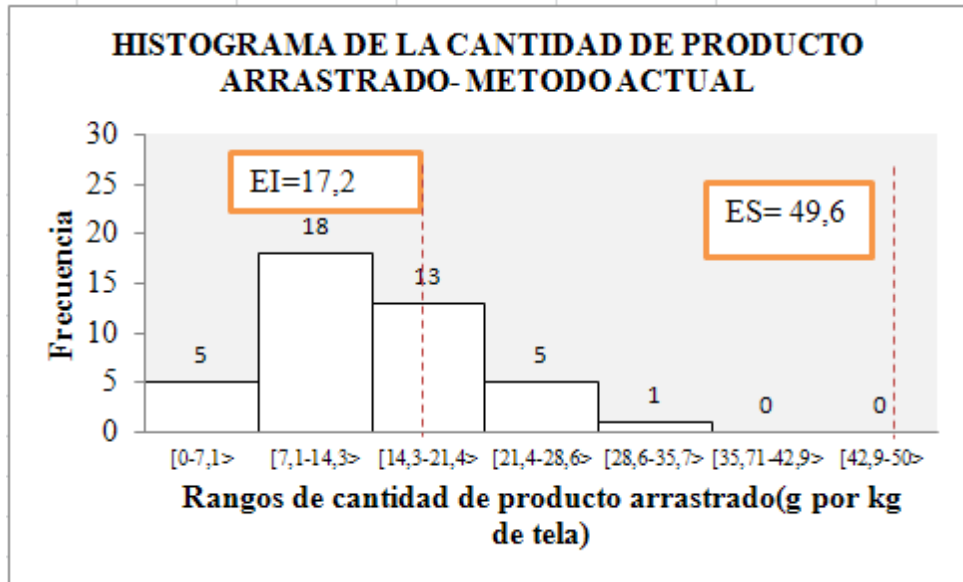


Figura 58. Histograma del método actual- Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene la siguiente Campana de Gauss, (Véase figura 59)

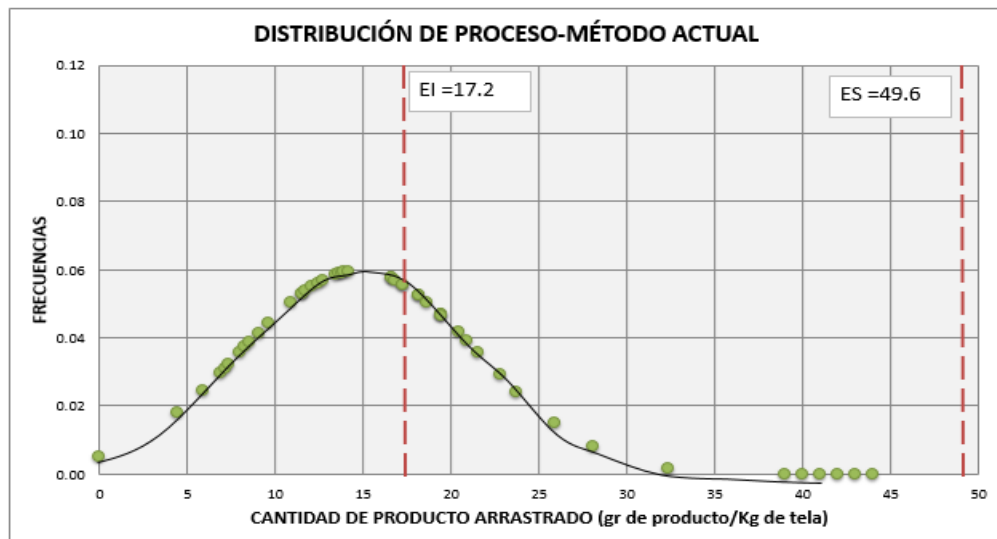


Figura 59. Distribución del proceso– Método Actual Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40. Parámetros estadísticos de la cantidad de producto arrastrado- ruta 3

Datos obtenidos	Valores
μ	14,75
σ	6,60
NC	7,00
R	50,00
LC	7,43
EI	17,24
ES	49,57
Cp	0,82

Fuente: Elaboración propia

En la figura 60 se muestra la estabilidad del proceso, de acuerdo a los datos del cuadro 40.

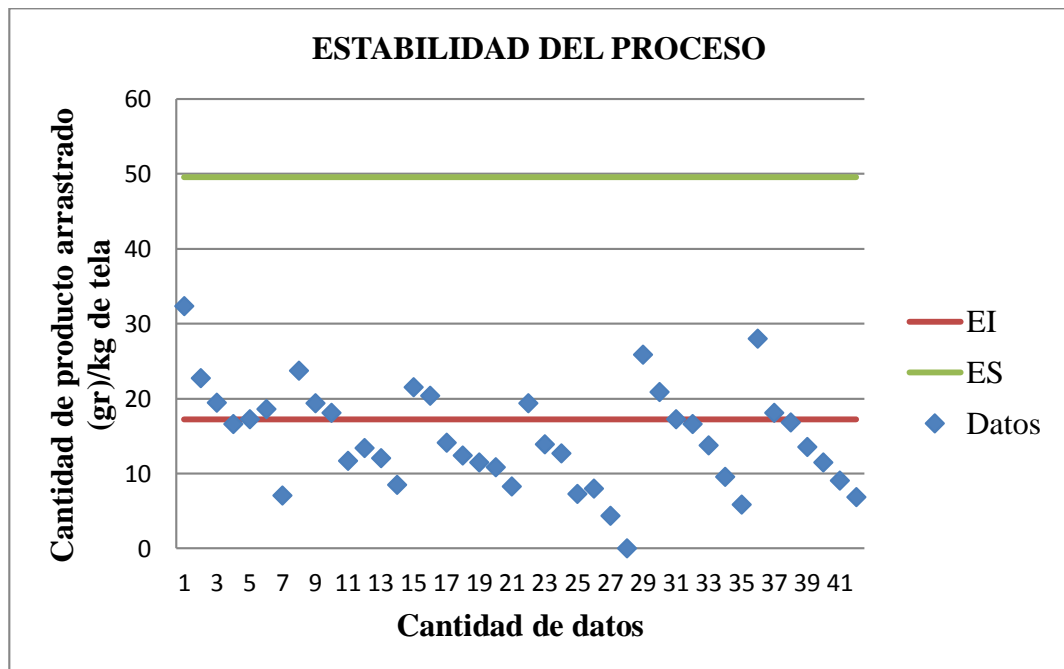


Figura 60. Estabilidad del proceso – Método Actual ruta 3.

Fuente: Elaboración propia

Donde la estabilidad es:

$$St = \frac{\text{número de puntos especiales}}{\text{número de puntos totales}}$$

$$St = \frac{29}{42} \times 100 = 69.048$$

4.2.2.4. Medición de indicadores del método actual

Ruta 2: Acabados húmedo en húmedo en tejidos sintéticos

Del cuadro 1 y 2 se han podido recopilar datos para el pH de extracción para colores blancos y otros colores respectivamente, con los cuales se evaluarán los indicadores de capacidad y estabilidad de acuerdo al estudio de línea de base.

A. Colores blancos

En la figura 53, se observa un deslizamiento hacia la derecha de la curva de distribución de datos, lo cual genera que la mayoría de los datos no estén dentro de las especificaciones tomadas por lo que presentan un $C_p = 0,26$ lo que quiere decir que es la capacidad del proceso, como se ha mencionado anteriormente en el capítulo III, está dentro de la clase o categoría 4, en el cual nos indica que no es adecuado para el trabajo. Se debe hacer un análisis del proceso, siendo este necesario. Requiere modificaciones.

Una tarea primordial del control de calidad es conocer qué tanto los valores de una variable de salida de un proceso son satisfactorios, y saber de esa manera si el proceso es capaz de cumplir las especificaciones para esa variable, en este caso la variable de salida es la cantidad de pH de extracción que se tiene en el tejido acabado.

Como ya se ha mencionado el índice C_p estima la capacidad potencial del proceso, pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso. Una forma de corregir es evaluar por separado el cumplimiento de las especificaciones inferior y superior, a través del índice de capacidad para la especificación inferior

(Cpi), y el índice de capacidad para la superior (Cps), que se calculan de la siguiente manera:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \dots\dots\dots (1)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (2)$$

Reemplazando 1 y 2 se tiene:

$$C_{pi} = \frac{5,95 - 4}{3 * 0,98} = 0,66 \dots\dots\dots (3)$$

$$C_{ps} = \frac{5,5 - 5,95}{3 * 0,98} = -0,15 \dots\dots\dots (4)$$

La medición de los índices de capacidad nos muestran que la media de los datos del pH de extracción es mayor a la especificación superior, es decir está centrado fuera de los límites de las especificaciones inferior y superior hacia el lado derecho, es por esto que la capacidad de la especificación superior es negativa y el índice de la capacidad inferior es mayor que él Cp (capacidad potencial del proceso). También por su parte el índice de capacidad real del proceso (Cpk) se puede ver que es el valor más pequeño entre él Cpi y Cps que es negativo corroborando que la media del proceso está fuera de las especificaciones. Un análisis de este tipo en el proceso nos permite concluir que el diseño del proceso no es el adecuado para cumplir con las especificaciones, siendo necesario el rediseño de alguno o más de algún agente variable del proceso (6M).

Con una estabilidad de 45,71 y un Cpk negativo nos da un proceso tipo D que indica incapaz e inestable.

B. Otros colores

Se observa que nuestros datos están dentro de las especificaciones del pH de extracción, el Cp es de 1,12 el cual lo ubica dentro de la clase o categoría 2, la cual nos indica particularmente adecuado, requiere de un control estricto.

Hallando el *Cpi* y *Cps*:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \dots\dots\dots (1)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (2)$$

Reemplazando en (1) Y (2) tenemos:

$$C_{pi} = \frac{6-4}{3*0,47} = 1,42..... (3)$$

$$C_{ps} = \frac{7,5-6}{3*0,47} = 1,06..... (4)$$

El valor de $C_{pk} = \min \{C_{pi}, C_{ps}\}$, siendo este próximo al C_p , lo que indicara que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones.

Para los tejidos de colores de la ruta 2, posibles mejora estarían relacionadas a la eficiencia del proceso, sin embargo en el presente estudio las mejoras están más relacionadas al rediseño en alguno de los factores de variabilidad del proceso, por lo que se dejara como una recomendación el control estricto del proceso.

Con una estabilidad S_t de valor cero y C_{pk} mayor a 1 podemos decir que nos da un proceso estable y capaz.

Ruta 3: Acabados en húmedo sobre húmedo en tejidos de algodón y sus mezclas con sintéticos.

Donde se observa un deslizamiento hacia la izquierda, lo cual genera que la mayoría de los datos no estén dentro de las especificaciones tomadas por lo que presentan un $C_p = 0,816$ lo que quiere decir que es la capacidad del proceso, como se ha mencionado anteriormente está dentro de la clase o categoría 3, donde el proceso es no adecuado para trabajar y se requiere hacer un análisis para determinar las modificaciones a realizar.

Una tarea primordial del control de calidad es conocer qué tanto los valores de una variable de salida de un proceso son satisfactorios, y saber de esa manera si el proceso es capaz de cumplir las especificaciones para esa variable, en esta ruta la variable de salida es la cantidad de producto arrastrado en gramos por kilogramo de tela.

Como ya se ha mencionado el índice C_p estima la capacidad potencial del proceso pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso. Una

forma de corregir es evaluar por separado el cumplimiento de las especificaciones inferior y superior, a través del índice de capacidad para la especificación inferior (Cpi), y el índice de capacidad para la superior (Cps), que se calculan de la siguiente manera:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \dots\dots\dots (1)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (2)$$

Reemplazando en 1 y 2:

$$C_{pi} = \frac{14,75 - 17,24}{3 * 6,67} = -0,12 \dots\dots (3)$$

$$C_{ps} = \frac{49,57 - 14,75}{3 * 6,67} = 1,74 \dots\dots (4)$$

Luego, el C_{pk} es igual:

Mínimo {Cpi, Cps}

El C_{pk} es cero, e indica que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Como el C_{pk} es menor que el C_p , entonces existe un problema de centrado del proceso, con lo cual alcanzaría un mejor potencial actual.

La estabilidad del proceso nos indica que es un proceso inestable, que estamos en un proceso tipo D.

Para lo cual debemos recordar:

Las causas especiales de variación que aparecen con mucha frecuencia, por lo que es un proceso cuyo desempeño, de por sí malo, es difícil de pronosticar. Como se está ante un proceso muy inestable, más que tratar de identificar qué pasó en cada punto especial, es mejor orientarse a detectar los patrones que siguen tal inestabilidad, para de esa manera generar conjeturas (hipótesis) sobre las posibles causas de la inestabilidad. En estos casos, se debe partir de la idea de que un proceso muy inestable es un proceso pobremente estandarizado, en el que es posible que haya cambios continuos o mucha variación atribuible a materiales, métodos, mediciones, diferencias en las condiciones de operación de la maquinaria y desajustes, distintos criterios y capacitación de operarios, etcétera.

Para el caso del método actual se tiene que la diferencia de pick up es un factor no estandarizado y la concentración es variable ya que es un proceso húmedo sobre húmedo y ello altera la concentración del baño, esta última es una variable de salida la cual nos ayuda a ver la calidad del proceso final ya acabado.

Por lo tanto en el método mejorado los nuevos datos obtenidos son corregidos por un método en el cual se tiene incorporado en el proceso un volumen de refuerzo, el cual se explicara en la mejora de esta ruta.

4.2.2.5.Resultados del análisis del método actual

Ruta 1: Acabados en seco sobre húmeda para resinados

A continuación se muestran los resultados del análisis de línea de base evaluando las variables de acuerdo al método de las 6M's.

- Análisis de 6M's
 - Mano de obra
 - Falta de capacidad de trabajo en equipo.
 - Máquinas
 - Panel de control derecho inhabilitado.
 - Panel de control izquierdo permite control no integrado de actuadores.
 - No hay mantenimientos de campos de rama.
 - Limpieza de Chimeneas (situación inicial 1 x semana).
 - Medición
 - No hay pesaje de insumos.
 - Medio ambiente
 - Métodos
 - Método de cálculo de volumen de preparación.
 - No hay estandarización de la forma de calcular.
 - Materiales (En buen estado).
 - Falta estandarización de procesos

- Dilución de producto
- Pesaje de insumo
- Procedimiento de despacho de insumos.

Ruta 2: Acabado en húmedo sobre húmedo para sintéticos

A continuación se muestran los resultados del análisis de línea de base evaluando las variables de acuerdo al método de las 6M's y también la estabilidad y capacidad del proceso.

- Análisis de 6M
 - Mano de obra
 - Solo hay 1 operario que tiene capacidad de controlar.
 - Máquinas
 - Panel de control derecho inhabilitado.
 - Panel de control izquierdo permite control no integrado de actuadores.
 - No hay mantenimientos de campos de rama.
 - Limpieza de Chimeneas (situación inicial 1 x semana).
 - Medición
 - Pesaje de insumos.
 - Medio ambiente
 - Métodos
 - Método de cálculo de volumen de preparación
 - No hay estandarización de la forma de calcularlo.
 - Materiales (En buen estado)
 - Falta estandarización de procesos
 - Dilución de producto
 - Pesaje de insumo
 - Procedimiento de despacho de insumos
- Estado del proceso (Indicadores)
 - pH de extracción: Proceso incapaz e inestable con respecto a esta especificación.

- Para colores blancos
 - ✓ $C_p=0,26$
 - ✓ $St = 45,71$
- Para otros colores
 - ✓ $C_p= 1,12$
 - ✓ $St = 0$

Ruta 3: Acabados en húmedo sobre húmedo para tejidos de algodón y sus mezclas con sintéticos.

A continuación se muestran los resultados del análisis de línea de base evaluando las variables de acuerdo al método de las 6M's y también la estabilidad y capacidad del proceso.

- Análisis de 6M
 - Mano de obra
 - Solo hay 1 operario que sabe controlar
 - Máquinas
 - Panel de control derecho inhabilitado
 - Panel de control izquierdo permite control no integrado de actuadores
 - No hay mantenimientos de campos de rama
 - Limpieza de Chimeneas (situación inicial 1 x semana)
 - Medición
 - Pesaje de insumos
 - Medio ambiente
 - Métodos
 - Método de cálculo de volumen de preparación
 - No hay estandarización de la forma de
 - Materiales (En buen estado)
 - Falta estandarización de procesos
 - Dilución de producto
 - Mala coordinación en el despacho de insumos
- Estado del proceso (Indicadores)

- pH de extracción: Proceso incapaz e inestable con respecto a esta especificación
 - ✓ $C_p = 0,816$
 - ✓ Proceso tipo D

Los problemas en el proceso comienzan por la pérdida de la concentración en el baño de la tina de foulard, a esto se suma el incremento del pick up en las partes inferiores de cada coche debido a la transferencia por efectos gravitatorios.

Esto se ve reflejado en la disminución de cantidad de producto que arrastra el tejido generando el defecto cabeza-cola en la suavidad del tejido.

CAPÍTULO V: DISEÑO, EXPERIMENTACIÓN- METODO MEJORADO

5.1.Situación mejorada

Es importante resaltar que el conjunto de métodos propuestos son parte del proyecto de control de procesos en acabados; en una etapa experimental se realizaron estos cambios en la rama 2. Adicionalmente se valora la cooperación activa de la dirección, los operarios y los supervisores para facilitar el estudio de la línea de base, con el sinceramiento del caso para la evaluación de los problemas, así como la predisposición brindada para la experimentación e implementación de métodos de mejora.

5.1.1. Método Mejorado

Esta parte del estudio se estructura de la siguiente manera, de acuerdo a la figura 61.

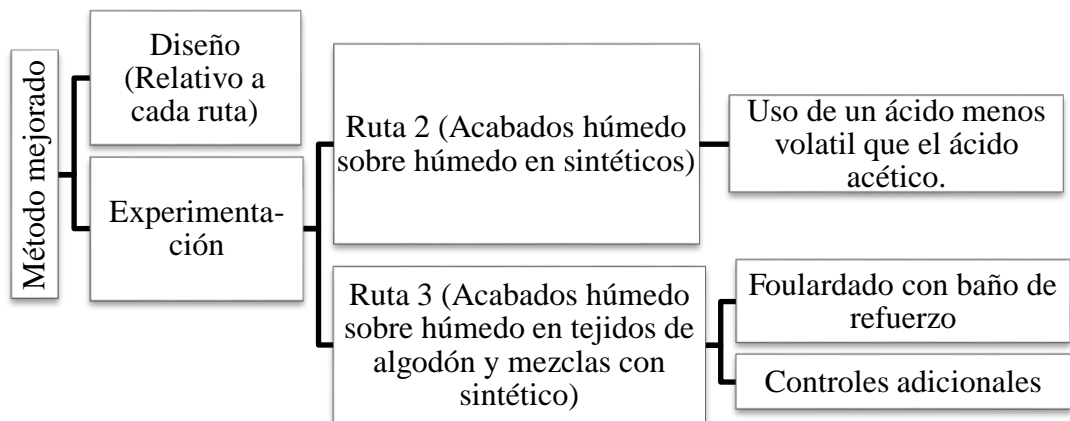


Figura 61. Estructura del método mejorado

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de capacidad de los procesos, se utilizaron las estrategias de mejora para procesos de tipo D, en el caso 2 y 3. Como parte final del estudio se evalúa el éxito del proyecto con la medición de los indicadores, y un análisis de

costos para terminar presentando algunas recomendaciones, dando margen a posibles acciones de mejora adicionales que no se llegaron a implementar.

5.1.2. Diseño de rutas

El diseño previo al rodaje de experimentos modifica el sentido intuitivo en la investigación, por un método más eficaz, es aquí donde el estudio de línea de base ha permitido detectar las principales falencias en cada uno de las rutas.

- Diseño en el Ruta 1 (Acabado seco sobre húmedo para resinados).

Los principales problemas en esta ruta van ligados fundamentalmente a la falta de estandarización en la mano de obra, una falta en un plan de mantenimiento de los equipos y el uso de métodos empíricos para el cálculo, por lo cual a continuación se describen las siguientes acciones correctivas y preventivas:

Implementación de un sistema de control para las principales variables de entrada

- Método
 - Cálculo de volumen de preparación del baño mediante el control del pick up
 - Realización de procedimientos e instructivos para las siguientes operaciones:
 - ✓ Procedimiento para el despacho de insumos
 - ✓ Instructivo para la dilución del baño
 - ✓ Instructivo para el pesado de insumos
 - ✓ Instructivo para la medición del pick up
 - Elaboración de una base de datos para el control de pick up
- Mediciones adicionales
 - Implementación de balanza para pesar insumos
 - Control del pick up
- Controles en la rama
 - Verificación de dispositivos
 - Mantenimiento y limpieza en la rama

- Verificación de uniformidad de producto arrastrado por el tejido en el acabado

Cálculo de volumen de preparación del baño mediante el control del pick up

La impregnación del tejido en el foulard es un sistema abierto a la salida de baño (Véase figura 62), debido a que el tejido arrastra una cantidad de producto de la tina del foulard.

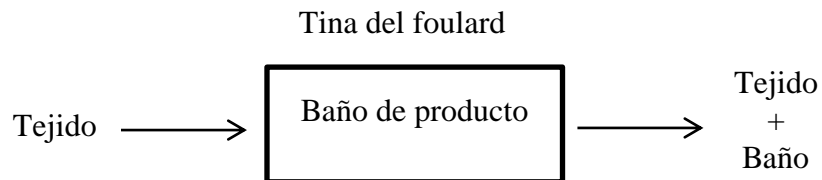


Figura 62. Impregnación del tejido

Fuente: Elaboración propia

Esta cantidad de baño que es arrastrada es uniforme a través del tejido debido al exprimido posterior a la impregnación, y en forma volumétrica por unidad de masa de tejido es el pick up. El cálculo de la cantidad volumétrica de producto arrastrado es:

$$V.ar(L) = Pick\ up * M(kg)$$

Dónde:

V.ar: Volumen de baño arrastrado por el tejido (L)

M: Masa de tejido (kg)

Sin embargo, la cantidad de volumen arrastrado es una cantidad inferior a la que se tiene que preparar debido a la geometría de la tina del foulard, y que se debe considerar el volumen mínimo de impregnación para que el tejido sea correctamente impregnado durante todo el proceso. Este volumen mínimo de

impregnación es debido a la forma de la tina del foulard, y es un volumen muerto de baño en la tina que no puede ser absorbido por el tejido.

Como se puede ver en la figura 63, la tina de la rama N°2 tiene un economizador que es un volumen ocupado por una placa de acero hueca con el único fin de reducir el volumen mínimo de impregnación.

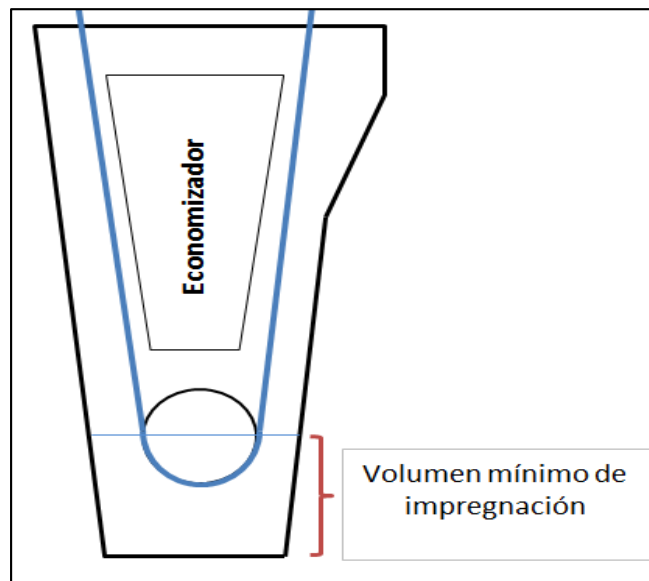


Figura 63. Vista de perfil de una tina del foulard

Fuente: Elaboración propia

Considerando este correctivo en los cálculos el volumen que se deba preparar para optimizar la cantidad de baño y asegurar una correcta impregnación se podrá calcular por la siguiente fórmula:

$$V.P(L) = V.min(L) + Pick\ up * M(kg)$$

Dónde:

V.P: Volumen de preparación (L)

V.min: Volumen mínimo de preparación (L)

M: Masa de tejido (kg)

Sin considerar el control del pick up, para esta ruta no es necesaria la experimentación debido a que en general para mejorar el proceso la principal herramienta utilizada es la de la implementación de un sistema de control.

Realización de procedimientos e instructivos para las siguientes operaciones

Parte importante de la estandarización de los procesos es el uso de procedimientos

Cuadro 41. Lista de procedimientos

Lista de procedimientos	Código
Procedimiento para el despacho de insumos	TEXACA –P001
Instructivo para la dilución del baño	TEXACA I002
Instructivo para el pesado de insumos	TEXCOC –I006
Instructivo para la medición de la concentración y calibración del refractómetro.	TEXACA-I003

Fuente: Elaboración propia

Mediciones adicionales

- Implementación de balanza para el pesaje de insumos

La medición de la cantidad de insumos a preparar debe de realizarse en forma gravimétrica por lo cual se implementará una balanza para dicho control.

- Control del pick up

Se debe monitorear para controlar la cantidad de producto que el tejido está arrastrando, así como para encontrar su relación con los parámetros de máquina (presión y velocidad de rodillos del foulard) y los del tejido.

- Controles en la rama

Los costos de la energía (electricidad, vapor, gas) representan más del 60% de la inversión inicial de un sistema de acabado (Textiles panamericanos, 2010). Sin embargo, la operación habilidosa y el mantenimiento regular de la rama ayuda a

reducir los costos de manera significativa (Textiles panamericanos, 2010). Para esto se mencionan los siguientes controles:

- **Verificación de dispositivos.**
- **Plan de mantenimiento:** Para estos fines se necesita de la verificación y la corrección de los dispositivos en la rama tales como:
 - **Verificación de estado de rodillos del foulard:** Se realiza la prueba sobre alguna superficie delgada que al pasar entre los rodillos del foulard permita verificar la huella de los rodillos del foulard, se puede realizar con un pliegue de hoja calca que este sobre entre un par de pliegues de hojas bond, y verificar si la presión de los rodillos es uniforme en cada parte a lo largo de los rodillos del foulard, es importante verificar en el rango de presiones con las cuales pasan los tejidos.
 - **Verificación de temperatura de campos:** La verificación se realiza con un papel indicador de temperatura que tenga un rango de medición en el cual trabaje la rama, generalmente entre 100°C a 200°C. Este papel engancha a un tejido e indicará la mayor temperatura a la cual ha sido expuesta. Para verificar la temperatura es necesario hacerlo para cada campo de la rama por lo que el resto de campos deberán estar inactivos en cada ruta.
 - **Verificación de la velocidad de los actuadores:** Tales como la cadena transportadora, los rodillos del foulard; es importante este control debido a que el tejido debe tener un tiempo específico de residencia dentro de los campos de secado. El control de la velocidad de la cadena transportadora se realiza con un cronómetro y el cálculo del promedio de diez mediciones como mínimo, este valor debe corroborar lo programado en el panel de control, y se usa un tacómetro para verificar la velocidad del foulard con respecto a lo programado.

- **Control del exprimido de rodillos de foulard:** El correcto exprimido del tejido en el foulardado, para asegurar que el efecto de escurrimiento sea uniforme sobre todo el ancho. Mientras más humedad sea removida y, mientras mejor sea esta remoción, se requerirá menos energía para el secado (Textiles panamericanos, 2010).
- **Control de la temperatura de secado:** La temperatura de secado varía entre 105°C y 150°C (dependiendo del tejido). Valores mayores a estos podrían significar falta de limpieza o pérdida de calor en alguna parte de la máquina.
- **Plan de mantenimiento:** El solo llevar un régimen de mantenimientos correctivos produce paradas de máquina costosas y no planificadas, es por ello que cambiar el enfoque hacia la planificación y puesta a marcha de mantenimientos preventivos reduce costos de mantenimientos y tiempos de parada a largo plazo.
 - **Plan de limpieza:** Los filtros de borra del sistema deben ser inspeccionados al menos una vez en cada turno para asegurar de que están limpios, y deben ser limpiados con un cepillo o deben ser aspirados si es necesario.
 - Los módulos para la recuperación del calor también requieren limpieza a los intervalos prescritos. Rejillas e intercambiadores de calor sucios reducen de manera substancial la producción del sistema, al mismo tiempo que incrementan el consumo de energía.
- Diseño para la Ruta 2 (Acabado húmedo sobre húmedo en sintéticos).

Esta ruta presenta los mismos problemas de estandarización que en la ruta 1, por lo cual se toman las mismas medidas, sin embargo se debe tener en cuenta algunas modificaciones en la forma del cálculo de preparación del baño, y los problemas fundamentales correspondientes a la no conformidad de la especificación del pH de extracción. Para estos fines se presenta:

- Método
 - Cálculo de volumen de preparación del baño
 - Realización de procedimientos (mismos procedimientos que para la ruta 1)
 - Elaboración de una base de datos para el control de pick up
- Medición
 - Control del pick up
- Comparación entre dadores ácidos alternativos al ácido acético
 - Para la descarga en ácido
 - Para el acabado

Cálculo de volumen de preparación del baño

Los cálculos para el volumen de preparación son similares a la ruta 1, sin embargo en esta ruta el tejido ingresa húmedo posterior al proceso de centrifugado (Véase figura 64).

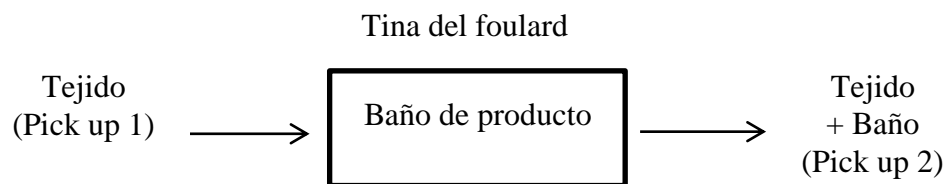


Figura 64. Impregnación para tejidos sintéticos

Fuente: Elaboración propia

Es decir, la cantidad de producto que arrastre el tejido no puede controlarse solamente con el pick up de la salida del foulard, puesto que también dependerá del pick up inicial con el que contaba el tejido antes de la impregnación, por ello se centra el control en esta diferencia, y se puede calcular de la siguiente manera:

$$\Delta \text{Pick up} = \text{Pick up 2} - \text{Pick up} \dots\dots(1)$$

Considerando este arreglo para fines del cálculo de volumen de impregnación se tiene:

$$V.P(L) = V.min(L) + \Delta Pick\ up * M(kg) \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

V.P: Volumen de preparación (L)

V.min: Volumen mínimo de preparación (L)

M: Masa de tejido (kg)

Control del pick up

El control del pick up es correspondiente al control sobre la diferencia de pick up en el tejido, así como el pick up previo al foulardado en el tejido centrifugado, estos parámetros deben ir relacionados con la presión y la velocidad de los rodillos del foulard.

Comparación entre ácidos

Los resultados demuestran que el ácido acético no está cumpliendo la función de regular el pH en el tejido al final del acabado, por lo que se buscará un dador ácido alternativo.

Para llevar a cabo esto se considerará tanto la fuerza ácida como la volatilidad del ácido para seleccionar posibles alternativas de ácidos (Véase el cuadro 42), a distintas concentraciones.

Esto se debe de contrastar con los resultados del pH de extracción en cada ruta, para en un segundo momento evaluar posibles efectos adversos sobre alguna otra variable (color del tejido, olor, etc.) y un análisis del costo-beneficio para la mejor alternativa.

Cuadro 42. Propiedades químicas de ácidos

Ácido	Estado (T° ambiente)	Fuerza ácida (pK _{a1})	Volatilidad (T° ambiente)
Ácido acético	Líquido	4,757	Muy volátil
Ácido cítrico	Sólido (Granular)	3,128	No presenta
Ácido fórmico	Líquido	3,745	Volátil
Sirrix 2UD Liq.	Líquido	Desconocida	Desconocida

Fuente: Fichas técnicas

A continuación, describen tratamientos para evaluar el desempeño de los ácidos sobre los tejidos de poliéster con elastano, de acuerdo al cuadro 43.

Cuadro 43. Características de ácidos

Proceso	N°	Receta (g/L)	Parámetros
Descargar en ácido	1	1 g/L Ácido acético	5 min
	2	1 g/L Ácido Cítrico	5 min
Acabado por impregnación (Previa descarga en 1 g/L de ácido acético)	3	20 g/L Rucofin HHS 5 g/L Sirrix 2UD Liq. 0,5 g/L Ácido fórmico	P: 3 bar V: 12 m/min T: 140°C
	4	20 g/L Rucofin HHS 0,5 g/L Ácido cítrico 0,5 g/L Ácido fórmico	P: 3 bar V: 12 m/min T: 140°C

Fuente: Elaboración propia

- Diseño para la Ruta 3 (Acabado en húmedo sobre húmedo para tejidos de algodón y mezclas con sintéticos)

Los problemas de la ruta 3 adicionales a la falta de estandarización, tienen que ser llevados al campo del rediseño del proceso, debido a la incapacidad y falta de estabilidad para llevarnos de un acabado uniforme.

Análisis del foulardado

Considerando a la tina del foulard como un sistema (Véase figura 65), este sistema es abierto a la salida de insumos en el baño debido a la cantidad de sustancia que arrastra el tejido, esta pérdida en la concentración del baño se mide a través de la velocidad de pérdida de concentración (V.P).

El pick up del tejido permite calcular la cantidad volumétrica de baño que arrastra el tejido, este será el producto entre el pick up y la cantidad de tejido que pase por la tina. Así mismo tomando en cuenta la miscibilidad entre los insumos utilizados con el agua y su densidad cercana a la 1 g/mL para facilitar el cálculo se considera que la densidad del baño en la tina es de 1 g/mL.

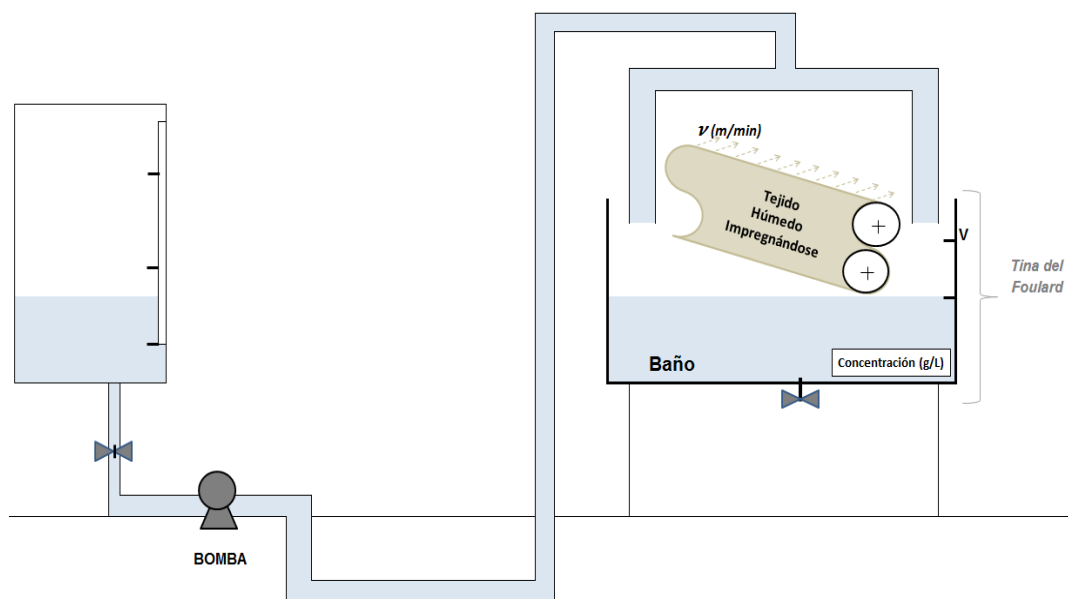


Figura 65. Sistema de foulardado

Fuente: Elaboración propia

Principio: Balance de masa de producto en la tina del foulard

$$M.P_{\text{final en la tina}} = M.P_{\text{inicial en la tina}} - M.P_{\text{que arrastra la tela}}$$

Dónde:

M.P: Masa de producto

Para poder corregir la pérdida de la concentración en el baño de la tina es necesario un refuerzo adicional que al combinarse con la tina mantenga la concentración, y adicionalmente permita mantener constante el volumen. Adicionalmente el baño de refuerzo deberá ser continuo durante todo proceso, debido a que la pérdida de concentración y volumen en el baño de la tina es continua durante todo el pase del tejido.

El caudal del baño de refuerzo tiene que ser igual a la cantidad volumétrica de baño que arrastra el tejido, así mismo el volumen que arrastra el baño dependerá del pick up del tejido (véase anexo 7), el rendimiento de la tela y la velocidad con la cual pasa el tejido.

Teniendo en consideración el baño de refuerzo del tejido esta ecuación de balance de materia sería la siguiente:

$$M.P_{final} = M.P_{inicial} - M.P_{que\ arrastra\ la\ tela} + M.P_{ba\~no\ de\ refuerzo} \dots (1)$$

Considerando al baño como una solución, podemos representar la ecuación en términos de la concentración en peso, de 1 tenemos:

$$[\]_f * V_f = [\]_{inicial} * V_{inicial} - [\]_{arrastrado} * V_{arrastrado} + [\]_{refuerzo} * V_{refuerzo}$$

Con el baño de refuerzo la concentración tanto al inicio como a final y durante todo el proceso debe ser constante:

$$[\]_{al\ final} = [\]_{inicial} = \text{concentración en la tina del foulard constante}$$

Cálculo de los volúmenes

El volumen inicial no es dependiente de ninguna variable; sin embargo tiene que ser mayor al volumen mínimo de impregnación, que para la tina de la rama 2 es de 120 L. Asimismo mientras menor sea el volumen inicial menor será la concentración del volumen de refuerzo, por lo cual es conveniente que sea el menor respetando el límite del volumen mínimo de impregnación.

- $Volumen_{inicial}(L)$ es fijado experimentalmente
- $Volumen_{que\ arrastra\ la\ tela}(L) = \Delta Pick\ Up \left(\frac{L}{kg\ de\ tela} \right) * M(kg\ de\ tela)$
- $V_{de\ refuerzo}(L) = Q_{de\ refuerzo} \left(\frac{L}{min} \right) * Tiempo(min)$
- $V(L) = V_{inicial}(L) - V_{que\ arrastra\ la\ tela}(L) + V_{de\ refuerzo}(L)$

Cálculo de las concentraciones

- $[]_{inicial} \left(\frac{g}{L} \right) = \sum \text{concentraciones de insumos del baño}$
- $[]_{que\ arrastra\ la\ tela} \left(\frac{g}{L} \right) = V.P \left(\frac{g}{L.min} \right) * Tiempo (min)$
- $[]_{de\ refuerzo} \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{Vol.inicial(L) * V.P \left(\frac{g}{L.min} \right)}{Q \left(\frac{L}{min} \right)}$
- $[]_{final} \left(\frac{g}{L} \right)$ se mide con el refractómetro
- $Factor\ de\ refuerzo = \frac{[]_{de\ refuerzo} \left(\frac{g}{L} \right)}{[]_{inicial} \left(\frac{g}{L} \right)}$
- $Q_{baño\ de\ refuerzo} \left(\frac{L}{min} \right) = \frac{v_{de\ la\ tela} \left(\frac{m}{min} \right) * \Delta Pick\ Up \left(\frac{L}{kg\ de\ tela} \right)}{Rendimiento \left(\frac{m}{kg\ de\ tela} \right)}$
- $\Delta Pick\ Up \left(\frac{L}{kg\ de\ tela} \right)$ Diferencia del pick up

El diferencial de Pick Up depende de la presión (bar) de los rodillos del foulard, que debe ser definido antes de iniciar el proceso.

$$Pick\ Up \left(\frac{L}{kg\ de\ tela} \right) = \frac{Volumen_{Agua\ o\ solución\ en\ la\ tela}(mL)}{Masa_{tela\ seca}(g)}$$

$$V_{líquido\ tela}(mL) = (M_{Tela\ Húmeda} - M_{Tela\ Seca}) / \rho, \rho_{SOLUCIÓN} = 1g/mL$$

$$\circ \quad \text{Tiempo (min)} = \frac{\text{Rendimiento} \left(\frac{m}{kg}\right) * \text{Masa}_{\text{tela}}(kg)}{v \left(\frac{m}{min}\right)}$$

Verificación del Tiempo: Debe haber una verificación del tiempo en los cálculos para verificar que se pueda dosificar el baño de refuerzo durante todo el proceso.

Ejemplo:

$$\text{TIEMPO} = \frac{\text{Rendimiento} * \text{Peso}}{\text{Velocidad}} = \frac{2,86 * 1200}{14} = 245,14 \text{ min} \Leftrightarrow \text{TIEMPO} =$$

$$\frac{\text{Volumen de Refuerzo}}{\text{Caudal}} = \frac{180}{0,73} = 246,57 \text{ min}$$

$\circ \quad V.P \left(\frac{g}{L.min}\right)$; disminución de la concentración de baño en la tina del foulard por minuto (Experimentalmente, se usa el refractómetro)

$$V.P \left(\frac{g}{L.min}\right) = \frac{[\]_{\text{inicial}} \left(\frac{g}{L}\right) * V_{\text{inicial}}(L) + [\]_{\text{refuerzo}} \left(\frac{g}{L}\right) * V_{\text{refue.}}(L) - [\]_{\text{al final}} \left(\frac{g}{L}\right) * V_{\text{final}}(L)}{\text{Dif. de Pick Up} \left(\frac{L}{kg \text{ de tela}}\right) * \text{Masa de la Tela (kg)} * \text{Tiempo (min)}}$$

Diseño y planificación de acciones del método propuesto

Dentro de las acciones que se necesitan realizar para implementar el método propuesto, es imperioso el análisis de las siguientes acciones:

- a) Dosificación del baño de refuerzo continuo
- b) Homogeneizar la concentración en el baño de la tina entre el baño de refuerzo y el baño inicial.
- c) Control de la concentración del baño
- d) Realización de una aplicación informática para el cálculo de los parámetros
- e) Control del pick up
- a) Dosificación del baño de refuerzo continuo

La dosificación debe ser a través de un dispositivo con las siguientes características:

- Dispositivo que permita la dosificación continua del baño de refuerzo, con capacidad operativa prolongada debido a que los procesos pueden llegar a durar de 5 a 6 horas, con paradas de 30 minutos aproximadamente entre acabado y acabado.

- Alta resistencia química para trabajar en un rango de pH entre 4 a 8, con alta resistencia a la corrosión.
- Resistencia para operar en un rango de temperatura entre 20 a 60°C.
- Facilidad para la regulación del caudal, para esto se presenta el siguiente análisis.

Considerando los parámetros extremos para calcular el mínimo y el máximo caudal necesario para la dosificación se obtiene:

Cuadro 44. Rango de operación para la dosificación

Rango	Rendimiento (m/kg)	Δ Pick up (L/kg)	Velocidad (m/min)	Caudal – Q (L/min)
Mínimo Q	1,5	5	12	0,3
Máximo Q	3,0	20	15	2,0

Fuente: Fichas técnicas- Texfina

Considerando estos factores se eligió una bomba dosificadora de marca OBL y modelo MC 120 A M3162 (Véase figura 66).



Figura 66. Bomba dosificadora.

Fuente: Ficha técnica-Bombas OBL

b) Dosificación del baño de refuerzo continuo

Adicionalmente a la dosificación continua, es necesario uniformizar el baño en toda la tina, para estos fines se tiene la necesidad que el baño de refuerzo se disperse por todo el baño y este en continuo mezclado con el baño de la tina. Sin embargo, el mezclado no debe de ser turbulento ya que este puede ocasionar la formación de espuma, y la formación de espuma no permite controlar el volumen del baño. Para poder dispersar el baño a través de la tina se utilizará una flauta (Véase figura 67), que es un tubo hueco con orificios de 3mm de diámetro del largo de la tina del foulard, por este se dosificará el baño de refuerzo, que al entrar en contacto con el baño inicial se mezclará debido al propio movimiento del tejido con el baño.

Para el control del volumen en el baño de la tina, se utilizará un visor para nivel del volumen, considerando la densidad del baño cercana a 1g/ml y el principio de Arquímedes; este dispositivo será efectivo para dichos fines.

En la figura 67 se puede visualizar el sistema planteado para mantener la concentración del baño constante, las mediciones mencionadas para este método deberán de integrarse a las realizadas en los monitoreos.

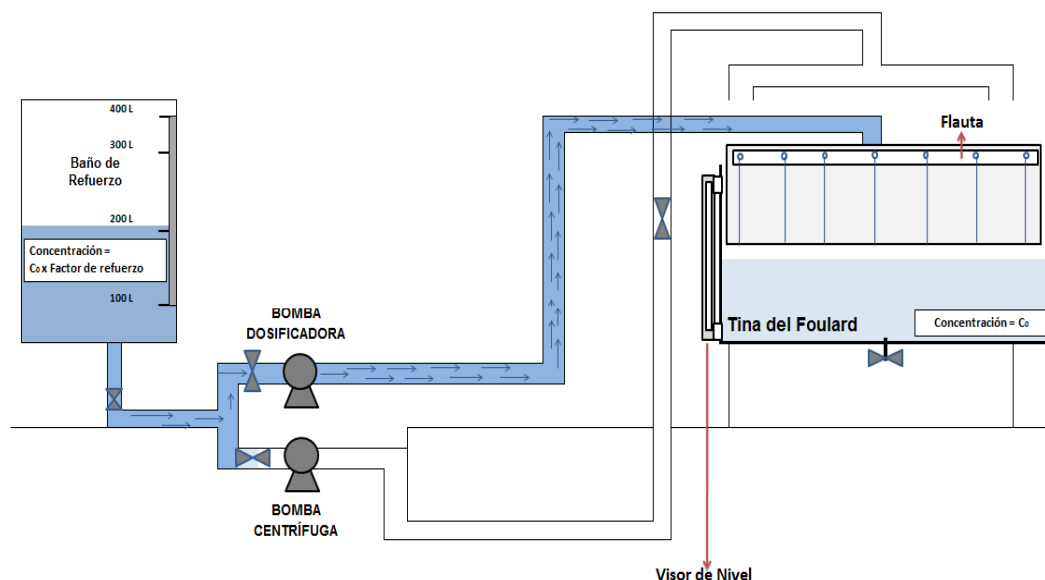


Figura 67. Sistema para el método con baño de refuerzo

Fuente: Elaboración Propia

También se creó para una estandarización de los productos a utilizar, el llamado vale de acabados. Los procedimientos que seguirá el encargado del vale de acabados se visualizará en el anexo 1.

En esta ruta se generan vales de acabado para determinar las cantidades que serán necesarias, solo se generarán los vales para acabados en húmedo sobre húmedo para artículos de:

- 100% Algodón
 - Algodón /Elastano
 - Algodón/Poliéster
- ✓ En la hoja de cálculo «Generación de vale de acabados» se ingresan los siguientes datos:
- Peso de la partida (kg)
 - Rendimiento de la tela
 - Velocidad real programada
 - Diferencia de pick up del tejido
 - La receta de la ficha técnica. (concentraciones (g/L) de productos)
 - Velocidad de pérdida (g/L.min)

Los datos se rellenan en los recuadros amarillos de la figura 68, de la aplicación en Excel del Vale de acabados.

DATOS DE INGRESO			
Artículo:		Rama:	
Color:			
RUTAS:			
Peso (kg):		VOLUMEN INICIAL: 120 L	
Rendimiento (m/kg):		g/L	Producto
Velocidad de máquina (m/min):			Descripción
Diferencia de Pick up (%):			Perrustol CDV
Velocidad de Pérdida (g/L.min):			Rucofin HHS
Volumen Inicial (L):	120		Sirrix 2UD
			Rucofin STG
			Caranina NC Liq.
			Solsoft UP
			Arkofix NDF
			Catalizador NKB

Figura 68. Hoja de cálculos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 69 se observa el vale generado a través de la aplicación en Excel del vale de acabados.

texfina		VALE DE ACABADO	
ARTICULO:		COLOR:	RAMA:
RUTAS:		PESO:	
VOLUMEN : INICIAL		PRESIÓN:	
g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)	
VOLUMEN : REFUERZO		CAUDAL:	
g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)	
FECHA DE EMISIÓN:	HORA:	TURNO:	
SUPERVISOR:		FIRMA	
OPERARIO:		FIRMA	

Figura 69. Vale de acabados

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Experimentación

Ruta 2: Acabados en húmedo sobre húmedo para sintéticos

Como se describe anteriormente tenemos la medida del pH de extracción para colores blancos y otros colores siendo estas dos variables de salida los cuales determinan la conformidad de la calidad para el cliente.

A. Colores blancos

Como se ha visto en los colores blancos se observó un Cp dentro de la clase o categoría 4 en la escala Six Sigma, en el cual nos indica que no es adecuado para el proceso. En el que se debe hacer un análisis del proceso, siendo este necesario, el cual requiere de modificaciones.

Se analizará el proceso, para eso se recordará el proceso de neutralizado posterior al teñido de poliéster con elastano, donde se le hacen dos enjuagues en caliente a 80°C, y una descarga en ácido con 1 g/L de ácido acético. (Véase figura 48).

Para realizar la prueba sobre poliéster con elastano se tomaron muestras de color debido a la falta de muestras de color blanco ya que en ese momento no estaban manufacturando, sin embargo, los resultados de las pruebas serán las mismas sin depender del color debido a que tal factor no influye en el pH de extracción ya que el color determina el rango en el cual se evaluará la conformidad del pH de extracción en cada artículo. Por lo que se tendrán las mismas condiciones de representatividad para evaluar si el diseño de otro método mejora la conformidad en los colores blancos.

Con la acotación anterior tenemos:

De acuerdo a los tratamientos para el proceso de descarga en ácido del cuadro 43, se obtuvieron los siguientes resultados descritos en el cuadro 45.

Cuadro 45. Comparación entre los ácidos para la descarga posterior al teñido.

Receta actual	Artículo	Color	pH de extracción	
			Antes de neutralizar	Después de neutralizar
1 g/L ácido acético	95%Pes-5%Elastano	Deep space blue	7,10	6,64
1 g/L ácido cítrico	95%Pes-5%Elastano	Deep space blue	7,10	4,93

Fuente: *Texfina*

Al medir el pH de extracción antes de pasar por la rama se nota que el pH es más alto de lo normal luego de haber sido descargado sobre ácido acético. Del cuadro

anterior se deduce también que el empleo de ácido cítrico es más adecuado que de ácido acético para la descarga.

Posteriormente en el acabado se analizará la receta para hacer el control adecuado y ver las modificaciones que se harán.

La receta generalmente utilizada en el acabado consta de 5 g/L de Sirrix 2 UD, 20 g/L de Rucofin HHS y 0,5 g/L de ácido fórmico, donde el Sirrix 2UD es empleado como un tampón que solo mantiene el pH más no lo reduce, ya que después de la descarga con ácido acético pasa al acabado en rama y como se observó el ácido acético no mantiene el pH adecuado para el proceso de acabado, por lo que se hizo una comparación entre Sirrix 2UD y el ácido cítrico, en rollos que han sido pasados por una descarga previa con ácido acético.

Los resultados se observan en el cuadro 46.

Cuadro 46. Pruebas de acabado de pH de extracción.

N° DE PRUEBA	PRUEBA	N° de rolo		pH de extracción			Pick up (%)			Receta (g/L)	
				Antes del acabado (ácido acético)	Después de acabar	Diferencia respecto al rolo superior del coche	Antes de impregnación	Después de impregnación	Diferencia		
3	Rama 6	COCHE 1	1	6,68	6,51	-	33	52	19	20,0 Rucofin HHS 5 Sirrix 2UD 0,5 ácido fórmico	
	Color		10		6,98	0,47					
	Deep space blue		19		6,68	0,17	37		15		
	Peso: 1080 kg		28		6,80	0,29	35		53		18
	Tf: 12662-61		36		6,68	0,17					
4	Rama 2	COCHE 1	2	7,40	5,60	-	44	64	20	20,0 Rucofin HHS 0,5 ácido cítrico 0,5 ácido fórmico	
	Color		11		6,40	0,80	48	65	17		
	Black		20		6,60	1,00	53	66	13		
	Peso:		30		7,10	1,50	56	65	9		
	1060	COCHE 2	40		6,40	-	43	62	19		
	Tf: 13462-497		46		6,60	0,20	48	64	16		
			52		6,60	0,20	50	64	14		

Fuente: Elaboración propia- Datos Texfina

Según el cuadro 46 tenemos las siguientes observaciones:

- Antes del acabado el coche 1 de la prueba 3 presenta un pH de 6,68 esto por la descarga del ácido acético, después del acabado con Sirrix 2UD se tiene diversos datos, que presentan una relación de influencia del pick up respecto al pH de extracción.
- Como se tiene en la prueba 4 en el coche 1 y el coche 2 antes del acabado se tiene un pH de 7,40 debido a la descarga con ácido acético luego en el acabado se observa que el pH de extracción se ha reducido y va en aumento tal cual aumenta el pick up antes de la impregnación, recordando que los rollos que están en la parte inferior del coche tienen un mayor problema por la sedimentación del agua lo que hace variar el pick up, para lo que posteriormente se harán sus debidas recomendaciones y conclusiones.
- Como se mencionó anteriormente (véase el cuadro 20) la diferencia del pick up debería ser mayor a un 30% para obtener la uniformidad en el acabado por lo que se deberán tomar medidas correctivas para que no afecten también el pH de extracción.
- Notar que las pruebas se hicieron en distintas ramas y que del cuadro se deduce que el ácido cítrico cumple mejor su función en el acabado que el Sirrix 2UD ya que a pesar de que en la rama 6 entren con 7,40 de pH mayor que en la rama 2 que es de 6,68 se reduce el pH de extracción, aunque esto no es suficiente para obtener los datos dentro de las especificaciones del pH de extracción de colores blancos, tener en cuenta que la descarga ha sido en ácido acético y que como ya se demostró anteriormente debe cambiarse por el ácido cítrico.

Para el análisis de costos:

Cuadro 47. Comparación entre la receta actual y propuesta en acabado- Ruta 2

Receta (g/L) actual:	Receta (g/L) propuesta:
5,0 Sirrix 2UD	0,5 Ácido cítrico
20,0 Rucofin HHS	20,0 Rucofin HHS
0,5 Ácido fórmico	0,5 Ácido fórmico

Fuente: Elaboración propia- Datos Texfina

B. Otros colores

No se hará ningún cambio, como se mencionó se realizará el control estricto del proceso, ya que presenta un Cp casi de 1,33.

Ruta 3: Acabados húmedo sobre húmedo para tejidos de algodón y mezclas

Análisis del Método Mejorado para la ruta 3.

Datos obtenidos:

Cuadro 48. Seguimiento a la concentración volumétrica (g/L)

N°	1	2	3	4	5	6
Min	g/ L (Concentración volumétrica)					
0	215,50	215,50	215,50	215,50	215,50	215,50
10	206,88	211,19	211,19	211,19	215,50	215,50
20	211,19	206,88	211,19	211,19	206,88	215,50
30	206,88	211,19	206,88	208,60	211,19	211,19
40	198,26	206,88	202,57	206,88	211,19	211,19
50	193,95	206,88	202,57	206,88	206,88	211,53
60	198,26	202,57	198,26	202,57	202,57	206,88

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 49. Diferencia de pick up

N°	1	2	3	4	5	6
Min	Diferencia de pick up					
0	0,13	0,12	0,12	0,15	0,12	0,14
10	0,12	0,10	0,11	0,13	0,12	0,14
20	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,13
30	0,10	0,09	0,11	0,12	0,11	0,13
40	0,10	0,09	0,10	0,12	0,09	0,13
50	0,09	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12
60	0,09	0,09	0,08	0,11	0,09	0,12

Fuente: Texfina

Cuadro 50. Gramos de producto/ kilogramo de tela

N°	1	2	3	4	5	6
Min	g (producto) /kg (tela)					
0	28,02	25,86	25,86	32,33	25,86	30,17
10	24,83	21,12	23,23	27,45	25,86	30,17
20	23,23	22,76	23,23	27,45	22,76	28,02
30	20,69	19,01	22,76	25,03	23,23	27,45
40	19,83	18,62	20,26	24,83	19,01	27,45
50	17,46	20,69	20,26	22,76	18,62	25,38
60	17,84	18,23	15,86	22,28	18,23	24,83

Fuente: *Texfina*

Donde:

Media: 24,76

Desviación estándar: 1,86

Calculo de los límites superior e inferior:

EI: $215,5 \times 0,08 = 17,24$

ES: $215,5 \times 0,23 = 49,57$

Donde la especificación inferior (EI) está dada por el producto de la concentración volumétrica por la especificación del pick up establecido por fichas técnicas.

Donde la especificación superior (ES) está dada por el producto de la concentración volumétrica por la diferencia del pick up, el cual se ha tomado teniendo en consideración que para la ruta 3 debe tener una diferencia entre 20 y 30 %, por lo que la diferencia de pick up elegido es de 23%.

Hallando el Cp:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} = \frac{49,57 - 17,24}{6 \times 1,86} = 2,89$$

- ✓ N° de clase según la regla de Stugerss:

$$1+3,3 \log_{10}(\text{número de datos})= 1+3,3\log_{10}(42)$$

$$NC= 7$$

- ✓ Longitud de clase LC:

La longitud de clase se establece de tal manera que el rango puede cubrirse en su totalidad por el número de clases determinado. Por lo que en ocasiones resulta más conveniente ampliar un poco el rango para que el histograma tenga una cobertura ligeramente mayor que la observada en la muestra.

$$LC= (50-0) /7 = 7,1428$$

- ✓ El rango de clase

El rango de clase es la diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.

Y como se mencionó anteriormente se amplió.

$$R= 50-0$$

$$R= 50$$

Con ampliación, se muestra el cuadro 51.

Cuadro 51. Rangos y frecuencia – Método Mejorado

N° RANGO	RANGO			FRECUENCIA
1	0,00	7,14	[0,0-7,1>	0
2	7,14	14,29	[7,1-14,3>	0
3	14,29	21,43	[14,3-21,4>	0
4	21,43	28,57	[21,4-28,6>	42
5	28,57	35,71	[28,6-35,7>	0
6	35,71	42,86	[35,7-42,9>	0
7	42,86	50,00	[42,9-50,0]	0

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se realizó el histograma de la figura 70.

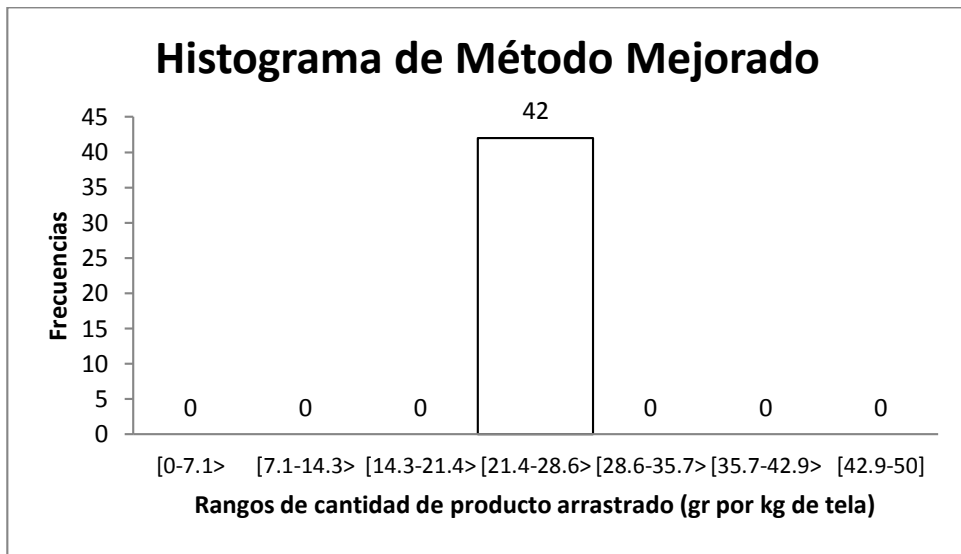


Figura 70. Histograma de Método Mejorado – Ruta 3

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene la siguiente Campana de Gauss, (Véase figura 71).

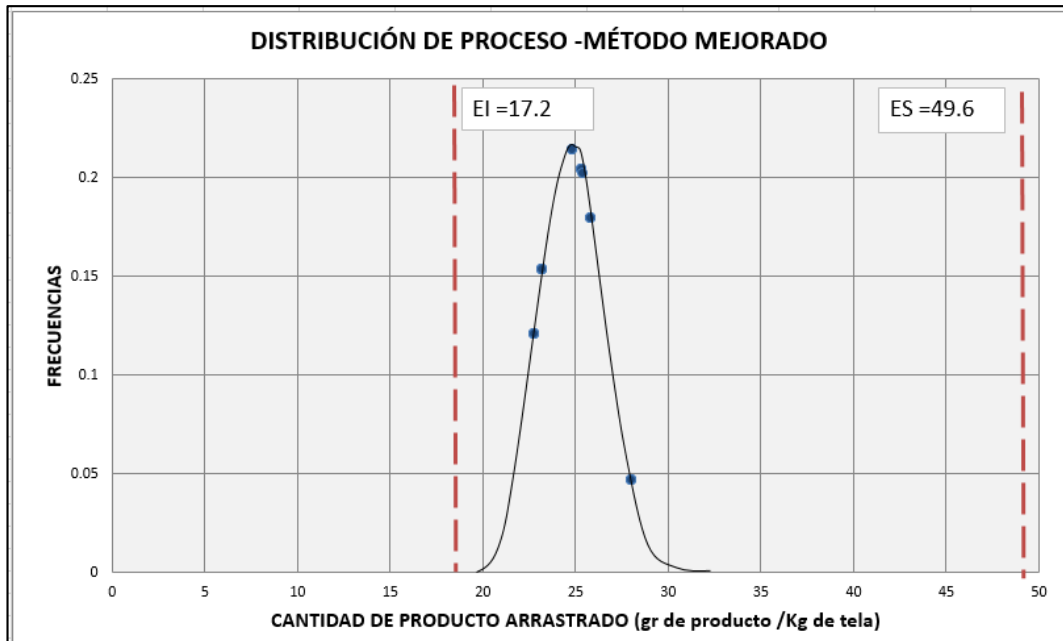


Figura 71. Distribución del proceso Método Mejorado- Ruta 3.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 52. Parámetros estadísticos - Método mejorado -Ruta 3

Datos obtenidos	Valores
μ	24,76
σ	1,86
NC	7,00
R	50,00
LC	7,14
EI	17,20
ES	49,60
C_p	2,890

Fuente: Elaboración propia

Como ya se ha mencionado el índice C_p estima la capacidad potencial del proceso pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso. Una forma de corregir es evaluar por separado el cumplimiento de las especificaciones inferior y superior, a través del índice de capacidad para la especificación inferior (C_{pi}), y el índice de capacidad para la superior (C_{ps}), que se calculan de la siguiente manera:

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

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

$$C_{pi} = \frac{24,75 - 17,24}{3 * 1,86}$$

$$C_{pi} = 1,34$$

$$C_{ps} = \frac{49,57 - 24,75}{3 * 1,86}$$

$$C_{ps} = 4,44$$

Luego, el C_{pk} es igual:

$$\text{Mínimo } \{C_{pi}, C_{ps}\}$$

El C_{pk} es 1,35

Estabilidad del proceso St, de acuerdo a la figura 72.

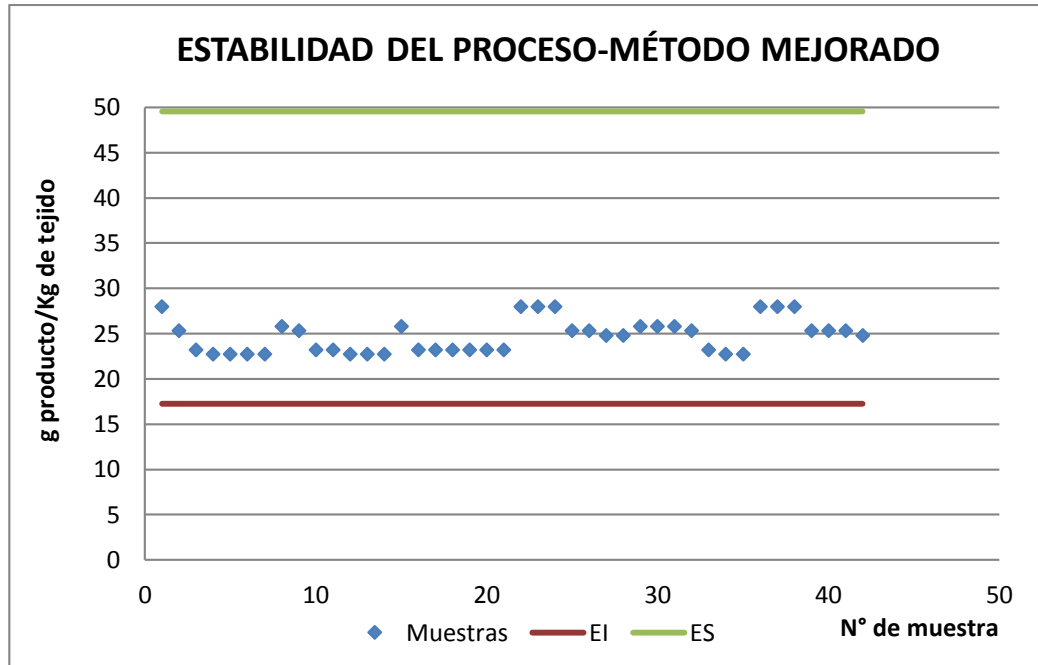


Figura 72. Estabilidad del proceso Método Mejorado- Ruta 3.

Fuente: Elaboración propia

Donde la estabilidad es:

$$St = \frac{\text{número de puntos especiales}}{\text{número de puntos totales}}$$

$$St = \frac{0}{42} \times 100 = 0 \text{ capaz.}$$

Como un control adicional tenemos el desarrollo del vale de acabados, el cual se realizó para tener un control o estandarización de la cantidad de productos a utilizar en el acabado. (Véase figura 73)

Peso (kg):	407.19	RECETA INICIAL	VOLUMEN INICIAL: 150 L		
Rendimiento (m/kg):	2.27		g/L	Producto	Descripción
Velocidad de máquina (m/min):	15		200	Perrustol CDV	Suavizante
Diferencia de Pick up (%):	8%		15	Ukosil CTS	lubricante de costura
Velocidad de Pérdida (g/L.min):	2.2		50	Rucofin SIQ	Silicona
Volumen Inicial (L):	150		0.5	Ácido Acético	Medio ácido



VALE DE ACABADO

ARTICULO: PIQUE CON SPANDEX 30/1	COLOR: NEGRO	RAMA: 2															
RUTAS:	- 32087 - - 32090 - - 32167 -	PESO: 407,19 Kg															
		FECHA: 23/02/2015															
VOLUMEN : INICIAL 150 L	PRESIÓN: 2,0 bar																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>g/l</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>CANTIDAD (g.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200</td> <td>Perrustol CDV</td> <td>30.000,00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Rucofin SIQ</td> <td>2.250,00</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>Ukosil CTS</td> <td>7.500,00</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>Ácido Acético</td> <td>75,00</td> </tr> </tbody> </table>	g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)	200	Perrustol CDV	30.000,00	15	Rucofin SIQ	2.250,00	50	Ukosil CTS	7.500,00	0,5	Ácido Acético	75,00	
g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)															
200	Perrustol CDV	30.000,00															
15	Rucofin SIQ	2.250,00															
50	Ukosil CTS	7.500,00															
0,5	Ácido Acético	75,00															
VOLUMEN : REFUERZO 50 L	CAUDAL: 0,8 LPM																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>g/l</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>CANTIDAD (g.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>470,8</td> <td>Perrustol CDV</td> <td>23.538,00</td> </tr> <tr> <td>35,3</td> <td>Rucofin SIQ</td> <td>1.765,50</td> </tr> <tr> <td>117,7</td> <td>Ukosil CTS</td> <td>5.884,50</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>Ácido Acético</td> <td>25,00</td> </tr> </tbody> </table>	g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)	470,8	Perrustol CDV	23.538,00	35,3	Rucofin SIQ	1.765,50	117,7	Ukosil CTS	5.884,50	0,5	Ácido Acético	25,00	
g/l	DESCRIPCION	CANTIDAD (g.)															
470,8	Perrustol CDV	23.538,00															
35,3	Rucofin SIQ	1.765,50															
117,7	Ukosil CTS	5.884,50															
0,5	Ácido Acético	25,00															
FECHA DE EMISIÓN: 2015/02/23	HORA: 13:12:00	TURNO: 1															
SUPERVISOR:	FIRMA																
OPERARIO:	FIRMA																

Figura 73. Ejemplo del llenado y utilización del vale del acabado.

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Contrastación de hipótesis

- Los resultados de todas las pruebas para acabados por impregnación donde se controlaron el pick up y la concentración del baño del foulard proporcionaron calidades uniformes del acabado sobre el tejido.
- Para acabados por impregnación en seco sobre húmedo con tejidos de algodón en acabados resinados las mediciones de la concentración en los baños de los artículos Pique Lacoste, Jersey llano e Interlock Llano, indican que la

concentración del baño no presenta variaciones, así mismo la cantidad de producto arrastrado en el tejido es uniforme.

- Los acabados en húmedo sobre húmedo en tejidos de poliéster y poliéster con elastano en las pruebas donde se controló el pick up en el tejido por encima del 30%, se mantuvo constante la concentración del baño y la cantidad de producto arrastrado por el tejido.
- Los resultados de los experimentos en acabados en húmedo sobre húmedo con tejidos de algodón y sus mezclas usando un baño de refuerzo más concentrado que el baño inicial para mantener constante la concentración del baño generan una mejora en los resultados de C_p de 0,82 y S_t de 66,05 en la situación inicial a un C_p de 2,89 con un S_t de 0 del proceso en los resultados, convirtiendo al proceso capaz y estable.
- El proceso de acabado por impregnación sobre tejidos de color blanco usando el ácido acético en la descarga en ácido y el Sirrix 2 UD en el en el acabado tienen un C_p de 0,26 y una S_t de 45,71, es decir es catalogado según las normas SIX SIGMA como un proceso inestable e incapaz de cumplir la especificación de pH de extracción para tejidos de color blanco.
- Los resultados de las pruebas de la descarga en ácido con el ácido cítrico dan un pH de extracción de 4,93 mejor que los resultados con ácido acético que dan un pH de extracción de 6,64 en tejidos de color diferentes al blanco, así mismo en las pruebas para el proceso de acabado al cambiar el Sirrix 2 UD por el ácido cítrico sobre muestras que previamente se les hizo la descarga con ácido acético se disminuye el pH de extracción de 7,4 a 6,68 sin generar alteraciones sobre el color o la resistencia del tejido según los resultados de control de calidad. Sin embargo, no se llega a los resultados solicitados de la especificación de colores blancos de 5,50 de pH de extracción como límite superior para lo cual se sugiere hacer pruebas utilizando el ácido cítrico tanto en la descarga en ácido como en el acabado.

CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS

Las mejoras en estas rutas son evaluadas de acuerdo a los impactos que generan en la calidad del proceso y el producto, los resultados del costo y el beneficio que con lleva cada cambio, y su factibilidad ambiental, de acuerdo al enfoque del estudio.

Así mismo la eficacia en los resultados se refleja en el análisis técnico de las mejoras, también se utiliza el criterio del análisis costo-beneficio para evaluar la eficiencia con la cual se desarrollaron los cambios, una evaluación de los posibles impactos en el desarrollo, y su correspondencia para evaluar la sostenibilidad de estos cambios a largo plazo

6.1. Análisis técnico

Resultados de análisis

Ruta 2: Acabados húmedo sobre húmedo para sintéticos

Para colores blancos

- Recordar que se desarrollaron pruebas con tejido de otro color debido a que no se contaba con el color blanco por falta de manufactura, observando que en la primera prueba el ácido cítrico mantiene el pH mejor que el ácido acético.
- Al desarrollar la segunda prueba en acabado se comparó el tejido con un pH inicial dado por el ácido acético con dos productos distintos el primero con Sirrix 2UD y el segundo ácido cítrico. Obteniendo que a pesar de haber pasado por ácido acético el ácido cítrico logra estabilizar mejor el pH en el acabado.

Ruta 3: Acabados en húmedo sobre húmedo en tejidos de algodón y mezclas con sintéticos.

- La cantidad de baño permitirá uniformizar las cantidades utilizadas por el operario y eliminar los criterios individuales de cada uno de ellos.

- Otro de los impactos positivos de utilizar este método es el ahorro que se generaría debido a que se reduciría la cantidad de baño preparado.
- Con la incorporación del vale de acabados se estandarizó las cantidades de los productos, tanto para el acabado como para el baño de refuerzo, así como también la mejora en el desarrollo de los procedimientos, tanto para el despacho de insumos, pesaje en las cantidades adecuadas y el método adecuado. (Ver anexo 1).
- El Cp obtenido fue de: 2,89 estando dentro de las especificaciones del cuadro 1 del capítulo III, en la primera posición, y recordando que si Cpk es menor que el Cp esto se arreglaría cuando la curva este centrada. Lo cual se observa en la curva del método mejorado con respecto al método actual.
- Mediante el empleo del método mejorado se obtuvieron nuevos datos que fueron evaluados estadísticamente obteniendo los siguientes resultados:
 - ✓ Cp = 2,89
 - ✓ St = 0
 - ✓ Cpk = 1,35
- Los valores de capacidad y estabilidad del proceso nos indican que es el método mejorado es capaz y estable.
- Las muestras evaluadas por control de calidad presentan una suavidad uniforme al utilizar el método propuesto (Ver muestras)
- En el siguiente cuadro se muestran los controles necesarios en cada ruta.

Cuadro 53. Controles en el proceso de foulardado

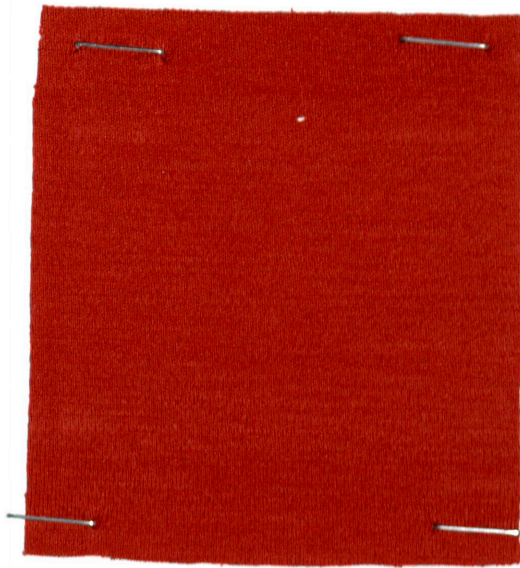
IMPREGNACIÓN	Parámetro	Acabados en Seco sobre Húmedo para resinados Ruta 1	Acabados Húmedo sobre Húmedo (100% Pes, Pes/elastano) Ruta 2	Acabados Húmedo sobre Húmedo (100% Co, Co/Pes, Co/elastano) Ruta 3
	Acabados	Resinados	Suavizados, siliconados, suavizado/siliconado, Wicking	Suavizados, siliconados, suavizado/siliconado
	Concentración del baño	No necesita control	Se asegura que es constante con la diferencia de pick up	Necesita de un baño de refuerzo más concentrado
	pH	4,5 – 5,0	5,0 - 5,5	5,0 - 5,5
EXPRIMIDO	Velocidad de rodillos	Para un mismo artículo, tiene que ser constante (estandarizar)	Constante para un mismo artículo	Constante para un mismo artículo
	Presión de rodillos	Debe ser constante entre partida y partida para un mismo articulo	Debe de regularse de acuerdo a la diferencia de pick up	Debe de regularse a la diferencia de pick up
	Pick up	Entre 60% y 80%	Mayor a 30%	Mayor a 5%

Fuente: Elaboración propia

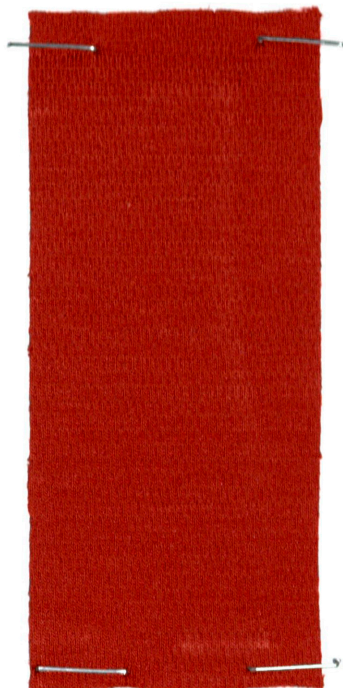
MUESTRA 1

ARTÍCULO	JET PIQUE 50/1 PIMA PDO	
COMPOSICIÓN	95% CO/ 5% ELASTANO	
ACABADO	SUAVIZADO	RUTA 3

SITUACIÓN INICIAL-USANDO PURGADOS



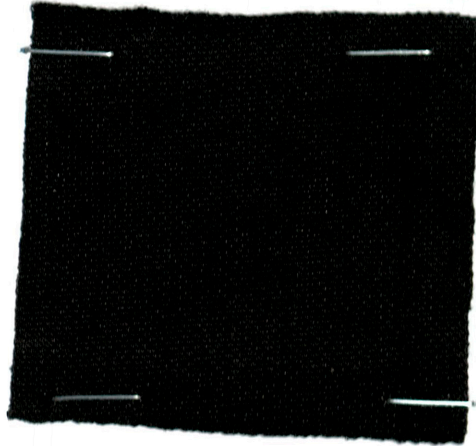
MODELO PROPUESTO-USANDO BAÑO DE REFUERZO



MUESTRA 2

ARTICULO	PIQUE CON SPANDEX 30/1	
COMPOSICIÓN	95% CO/ 5% ELASTANO	
ACABADO	SUAVIZADO	RUTA 3

SITUACIÓN INICIAL-USANDO PURGADOS



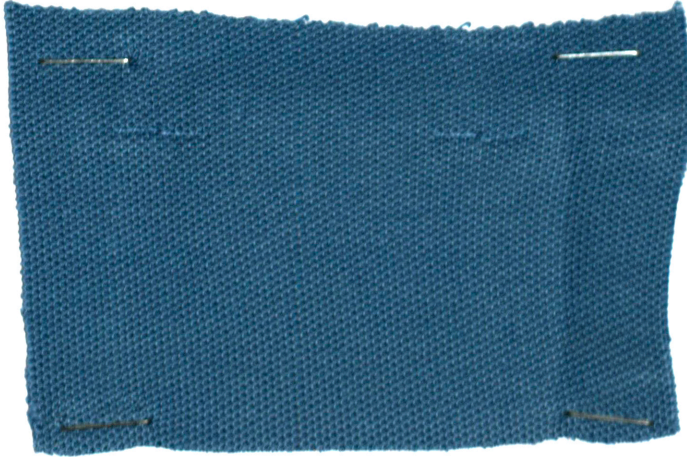
MODELO PROPUESTO-USANDO BAÑO DE REFUERZO



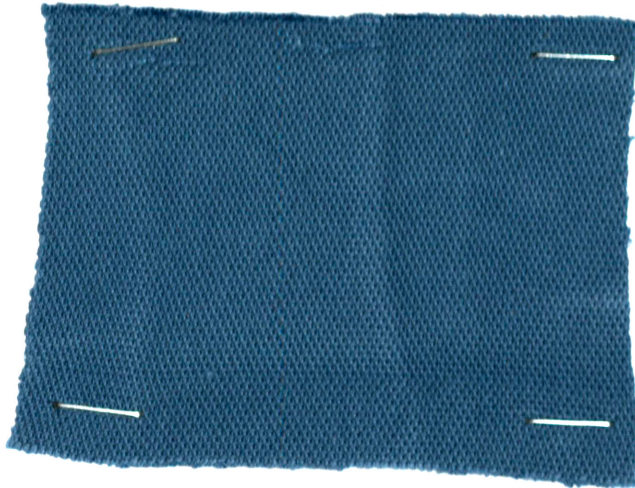
MUESTRA 3

ARTICULO	DROOP NEEDLE	
COMPOSICIÓN	PES/CO	
ACABADO	SUAVIZADO	RUTA 3

SITUACIÓN INICIAL-USANDO PURGADOS



MODELO PROPUESTO-USANDO BAÑO DE REFUERZO



MUESTRA 4

ARTÍCULO	FRENCH TERRY 24/1	
COMPOSICIÓN	100%CO	
ACABADO	SUAVIZADO	ruta 3

SITUACIÓN INICIAL-USANDO PURGADOS



MODELO PROPUESTO USANDO BAÑO DE REFUERZO



6.2. Análisis costo-beneficio

El análisis costo- beneficio hace la relación entre la inversión necesaria para la implementación de las mejoras y el beneficio monetario obtenido tras los cambios.

Ruta 2: Acabados húmedo sobre húmedo para sintéticos

De acuerdo a la comparación del Sirrix 2UD y el ácido cítrico, la cantidad de producto que se debería ahorrar al realizar este cambio para una mejora en el proceso se muestra en el cuadro 54.

Cuadro 54. Ahorro de mejoras en procesos de acabado de la Ruta 2

Producto	kg/mes	US\$/kg	US\$/mes
Sirrix 2UD	650	3,8	2470
Ácido Cítrico	65	1,05	68,25
Ahorro:			2401,75

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina.

En la evaluación del ahorro para el cambio de receta actual a la mejorada se obtuvo que al mes se tendría un ahorro de 2401,75 dólares mensuales (US\$ 28 820,40 por año) en la sustitución del Sirrix 2UD por el ácido cítrico.

Ruta 3: Acabados húmedo sobre húmedo en tejidos de algodón y mezclas con sintéticos.

El análisis costo-beneficio está evaluado para las muestras descritas que a continuación se presentan:

- French Terry
- Jersey Lycrado
- Pique Lacoste
- Droop Needle
- Winter solido
- Jet pique

Se consideran datos estándares (Véase el cuadro 29), de 1000 Kg el peso de cada partida, 2 metros el ancho de tela con una velocidad en la máquina de 14 m/min y una diferencia de pick up de 8% con un volumen del baño inicial de 120 L, para el cálculo de las recetas correspondientes de acuerdo al método propuesto con dosificación de refuerzo.

Además, tomando las características propias de cada artículo tales como su gramaje (Véase el cuadro 27), se calcula el rendimiento, y adicionalmente considerando la velocidad de pérdida de la concentración (Véase figura 51) se calcula las recetas del baño inicial y el baño de refuerzo en el cuadro 55.

Cuadro 55. Concentración (g/ L) de insumos – Ruta 3

		N° de Muestra	1	2	3	4	5	6
Concentración (g/L) de insumos	Baño inicial	Perrustol CDV	150,0	150,0	200,0	50,0	200,0	150,0
		Ukosil CTS	30,0	15,0	15,0	50,0	50,0	50,0
		Rucofin SIQ	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	30,0
		Ácido Acético	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Baño de refuerzo	Perrustol CDV	332,3	362,0	446,0	168,9	365,4	357,4
		Ukosil CTS	66,5	36,2	33,4	168,9	91,3	119,1
		Rucofin SIQ	110,8	120,7	111,5	168,9	91,3	71,5
		Ácido Acético	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Fuente: *Texfina*

El baño de refuerzo del cuadro 55, se calcula utilizando la aplicación en Excel del vale de acabados.

Por ejemplo, para la ruta de la muestra 1 en el cual la cantidad de concentración de refuerzo para el Perrustol es:

$$\frac{150 \text{ g/L} \times 501 \text{ g/L}}{230 \text{ g/L}} = 332,3 \text{ g/L}$$

Donde 501 g/L es la cantidad de refuerzo total que se necesita, y 230 g/L es la cantidad total de concentración sin considerar el ácido acético. Considerar que la concentración del ácido acético permanecerá constante a que se necesita que el pH se mantenga igual para prevenir posibles efectos negativos sobre el tejido.

Cuadro 56. Cantidad (kg) de insumos en el baño

		Artículo	1	2	3	4	5	6
Cantidad (kg) de insumos en el baño	Baño inicial	Perrustol CDV	18,00	18,00	24,00	6,00	24,00	18,00
		Ukosil CTS	3,60	1,80	1,80	6,00	6,00	6,00
		Rucofin SIQ	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	3,60
		Ácido Acético	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
		Agua	92,34	94,14	88,14	101,94	83,94	92,34
	Baño de Refuerzo	Perrustol CDV	29,91	32,58	35,68	13,51	32,88	32,17
		Ukosil CTS	5,98	3,26	2,68	13,51	8,22	10,72
		Rucofin SIQ	9,97	10,86	8,92	13,51	8,22	6,43
		Ácido Acético	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
		Agua	44,10	43,25	32,69	39,42	40,63	40,63

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 56 se observa la cantidad de producto en kg de Perrustol CDV para la muestra 1, esto resulta del siguiente cálculo:

$$\frac{150 \text{ g/L} \times 120 \text{ L} \times 1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 18 \text{ kg}$$

Donde 150 g/L es la concentración inicial de Perrustol CDV y 120 L es el volumen inicial de la tina del foulard, el resto de productos se calcula de la misma manera.

En el cuadro 57 se comparan las cantidades necesarias por cada insumo utilizando el método de la relación de baño 1:1 y el método de la dosificación del baño de refuerzo.

Cuadro 57. Cuadro comparativo entre las cantidades utilizadas para los dos métodos

		Artículo	1	2	3	4	5	6
Cantidad (kg) de insumos en el baño	Situación inicial	Perrustol CDV	150,0	150,0	200,0	50,0	200,0	150,0
		Ukosil CTS	30,0	15,0	15,0	50,0	50,0	50,0
	Usando la relación de baño (1:1)	Rucofin SIQ	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	30,0
		Ácido Acético	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		Agua	769,5	784,5	734,5	849,5	699,5	769,5
	Método propuesto	Perrustol CDV	47,9	50,6	59,7	19,5	56,9	50,2
		Ukosil CTS	9,6	5,1	4,5	19,5	14,2	16,7
		Rucofin SIQ	16,0	16,9	14,9	19,5	14,2	10,0
		Ácido Acético	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Agua	136,4	137,4	120,8	141,4	124,6	133,0

Fuente: Elaboración propia

Para la situación inicial para el artículo 1, tenemos de Perrustol CDV.

$$1000kg \times \frac{1L}{1kg} \times 150 \frac{g}{L} \times \frac{1kg}{1000g} = 150kg$$

Así sucesivamente con los demás productos.

Para el método propuesto se suman las cantidades del baño inicial más el baño de refuerzo en kg, esto del cuadro 57.

A continuación, se presentan los costos pre-operativos que se llevaron a cabo para las mejoras de la ruta 3.

Cuadro 58. Costos para la implementación del método propuesto

	Cantidad		Costos (US\$)
Equipo			
Bomba dosificadora MC120 A M3162	1	unid.	1940,40
Refractómetro digital Schmidt + Haensch DHR 60 B1	1	unid.	1380,60
Accesorios			
Flauta para la dosificación	1	unid.	
Visor de nivel en la tina del foulard	1	unid.	
Pre-Operativos (Instalación + Mano de obra)			
En la bomba dosificadora			
→ Carcasa de bomba +conexiones a red			40,00
→ Mano de Obra	10	H-H	25,00
En la flauta para la dosificación			
→ Tuberías, conexiones			10,00
→ Mano de Obra	4	H-H	10,00
En el visor de nivel			
→ Mano de Obra	6	H-H	15,00
En la regleta de acero inoxidable			
→ Carcasa de bomba + conexiones a red			26,67
→ Mano de Obra	6	H-H	15,00
Total			3.462,67

Fuente: Elaboración propia- datos Texfina

En el cuadro 59 se muestran los precios unitarios de cada insumo, con esto se calcula el costo por kilogramo de tela para cada receta.

Cuadro 59. Costo unitario de insumos

Insumos	Costo (US\$/ kg)
Perrustol CDV	3,98
Ukosil CTS	1,15
Rucofin SIQ	2,90
Ácido Acético	0,94
Agua	2,87 (US\$/m ³)

Fuente: Texfina

En el cuadro 60 se establece el ahorro con respecto a los costos iniciales de la receta. El costo del método propuesto es en promedio un 30% del costo de las recetas en la situación inicial.

Cuadro 60. Comparación de costos entre ambos métodos

Comparación de costos (US\$/kg)	Artículo	Situación inicial	Mejorado	Ahorro	Ahorro (%)
	1	0,242	0,077	0,165	68
	2	0,224	0,075	0,149	66
	3	0,244	0,073	0,172	70
	4	0,225	0,087	0,138	61
	5	0,284	0,081	0,204	72
	6	0,207	0,069	0,138	67

Fuente: *Texfina*

De este cuadro el ahorro promedio (aritmético) por kilogramo de tejido acabado con el nuevo método es de 0,161 US\$/kg.

En el cuadro 61 se muestra la cantidad de kilogramos que se han suavizado y siliconado en el año 2014.

Cuadro 61. Cantidad de tejido que es suavizado más siliconado por año

Mes	Cantidad (kg)
Enero	61 691
Febrero	33 749
Marzo	31 419
Abril	25 456
Mayo	31 613
Junio	20 957
Julio	25 094
Agosto	31 382
Septiembre	52 600
Octubre	51 497
Noviembre	48 904
Diciembre	30 975
Total	445 337

Fuente: Producción Texfina 2014

Se establece una proyección del ahorro con el método propuesto, que sería igual a US\$ 71 636 por año.

6.3. Factibilidad ambiental

Se evalúan los impactos generados por los cambios en las mejoras, sobre el conjunto de involucrados y componentes.

Para los artículos pertenecientes a la ruta 3 (Acabado en húmedo sobre húmedo en tejidos de algodón y mezclas con sintéticos) la cantidad de agua utilizada se reduce considerablemente (Ver Cuadro 62), en cada uno de los artículos.

Cuadro 62. Litros de agua utilizadas por cada artículo

Cantidad volumétrica(L) de agua utilizada por cada método							
Artículo	1	2	3	4	5	6	Promedio
Situación Inicial	769,5	784,5	734,5	849,5	699,5	769,5	767,8
Propuesto	136,4	137,4	120,8	141,4	124,6	133,0	132,3

Fuente: Elaboración propia

Esto es considerando partidas de 1000 kg, al interpolar estos valores utilizando la cantidad de tejido producido al año (Véase el cuadro 61), se utilizarían 59 metros cúbicos con el método propuesto, generando una disminución de 283 metros cúbicos menos de agua utilizada, un 82% menos que con el método inicial (Ver cuadro 63).

Cuadro 63. Comparación entre cantidades de agua por cada tipo de método

Método	Litros de agua por kg de tejido	Cantidad (L) por año	Cantidad (m³) por año
Situación Inicial	0,77	341 945	342
Propuesto	0,13	58 900	59

Fuente: Texfina

Así mismo el conjunto de cambios en su mayoría tienen un impacto positivo sobre el proceso y las operaciones del área de acabados, sin embargo, en una etapa inicial se producirían impases correspondientes al cambio en la cultura de los operadores, debido al mayor control y compromiso necesarios para llevar a cabo estos cambios (Véase el cuadro 64)

Cuadro 64. Cantidad de tejido que es suavizado más siliconado por año

Posibles Impactos Ambientales			EFECTO
Dimensión	Componente	Impacto	
FISICA	Insumos	Disminución en la cantidad usada del recurso	Blue
	Agua	Disminución en la cantidad usada del recurso	Blue
CULTURAL	Dimensión cultural	Adaptación a métodos. (Operarios, supervisores, etc.)	Red
		Utilización de EPP's en las operaciones (Operarios)	Blue
		Mejor cultura organizacional en área de acabados.	Blue

	Impactos positivos
	Impactos negativos

Fuente: Elaboración propia

Con un debido compromiso en forma transversal con todos los involucrados (operarios, supervisores, monitores) en el área de acabados, sumado a esfuerzos para comunicar los aspectos positivos de los cambios, y capacitación en las nuevas actividades, se establecerán los hábitos necesarios para superar los impases de utilizar un nuevo método en cada una de estas rutas.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. El análisis costo-beneficio de las mejoras en acabados en húmedo sobre húmedo con tejidos de algodón y sus mezclas (Ruta 3), necesitaron de una inversión inicial aproximada de US\$ 3 463 que permite un ahorro de US\$ 0,161 por kilogramo de tejido suavizado producido, y un ahorro proyectado de US\$ 71 636 por año, así mismo un ahorro en la cantidad de agua utiliza del 82%.
2. La velocidad con la cual se pierde la concentración en el baño de acabados en húmedo sobre húmedo para tejidos de algodón (Ruta 3) y sus mezclas tiene una gradiente con comportamiento lineal entre 1,6 a 2,8 g/(L.min), siendo también dependiente del gramaje y la composición del tejido.
3. Las pruebas demuestran la mejora de la uniformidad del acabado (Ruta 3), con el método propuesto de baño de refuerzo más concentrado que el baño inicial, de acuerdo a los resultados del área de control de calidad, mitigando así el defecto cabeza-cola y permitiendo que el proceso sea capaz y estable con respecto a la especificación de la cantidad de producto arrastrado por el tejido.
4. El ahorro proyectado en acabado en húmedo sobre húmedo con tejidos de poliéster y poliéster con elastano (Ruta 2) es de US\$ 28 820 dólares por año cambiando el Sirrix 2UD por el ácido cítrico en el proceso de acabado. Con este cambio en el acabado se cumple la especificación para tejidos de color diferentes del blanco. Sin embargo, no se realizaron pruebas con tejidos de color blanco debido a la falta de muestras, a pesar de ello se utilizaron muestras de otros colores para evaluar el proceso cuyos resultados más cercanos es de un pH de extracción de 5,60 siendo el límite superior de 5,50 en la especificación de la norma AATCC 81-2012.
5. En el área de acabados se desarrolló e implementó procedimientos e instructivos para las operaciones y las mediciones en el área, se rediseñó los métodos de cálculo del volumen de baño para la impregnación en acabados en seco (Ruta 1) y en húmedo (Ruta 2 y Ruta 3), utilizando el control de pick up del tejido, así

6. mismo se separan los controles de los procesos de acuerdo al tipo de impregnación y a la composición del tejido de acuerdo a las rutas descritas, esto permite asegurar la calidad en el área.

7.2. RECOMENDACIONES

1. En los procesos e húmedo sobre húmedo con tejidos de poliéster y poliéster con elastano para tejidos de color blanco, se recomienda realizar pruebas utilizando ácido cítrico por ácido acético en la descarga y ácido cítrico por Sirrix 2UD en el acabado, posibilitando la conformidad de la especificación del pH de extracción en este color, mayor estabilidad en el proceso debido a la menor volatilidad del ácido cítrico, y obtener un mayor ahorro.
2. En futuras adquisiciones de ramas tensoras se recomienda la incorporación de sistemas de impregnación continua con doble foulard que prevendría en el primer foulardado posibles defectos cabeza-cola al homogenizar el pick up.
3. En las rutas 1 y 2 se recomienda el uso de un volumen de refuerzo continuo al baño de la tina, para no depender del operario y con ello ir disminuyendo posibles variaciones debido a descuidos en la mano de obra.
4. Se recomienda el rediseño de las bateas o tinas del foulard con la finalidad de disminuir la cantidad de volumen mínimo de impregnación, es decir diseñar una pequeña estructura metálica que tenga el uso del economizador presentado, para disminuir la cantidad de volumen mínima de impregnación, que tendría un impacto en costos y en la cantidad de insumos utilizados.
5. Se recomienda la realización de auditorías periódicas para constatar la conformidad de los nuevos controles, los procedimientos, y los métodos propuestos en forma adecuada.
6. Ejecutar el plan de limpieza y mantenimiento en la rama recomendado, que adicionalmente posibilitaría el ahorro de energía y una mayor vida útil.
7. Siendo factibles las mejoras en el plan piloto de la rama 2, se recomienda la implementación general por sobre el resto de las ramas en la planta, permitiendo una mayor sostenibilidad, rentabilidad y mejor imagen corporativa de la organización.

CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

A. LIBROS

1. **Bellini, P., Bonetti, F., Franzetti, E., Guisepe, R. y Vago, S. (2002).** La Nobilitazione Quaderni Di Tecnologia Tessile.(Italia) pp. 87-92.
2. **Cegarra, J. (1991).** Fundamentos de la Maquinaria de Tintorería. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrasa. (España) pp. 163-18.
3. **Cegarra, J., Puente, P. y Valldeperas, J. (1989),** Segunda edición. Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles. Universidad politécnica de Barcelona (España).
4. **Deming, W. (1989).** Calidad, Productividad y Competitividad: La Salida de la Crisis. Editorial Díaz de Santos S.A.Madrid (España).pp. 241-242.
5. **D Broadbent Arthur (2001).** Basic Principles of Textile Coloration.
6. **Gacén, G. Joaquín.** Fibras de poliéster.
7. **Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008).** Análisis y Diseño de Experimentos, Segunda edición, Mc Graw Hill, Guanajuato- Guadalajara (México). p. 2, p. 318.
8. **Gutiérrez, H. (2010).** Calidad Total y Productividad, Tercera edición. (México) pp.144-155, pp. 166-170, pp. 270-276.
9. **Hollen, N. (1992).** Introducción a los Textiles. Primera edición, Editorial Limusa,S.A.(México). p.14, pp. 46-50, pp. 90-96, pp.110.
10. **Lockúan Lavado Fidel Eduardo (2012).** La industria textil y su control de calidad. **1era edición**
11. **Valldeperas, M. Josep, Ramón, S. Martín (2005).** Problemas de tintorería. **1era edición.**
12. **Schindler, W. y Hauser, P. (2004),** Chemical finishing of textiles, pp.

B. TESIS

1. **Palomino, E. (2007).** Tintura de fibras de alpaca y su cinética con colorantes ácidos. Tesis de Grado para obtener Título de Ingeniero Textil Facultad de Ingeniería Química y Textil. (Perú).
2. **Carranza, L.J. (2014).** Propuesta de un Sistema de Producción más limpia en una Planta de Tintorería y Acabado de Tela. Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Textil. Facultad de Ingeniería Química y Textil. (Perú).

C. REVISTAS

1. **Porter, M. (1980):** *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*. The Free Press, New York.
2. **Kotler, P. (1988):** *Marketing Management: Analysis, Planning and Control*. Prentice-Hall, New Jersey.
3. Prentice-Hall, New Jersey.
4. **Kelley, S. (1992):** “Developing Customer Orientation Among Service Employees”. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol.20, n° 1, pp.27-36.
5. **Jaworski, B.J. y Kohli, A.K. (1993):** “Market Orientation: Antecedents and Consequences”. *Journal of Marketing*, Vol 57, Julio, pp 53-70.
6. **Parasunaman, A. (1980):** “The Impact of the Marketing Concept on New Product Planning”. *Journal of Marketing*, Vol. 44, n°1, winter, pp. 19- 25.
7. **De Prada Cesar (2004):** “El Futuro del control de procesos”, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Valladolid.

D. OTRAS REFERENCIAS

1. Clases de procesados III Uni 2014, Profesor Brañez Marco.
2. Clases de Ciencias de las Fibras 2012, Profesor Saldivar Walter.
3. Elaboración de una Guía Didáctica Virtual para los procesos de Hilatura fibras largas-2011.
4. http://www.mercerizadosguasch.com/index.php?option=com_trabajos&view=lista&id=30&categoria=12&Itemid=7.
5. <http://www.wordreference.com/definicion/absorbencia>
6. <http://programadetextilizacion.blogspot.pe/2015/02/capitulo-10-la-maquinaria-de-tintoreria.html>
7. <http://www.tintoreriaylavanderia.com/cursos-blogs/procesos-textiles/736-fibras-sinteticas.html>
8. <http://www.endvawnow.org/es/articles/959-estudios-de-linea-de-base.html>
9. <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1625/116-2.pdf?sequence=1>
10. https://books.google.com.pe/books?id=d9WL4BMVHi8C&pg=PA241&lpg=PA241&dq=deming+94%25+causas+comunes+y+causas+especiales&source=bl&ots=ZEtc5GeiqR&sig=2NVwt6_C_rePt5W-og4vWJaJu-Q&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJ8tSU1cXLAhXJKh4KHbyvBUQQ6AEIJDAC#v=onepage&q=deming%2094%25%20causas%20comunes%20y%20causas%20especiales&f=false

CAPÍTULO IX. ANEXOS

ANEXO 1. PROCEDIMIENTOS



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
ISO 9001:2008

DILUCIÓN DE PRODUCTOS DE ACABADOS

CODIGO: TEXACA - I002
VERSION: 01

FECHA: 19/12/14

- **Objetivo**

Asegurar la correcta dilución de productos de acabado en las ollas de las ramas antes de su bombeo a la tina del foulard, que permita realizar el proceso de acabado de las telas con la concentración de productos indicada en la receta inicial o de refuerzo según vale.

- **Responsable**

Ayudante de Entrada de rama

- **Medidas de Seguridad**

Se deben adoptar las medidas necesarias para evitar que los productos entren en contacto con la piel y los ojos. En caso se inhale, tome y/o entre en contacto con un producto, revisar los efectos y acciones a tomar en las hojas de seguridad de los productos en forma inmediata.

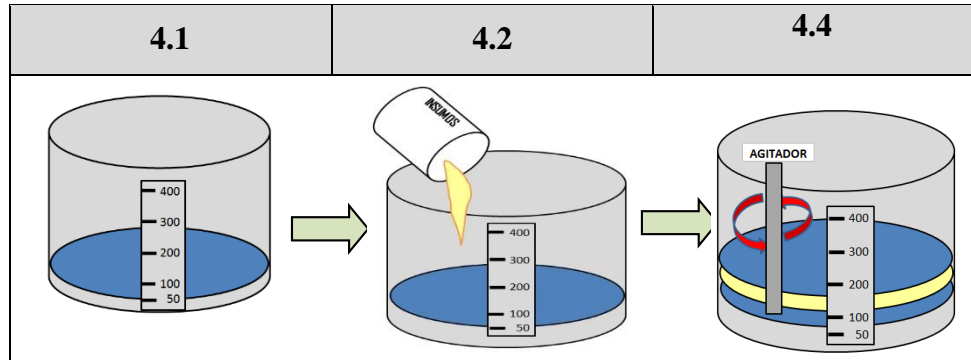
- **Desarrollo de la Instrucción**

4.1 Abre la válvula de ingreso de agua y llena la olla hasta un volumen de 50 L (según nivel indicado en la regleta).

4.2 Vierte cada uno de los productos indicados en el vale.

4.3 Abre la válvula de ingreso de agua y enrasa hasta el volumen que indica el vale de receta.

4.4 Prende el agitador en **velocidad I** teniendo cuidado de evitar la formación de espuma.



NOTA: Sí y solo sí, la ficha técnica de la tela indique calentar la solución, abre la válvula de vapor del serpentín de acuerdo al siguiente cuadro:

Volumen de Vale (Litros)	Tiempo de apertura de vapor (min)
Menor a 150	5
150 – 300	10
Mayor a 300	20 – 30

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	FECHA
Marco Hernández	Jessica Álvarez	Jorge de la Cruz	17/11/14



**SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD
ISO 9001:2008**

PROCEDIMIENTO PARA DESPACHO DE PRODUCTOS DE ACABADO

Página 186 de 4

CODIGO: TEXACA-P001
VERSION: 01

FECHA: 19/12/14

1 Objetivos

Despachar en forma correcta y ordenada los productos de Acabados.

2 Alcance

Pesador de Cocina, Operario de ramas, Monitor de acabados, Digitador

3 Documentos a Consultar

Ficha Técnica de artículo (BO, BC, GO).

4 Definiciones

Ficha Técnica: es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso, etc. En general suele contener datos como el nombre, características físicas, el modo de uso y especificaciones técnicas.

5 Condiciones Básicas

6.1 Balanza y plataforma de pesaje calibrados

6.2 Verificación de condiciones de seguridad de trabajo y equipos

6.3 Disponibilidad de productos de acabado solicitados en el vale.

6.4 Partida con tono aprobado.

6 Desarrollo

Responsables	Procedimiento
Supervisor de Ramas	6.1 Avisa con una hora de anticipación al operario de rama la ruta que va a pasar por la Rama. 6.2 Indica por escrito al operario si hay alguna modificación en los insumos (concentración, cambio de producto o adición de colorante) de la receta que indica la ficha técnica, de acuerdo a los resultados de la corrida previamente aprobada por Control de Calidad.
Ayudante de Rama	6.3 Lleva la ruta al digitador, e indica el volumen total necesario para ramear los kg que indican la ruta. Indica al digitador si hay alguna modificación a la receta de la ruta
Digitador	6.4 Divide volumen total requerido para la ruta según lo indicado las Tablas de Acabado Volúmenes de Despacho (ANEXO 1) 6.5 En el sistema Fox genera el vale de cocina según lo solicitado.
Ayudante de Rama	6.6 Lleva el vale de cocina generado al Supervisor de Ramas para que lo revise y firme.
Supervisor de Ramas	6.7 Revisa y firma el vale generado para la ruta y lo devuelve al ayudante de ramas
Ayudante de Rama	6.8 Avisa al Monitor de ramas que se va despachar los insumos. 6.9 Lleva el carrito transportador de insumos con los cilindros y baldes necesarios para el despacho. 6.10 Entrega el vale de cocina al Pesador de cocina

Pesador de Cocina	6.11 Despacha los insumos, tal y como indica el instructivo de pesaje de productos de acabado (TEXCOC – I006)
Monitor	6.12 Verifica el despacho de cantidades y los insumos indicados en el vale. 6.13 Solicita el ticket impreso de las cantidades despachadas, y las engrapa a su monitoreo. 6.14 Avisa al ayudante de rama que se tiene el despacho listo.
Ayudante de Rama	6.15 Verifica que los insumos sean los indicados en el vale. 6.16 Lleva los insumos hacia el Área de preparación para su dilución según instructivo (TEXACA I001)

Elaborado	Revisado	Aprobado	FECHA
	Jessica Álvarez	Jorge de la Cruz	19/12/14

PESAJE DE PRODUCTOS DE ACABADO

Página 189 de 2

CODIGO: TEXCOC - I006
VERSION: 01

FECHA: 19/12/14

1. Objetivo

Asegurar el correcto pesado de productos de acabado

2. Responsable

Pesador de Cocina

3. Aspectos de Seguridad

- Se deben adoptar las medidas necesarias para evitar que los productos entren en contacto con la piel y los ojos. En caso se inhale, tome y/o entre en contacto con un producto, revisar los efectos y acciones a tomar en las hojas de seguridad de los productos en forma inmediata.

4. Condiciones Básicas

- Balanza y plataforma de pesajes calibrados y limpios.
- Stock de productos de acabado indicados en el vale.
- Vales generados y firmados por el Supervisor

5. Desarrollo de la Instrucción

5.1 Recepción del vale y anota la hora de despacho en el vale.

Para cantidades menores a 10 kg en baldes de 15 litros:

5.2 Coloca una bolsa dentro del balde


5.3 Verifica que la balanza marque 0.00 kg, en caso contrario presiona



5.4 Coloca el balde en la plataforma de la balanza y tara presionando




5.5 Usa la jarra correspondiente al producto y pesa hasta la cantidad requerida.

5.6 Presiona el botón  de la balanza para que se imprima el ticket.


5.7 Retira el balde y rotula las bolsas con los nombres de los productos.

Para cantidades mayores a 10 kg en cilindros de 45 litros:

5.8 Para el Ukosil CTS y Perrustol CDV usa cilindros rotulados (con niveles de 10 y 20kg), en caso sea otro producto usa un cilindro sin rotular.

5.9 Verifica que el cilindro este limpio y lo coloca en la plataforma de la balanza y tara con 

5.10 Llena con una jarra hasta la cantidad pedida en el vale de acabados (guiarse de niveles en cilindro a 10 y 20kg).

5.11 Presiona el botón  de la balanza para que se imprima el ticket

5.12 Retira el cilindro de la plataforma.

5.13 Verifica la cantidad de productos que quedan en los depósitos y pide abastecimiento en caso se esté por debajo de la mitad del cilindro.

Elaborado	Revisado	Aprobado	FECHA
Marco Hernández	Jessica Álvarez	Daniel Palacios	19/12/14

MEDICIÓN, CALIBRACIÓN Y LIMPIEZA DEL REFRACTÓMETRO


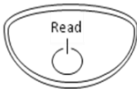

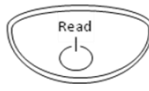


Página 191 de 1

CODIGO: TEXACA - I003
VERSION: 01



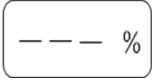


FECHA: 30/01/15

- **Objetivo**
- Asegurar una correcta medición en el refractómetro Schmidt + Haensch DHR 60 B1.
- Asegurar una correcta calibración y limpieza del refractómetro.
 - **Responsable**
Laboratorista
 - **Medidas de Seguridad**
 - No uses el equipo para medir ácidos fuertes, puede dañar el equipo
 - El refractómetro solo usa pilas AAA.
 - **Desarrollo de la Instrucción**

Calibración

Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Paso 6
					
Coloca agua blanda en el prisma	Presiona Read por 5 segundos o más	El refractómetro cambiará a modo calibración	Vuelve a presionar Read por 2 segundos o más	Aparecerá 000% (el refractómetro se estará calibrando)	00 % quiere decir que el equipo está calibrado

Medición


Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
				
Coloca la muestra en el prisma	Presiona Read una vez	Se procederá a medir	La medición estará completa en aprox. 2 segundos	Luego de medir deja limpio el prisma

Cuidados en la limpieza

- Finalizado la medición limpia el prisma con un tejido de algodón húmedo primero y luego con un tejido de algodón seco, o papel tisú.
- En caso el prisma quede manchado, usa una esponja suave impregnada con detergente casero para frotar suavemente la superficie del prisma, luego enjuaga con agua y seca.
- Nunca uses solventes orgánicos (tiner, benceno, alcohol esterilizador) para limpiar el equipo.
- No uses el chorro del caño para limpiar directamente el prisma del refractómetro, lo puede dañar.

Elaborado por	Revisado por	FECHA
Marco Hernández	Jessica Álvarez	19/12/14

ANEXO 2. ASTM D5034-09“Test de resistencia a la rotura y elongación”

 D5034 – 09

10.3.1 Verify the total operating system (loading, extension, clamping, and recording or data collecting) by testing specimens of standard fabrics for breaking force and elongation by the type of grab test to be used and comparing the data with that given for the standard fabric. Verification of the system on at least a weekly basis is recommended. In addition, the total operating system should be verified whenever there are changes in the loading system (especially an increase) or clamping mechanism.

10.3.2 Select the standard fabric which has breaking force and elongation in the range of interest.

10.3.3 Prepare standard fabric test specimens as directed in Section 9.

10.3.4 Check for adequacy of clamping pressure by mounting a specimen and marking the inner jaw face-to-fabric junctions. Break the specimen and watch for movement of either line away from the junction to indicate slippage. If slippage occurs, adjust the air pressure of pneumatic clamps or be prepared to tighten manual clamps more when testing. If pressures cannot be increased without causing jaw breaks, other techniques for eliminating slippage, such as jaw cushioning or specimen tabbing, will be necessary.

10.3.5 Test the standard fabric specimens as directed in Section 11.

10.3.6 Calculate the breaking force and elongation, the averages and the standard deviations as directed in Section 12.

10.3.7 Compare the data with previous data. If the average is outside the tolerances established, recheck the total system to locate the cause for the deviation.

11. Procedure

11.1 Mount the specimen in the clamp jaws with the previously drawn parallel line (see 9.2.2 and 9.3.1) adjacent to the side of the upper and lower front, or top, jaws which is nearest this edge, and with approximately the same length of fabric extending beyond the jaw at each end. The parallel line serves as a guide to ensure that the same lengthwise yarns of woven fabrics are gripped in both clamps and that the force application is not at an appreciable angle to the test direction of nonwoven fabrics. The tension on the specimen should be uniform across the clamp width.

11.1.1 For high-strength fabrics where the specimen cannot be satisfactorily held in clamps, place each specimen around pins and between jaws as illustrated in Fig. 3, using jaw padding if necessary. Tighten the clamps to distribute the holding pressure along the clamping surface of the top (front)

jaw. Clamps which are too tight will produce breaks at the front of the jaws; clamps which are too loose will cause slippage or breaks at the back of the jaws.

11.2 Elongation depends on the initial specimen length which is affected by any pretension applied in mounting the specimen in the testing machine. If measurement of specimen elongation is required, mount the specimen in the upper clamp of the machine, and apply a uniform pretension, not to exceed 0.5 % of the full-scale load, to the bottom end of the specimen before gripping the specimen in the lower clamp.

11.2.1 To achieve uniform and equal tension, attach an auxiliary clamp (6.3) to the bottom of the specimen and at a point below the lower clamp of the testing machine. Tighten the lower clamp and remove the auxiliary clamp.

11.3 Mark across the specimen at the front inner edge of each jaw to check for specimen slippage. When slippage occurs, the mark will move away from the jaw edge.

11.4 Operate the machine and break the specimen.

11.5 Read the breaking force, and elongation if required, from the mechanism provided for such purpose (see 11.2). Record warp and filling (machine and cross) direction results separately.

11.5.1 For some testing machines, data may be obtained using an interfaced computer.

11.6 If a specimen slips in the jaws, or breaks at the edge of or in the jaws, or if for any reason the result falls markedly below the average for the set of specimens, discard the result and take another specimen. Continue this until the required number of acceptable breaks have been obtained.

NOTE 10—The decision to discard a break should be based on observation of the specimen during the test and upon the inherent variability of the fabric. In the absence of other criteria for rejecting a *jaw break*, any break occurring within 5 mm (0.25 in.) of the jaws which results in a value below 50 % of the average of all the other breaks should be discarded. No other break should be discarded unless it is known to be faulty.

11.7 If a fabric manifests any slippage in the jaws or if more than 25 % of the specimens break at a point within 5 mm (0.25 in.) of the edge of the jaw, one of the modifications, listed below, may be tried. If any of these modifications are used, state the method of modification in the report.

11.7.1 The jaws may need to be padded.

11.7.2 The fabric may need to be coated under the jaw face area.

11.7.3 The jaw face may need to be modified.

NOTE 11—It is difficult to determine the precise reason for certain specimens to break near the edge of the jaws. If such a break is caused by damage to the specimen by the jaws, then the results should be discarded. If, however, the break is due merely to randomly distributed weak places, it is a legitimate result. In some cases, it may also be caused by a concentration of stress in the area adjacent to the jaws because the jaws prevent the specimen from contracting in width as the force is applied. In such cases, a break near the edge of the jaw is inevitable and should be accepted as a characteristic of the particular test method. This is often the case when testing fabrics using the grab procedure.

11.8 If the breaking force of wet specimens is to be corrected for shrinkage, determine the yarn number of conditioned yarns and wet yarns after drying and conditioning, using Test Method D1059.

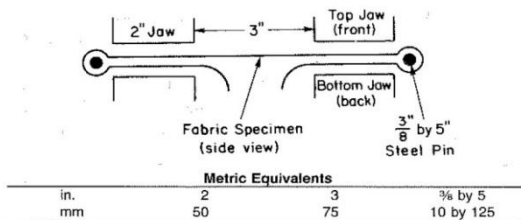
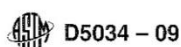


FIG. 3 Illustration of Specimen Placement for Modified Grab Method



D5034 – 09

12. Calculation

12.1 *Breaking Force*—For each laboratory sample and testing condition, calculate the average of the breaking force observed for all acceptable specimens, that is, the maximum force exerted on the specimen as read directly from the testing machine indicating mechanism.

12.2 *Measurement of Apparent Elongation*—Unless some other force is specified, measure the apparent elongation of acceptable specimens at the breaking force. Measure the increase in length from the start of the force-extension curve to a point corresponding with the breaking force, or other specified force, as shown on the autographic record. Calculate the apparent elongation as the percentage increase in length based on the gage length (initial nominal testing length of the specimen).

12.2.1 For each testing situation, calculate the average apparent elongation at the breaking force or other specified force, of acceptable specimens.

NOTE 12—The elongation calculated as a percentage of the gage length for the specimen should be referred to as the *apparent elongation* because the actual length of fabric between the jaws is usually greater than the gage length. This difference in length is frequently due to fabric pull-out from between the jaws. Thus, elongation, calculated on the gage length, has an error which is dependent upon the amount of pull-out.

12.3 *Corrected Breaking Force of Wet Specimens:*

12.3.1 If for any reason it is necessary to make allowances for shrinkage in obtaining wet breaking force by the grab procedure only, calculate the wet breaking force using Eq 3:

$$S = (L \times C)/W \quad (3)$$

where:

S = corrected breaking force of wet specimens,

L = breaking force of conditioned specimens,

C = yarn count of conditioned specimens, and

W = yarn of wet specimens.

12.3.2 A similar correction may be needed when comparing the breaking forces of conditioned specimens of a fabric after a wet finishing treatment with that of the same fabric before finishing if the finishing has caused shrinkage.

13. Report

13.1 State that the specimens were tested as directed in Test Method D5034. Describe the material or product sampled and the method of sampling used.

13.2 Report the following information for each laboratory sample:

13.2.1 The average breaking force for specimens giving acceptable breaks, for each testing condition,

13.2.2 The average percent apparent breaking elongation of acceptable specimens for each test condition, if requested,

13.2.3 Number of specimens tested for each test condition,

13.2.4 Type of test specimen and testing machine used,

13.2.5 Maximum force obtainable in the range used for testing,

13.2.6 Pretension if used,

13.2.7 Size of jaw faces used,

13.2.8 Type of padding used in the jaws, modification of specimen gripped in the jaws, or modification of jaw faces, if any,

13.2.9 Number of yarns in the clamping area, if less than 25,

13.2.10 Average time required to break, if applicable, for all specimens giving acceptable breaks,

13.2.11 Conditioned or wet testing, or both,

13.2.12 In the case of tests on wet specimens, whether allowance was made for shrinkage, and

13.2.13 Whether sizing or finishes have been removed, and, if so, by what procedure.

14. Precision and Bias

14.1 *Interlaboratory Test Data*—An interlaboratory test was conducted in 1991 in which randomly-drawn samples of three materials were tested in each of three laboratories. Two operators in each laboratory each tested ten specimens of each material using Test Method D5034. Five of the ten specimens were tested on one day and five specimens were tested on a second day. Tests were separately conducted in laboratories at the standard atmosphere for testing textiles separately using the Constant-Rate-Of-Extension (CRE) and the Constant-Rate-Of-Travel (CRT) types of tensile testers. In addition, tests were conducted at 72F and 50 % Relative Humidity using the Constant-Rate-Of-Extension (CRE) type tester. The components of variance for breaking strength expressed as standard deviations were transformed to percent coefficient of variation and are listed in Table 1. There were sufficient differences related to the type of tensile tester, material tested, and test conditioning to warrant listing the components of variance and the critical differences separately. The three classes of fabrics

TABLE 1 Breaking Strength Grab Test
Components of Variance, Coefficient of Variation, %

Fabric Type and Test Atmosphere	Type Machine	Grand Average Pounds	Single-Operator Component	Within-Laboratory Component	L
<i>Filter Fabric</i>					
72F, 65 % RH	CRE	61.4	4.1	3.8	0
72F, 50 % RH	CRE	63.4	3.9	1.1	0
72F, 65 % RH	CRT	64.6	2.1	0	0
<i>Plain Weave Fabric</i>					
72F, 65 % RH	CRE	112	3.7	1.4	0
72F, 50 % RH	CRE	116	4.0	2.8	0
72F, 65 % RH	CRT	118	4.0	2.3	0
<i>Sateen Fabric</i>					
72F, 65 % RH	CRE	240	3.1	1.3	2
72F, 50 % RH	CRE	241	4.6	5.6	0
72F, 65 % RH	CRT	247	2.4	0.7	1

ANEXO 3. AATCC 81-1996

“pH de extracción para procesos textiles en húmedo”

AATCC Test Method 81-1996

pH of the Water-Extract from Wet Processed Textiles

Developed in 1954 by AATCC Committee RA34; revised 1963, 1996 (with title change); reaffirmed 1968, 1969, 1974, 1977, 1980, 1983, 1988, 1989; editorially revised 1990. Related to ISO 3071.

1. Purpose and Scope

1.1 This test method determines the pH of wet processed textiles either scoured or bleached.

1.2 To make a quantitative determination, the chemicals which influence pH must be removed from the textile specimen, collected as a water extract and then accurately measured by a pH meter.

2. Principle

2.1 The specimen is boiled in distilled or deionized water. The water-extract is cooled to room temperature and the pH is determined.

3. Terminology

3.1 **bleaching, n.**—elimination of unwanted coloring matter from a textile substrate by oxidative or reductive chemical treatment.

3.2 **pH, n.**—the negative logarithm of the effective hydrogen ion concentration or hydrogen ion activity in gram equivalents per liter used in expressing both acidity and alkalinity on a scale whose values run from 0-14 with 7 representing neutrality, numbers less than 7 increasing acidity, and numbers greater than 7 increasing alkalinity.

3.3 **wet processing, n.**—in textile manufacturing, a collective term for processes included in preparation, dyeing, printing, and finishing in which the textile material is treated with a liquid, normally water, or with chemicals in solution or dispersion in a liquid.

4. Safety Precautions

NOTE: These safety precautions are for information purposes only. The precautions are ancillary to the testing procedures and are not intended to be all inclusive. It is the user's responsibility to use safe and proper techniques in handling materials in this test method. Manufacturers MUST be consulted for specific details such as material safety data sheets and other manufacturer's recommendations. All OSHA standards and rules must also be consulted and followed.

4.1 Good laboratory practices should be followed. Wear safety glasses in all

laboratory areas.

4.2 All chemicals should be handled with care.

5. Uses and Limitations

5.1 pH can be used to determine the suitability of wet processed textiles for subsequent dyeing and/or finishing operations or to evaluate the washing and/or neutralizing efficiency following any wet processing operation.

5.2 This method should be used in conjunction with AATCC Test Method 144, Alkali in Wet Processed Textiles: Total, in order to quantitatively determine the amount of an alkali present. While pH gives an indication of relative alkali or acid content, the exact amount can be masked by the presence of strong buffering agents.

6. Apparatus and Materials

6.1 pH meter with 0.1 unit graduations.

6.2 Beakers, glass, 400 mL.

6.3 Buffer solutions, pH 4.0, 7.0, 10.0 or others as needed.

7. Calibration

7.1 Calibrate the pH meter in accordance with the manufacturer's instructions. Select buffer solutions for calibration which are in the estimated range of the specimens' pHs.

8. Specimens

8.1 Use a 10 ± 0.1 g specimen of the material to be tested. If the weight per square yard of the fabric is excessively low, cut the sample into small pieces.

9. Procedure

9.1 Boil 250 mL of distilled water at a moderate rate for 10 min. Immerse the specimen, cover the beaker with a watch glass and boil for an additional 10 min.

9.2 Allow the covered beaker and contents to cool to room temperature. Remove the specimen with tweezers, allowing the excess liquid to drip back into the extract.

9.3 Determine the pH of the extract using a pH meter operated according to manufacturer's instructions.

10. Evaluation

10.1 The pH of the water-extract depends on the chemical treatment previously given the textile, the pH of the wash-water, and the efficiency of the washing operation.

10.2 Normally, the pH of the water-extract will be higher after caustic boiling than after bleaching. If the textile is scoured after bleaching, the pH may be lower.

10.3 Textiles with high pH values may exhibit yellowing tendencies, create shade changes, alter the exhaustion and fixation of dyes, and produce a decrease in the cure of resin finishes or exhaustion of softeners.

11. Precision and Bias

11.1 Precision.

11.1.1 In late 1993, an interlaboratory study was completed, which included five laboratories, two operators in each, running three determinations per fabric, on four fabrics. No prior assessment was made of the relative level of performance of the participating laboratories.

11.1.2 Analysis of the data set ($5 \times 2 \times 3 \times 4 = 120$ values) yielded components of variance as follows:

Laboratories	0.1203
Operators within laboratories	0.0150
Specimens within materials, laboratories, and operators	0.0188

11.1.3 Table I indicates the critical differences calculated using the values in 11.1.2.

Table I. Critical Differences for Two Averages—95% Probability Level

N	pH of Water-Extract from Bleached Textiles		
	Single Operator	Within Laboratory	Between Laboratory
1	0.38	0.51	1.09
2	0.27	0.43	1.05
4	0.19	0.39	1.04
8	0.13	0.37	1.03

11.1.4 Differences between two averages of N determinations, for the appropriate precision parameter, should reach or exceed the table value to be statistically significant at the 95% probability level.

11.2 Bias.

11.2.1 To the extent the pH meter used in this test method is capable of measuring values of pH that are consistent with true values of pH, the determination of the pH of the water-extract from a bleached textile, using this test method, has no known bias. During this study, no determination was made of the true value of this property by an independent, referee analytical method for the purpose of establishing presence or absence of bias.

ANEXO 4. MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN CON EL REFRACTÓMETRO DIGITAL

Objetivo

- Monitorear la concentración del baño del foulard mientras pasa un tejido con el uso de un refractómetro digital

Definiciones

Refractómetro: Un refractómetro es un aparato de laboratorio para medir el índice de refracción de una sustancia como el agua o el alcohol. En general, los refractómetros son utilizados para determinar la composición y pureza de las sustancias cuantitativamente.

Un refractómetro mide la concentración de una solución calculando el índice de refracción.

El refractómetro digital mide en cuestión de segundos y muestra los resultados de la medición precisos.

Fundamento teórico

Formas de medición refractométricos

Existen dos tipos de refractómetros en función de la detección del índice de refracción; sistemas transparentes y sistemas de reflexión. Los refractómetros portátiles y los refractómetros Abbe usan los sistemas transparentes, mientras que los refractómetros digitales usan los sistemas de reflexión.

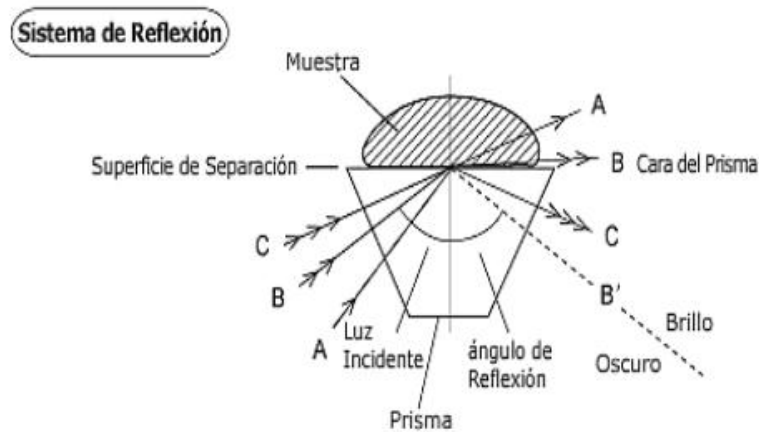
Se describirán por el tipo de refractómetro usado el sistema reflexivo.

Sistema reflexivo

El sistema de refracción para el refractómetro digital (sistema de reflexión) se describe en la figura inferior. En la figura, el haz de luz A, que incide desde la parte baja izquierda del prisma, no es reflejado por el límite, pero pasa a través de la muestra.

El haz de luz B se refleja por la cara derecha, directamente a lo largo del límite del prisma. El haz de luz C, incide en un ángulo demasiado grande para pasar a través de la muestra, sino que es totalmente reflejado hacia el lado bajo y derecho del prisma.

Como resultado, la línea límite es producida dividiendo la luz y la sombra en el otro lado de la línea punteada B en la figura. El ángulo de reflexión de esta línea es proporcional al índice de refracción, la posición de la línea límite entre la luz y los campos oscuros son captados por un sensor y convertidos en índices refractivos.



Correlación entre el índice de refracción y la concentración de una solución

La presente tesis se utiliza la relación descrita en el libro Información tecnológica en el capítulo 26: "Correlación generalizada para predecir el índice de refracción en soluciones salinas naturales" dentro de la cual se describe que el índice de refracción el porcentaje en solidos de una solución es proporcional a la concentración de la masa de la solución.

El índice de refracción de soluciones liquidas en condiciones de temperatura entre 10 a 60°C actúa en relación a la concentración de masa de una solución de acuerdo a:

$$n = k.M$$

Dónde:

- n: Índice de refracción
- M: Concentración molar (g/l)
- k: Constante

Así mismo la concentración de solidos también tiene la misma relación

$$\%solidos = k.M$$

Dónde:

- %solidos: concentración de sólidos en %Brix
- M: Concentración molar (g/L)
- k: constante

Equipo utilizado

Refractómetro Schmidt + Haensch DHR 60 B1.



Refractómetro digital con las siguientes especificaciones:

Unidad	Brix%
Rango de medición	0.0 – 60.0 Brix%
Precisión	± 0.2 Brix%
Resolución mínima	0.1 Brix%
Rango de temperatura a medir	0 - 70°C
Temperatura ambiente	10 – 40°C
Dimensiones	45(W) x 32 (D) x 153(H)mm
Peso	Aprox. 100 g

Desarrollo

- a. Se mide la concentración del baño de la tina del foulard con el refractómetro (revisar, Anexo XX: Medición, calibración y limpieza del refractómetro), la primera medición con el refractómetro en %Brix será proporcional a la concentración inicial preparada de acuerdo a la receta.

Ejm:

Receta: 20 g/L Producto A, 10 g/L Producto B

Concentración inicial: $20 \text{ g/L} + 10 \text{ g/L} = 30 \text{ g/L}$

Medición con refractómetro: 3 %Brix

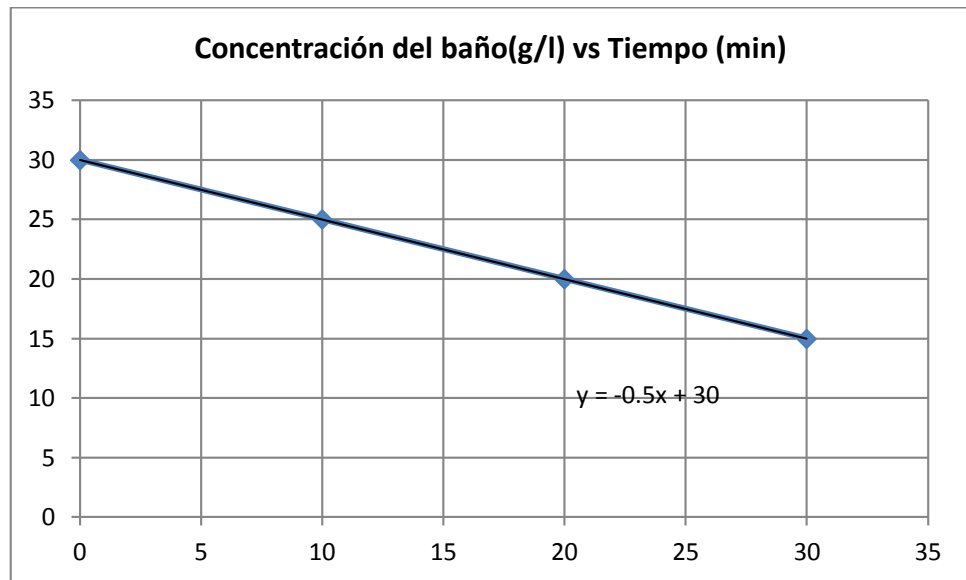
Relacionamos el %solidos con la concentración molar y consideramos que 3%Brix será equivalente a 30 g/L de la mezcla homogénea de las soluciones.

- b. Pasado un periodo de tiempo estándar (5min o 10 min), mido el %solidos con el refractómetro, realizo un tabla como la siguiente:

Tiempo (min)	%Brix	g/L
0	3	30
10	2.5	25
20	2	20
30	1.5	15

Para calcular las concentraciones molares de los tiempos 10,20 y 30 min considero que 3% Brix son 30 g/L y calculo proporcionalmente al % Brix en cada tiempo para llenar el cuadro.

- c. Este cuadro muestra el comportamiento de la concentración del baño mientras que pasa el tejido con respecto al tiempo, como se muestra en siguiente gráfico



- d. La pendiente de este gráfico es llamada en el presente estudio como velocidad de pérdida y en este caso es 0.5 g/(l.min), esto quiere decir que el baño está perdiendo 0.5 g/L de concentración cada minuto.

ANEXO 5. Procedimiento utilizado en las pruebas

Antes de la prueba

- Seleccionar una partida con acabado suavizado + siliconado y con un peso aproximadamente de 400 kg.
- Coordinar con el supervisor los parámetros a utilizar en rama (velocidad y presión).
- Realizar diseño de prueba y verificarlo (Medir Pick up de la tela antes de impregnarse con 30 min de anticipación).
- Realizar los vales para la receta inicial y la receta de refuerzo, coordinar con el supervisor el despacho inmediato de los productos.

Durante la prueba

- Definir la presión necesaria en el foulard para que se obtenga la diferencia de pick up requerida en el diseño.
- Verificar:
 - Concentración del baño en el tiempo: lado izquierdo y derecho de la tina
 - Caudal: que permanezca constante
 - Volumen del baño de refuerzo (olla): que disminuya respecto al tiempo.
 - Pick up de tela: lado izquierdo y derecho
 - Pedir muestra de tela de cada rollo que pase al encargado de recoger muestras de calidad: para verificar tacto.
- Sincronizar las paradas de rama con el corte de flujo al caudalímetro cerrando la válvula manualmente y volver a abrir la válvula al reiniciarse el movimiento de la tela en la rama

Después de la prueba

- Verificar la calidad de la tela con Control de Calidad.

ANEXO 6. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL PICK UP

Formas de medir el pick up. -

- Ø Anote la presión (bar), la velocidad de rodillos del foulard (m/min), el gramaje del artículo (g/m^2)
- Ø Corte una muestra de tela después de ser exprimida por el foulard.
- Ø Pese la muestra.
- Ø Coloque la muestra en el horno por 5 min.
- Ø Retire la muestra, verifique que está seca, en caso contrario coloque unos minutos más la muestra.
- Ø Coloque la muestra en el acondicionador por 10 min y pese la muestra.
- Ø Haga el cálculo para hallar el pick up en la muestra.

Nota: Para tela húmeda calcular la diferencia de pick up, esto requiere realizar lo anteriormente señalado tanto para antes de la impregnación como para después de está.

ANEXO 7: Seguimiento a la variación de la concentración en pruebas experimentales en planta propuestas para la ruta 3

Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Droop Needle PES/CO	Pique Simple c/Spandex Algodón 30/1 Ne con Spandex 40 De	Pique Simple c/Spandex Algodón 30/1 Ne con Spandex 40 De
Presión: 3 bar Velocidad: 14 m/min	Presión: 3 bar Velocidad: 14 m/min	Presión: 3 bar Velocidad: 14 m/min

Concentración del baño: hay una menor variación, se disminuyó hasta un 88% de la concentración inicial.

(Todas las pruebas fueron hechas en acabado suavizados + siliconados)

Prueba	N° 1	N° 2	N° 3
[] Inicial (g/L)	150.5	215.5	265.5
[] de refuerzo (g/L)	451.5	603.4	624.3
Factor de Refuerzo	3	2.8	2.35
Δ [] de baño (g/L)	[85.3–200.7]	[181.5–215.5]	[232.3–265.5]
Disminución de []	56%	84%	88%

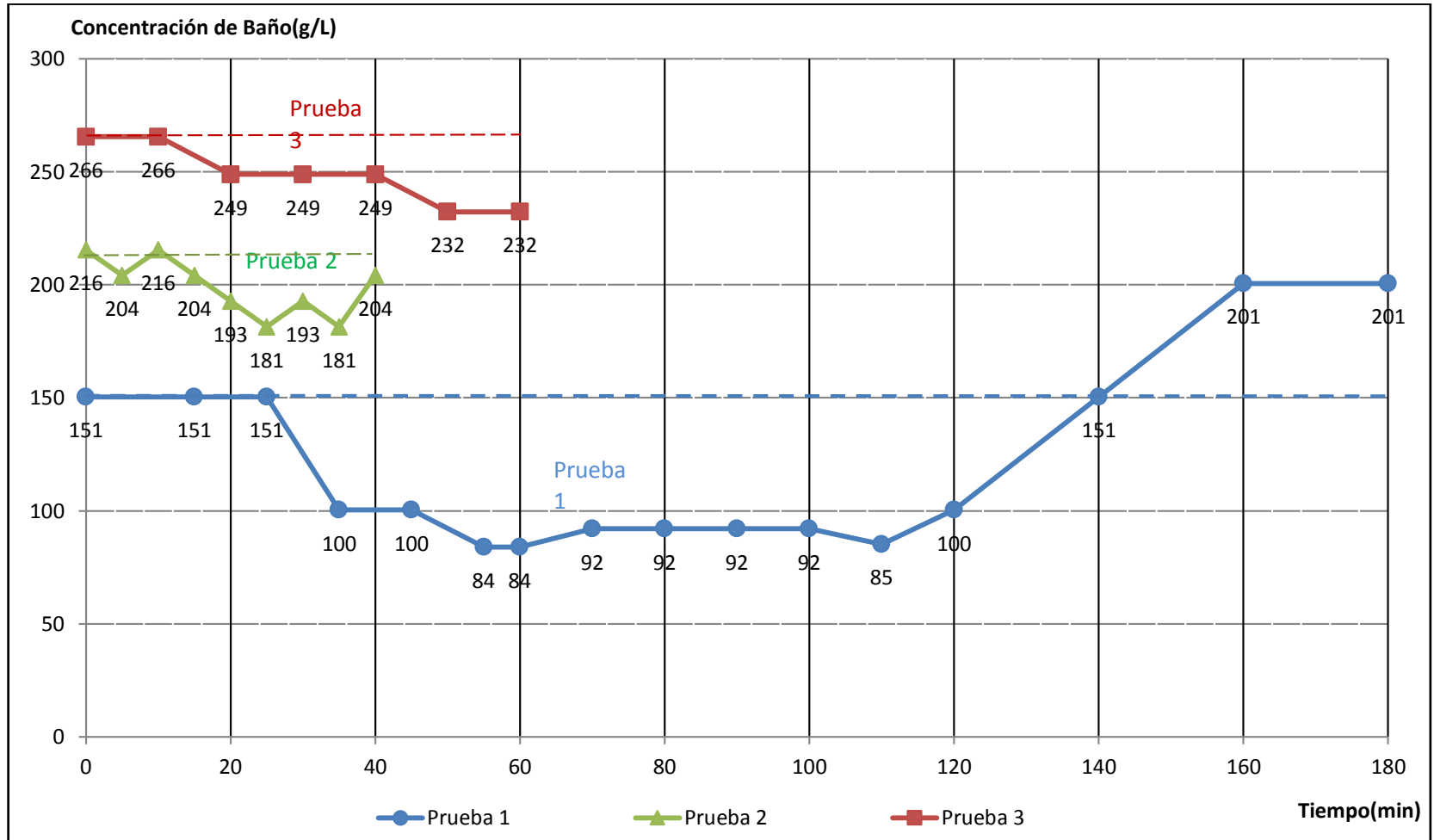
Mayor Ahorro (en comparación con las cantidades usadas con la forma actual de trabajo)

Prueba	N° 1	N° 2	N° 3
Ahorro (US\$/kg de tela)	0,085	0,024	0,109
Ahorro (% US\$)	38%	13%	41%
Ahorro (kg de producto)	69,23	8,20	48,44
Ahorro (% Kg)	38,3%	12,4%	40,6%

Calidad de la tela (Evaluación de tela en el Área De Calidad)

Prueba	N° 1	N° 2	N° 3
Tacto de tela	Tacto más uniforme entre rollo y rollo		
Defecto debido a la prueba	Ninguno atribuible		

Gráfico que compara el seguimiento de las concentraciones en la tina del foulard de las pruebas para el caso 3



En la siguiente tabla se muestran los datos recopilados

Prueba 1			Prueba 2			Prueba 3		
Tiempo (min)	g/L	%	Tiempo (min)	g/L	%	Tiempo (min)	[] (g/L)	%
0	150	100	0	215	100	0	265	100
25	150	100	5	204	95	10	265	100
45	100	67	10	215	100	20	248	94
60	84	56	15	204	95	30	248	94
70	92	61	20	192	89	40	248	94
90	92	61	25	181	84	50	232	88
110	85	57	30	192	89	60	232	88
120	100	67	35	181	84			
140	150	100	40	204	95			
160	200	133						
180	200	133						

ANEXO 8. FICHAS TECNICAS

MATERIALES				DATOS EN CRUDO			DATOS SOLICITADOS
TITULO	DESCRIPCION	LOTE	PROVEEDOR	% CONSUMO	LM	DENSIDAD	227 g/m2
30/1	ALGODÓN TANGUIS	151003	ALG. PERUANA			ANCHO (ABIERTO)	1.64 m
30 DN	SPANDEX					GG	24
						Ø	30
						MAQ. TEJIDO	1 - A
PROCESOS							
PREPARADO/APERTURA EN CORINO/TERMOFIJADO/ANTIPILLING+TEÑIDO/CENTRIFUGADO/PLEGADO EN CORINO/LAVADO EN FOULARD/ACABADO EN RAMA							
PROCESOS	1 PREPARADO						
	PLEGADO - TUBULAR						
	2 APERTURA EN CORINO						
	3 TERMOFIJADO - RAMA # 5						
	PARAMETROS		CONTROLES		RECETA		
	PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO ENTRADA	1.64 m	SOLO AGUA FRIA		
	VELOCIDAD	10 Yds/min	ANCHO SALIDA	1.69 m			
	TEMPERATURA	190° C	DENSIDAD ENTRADA	227 g/m2	OBSERVACIONES		
	ALIMENTACIÓN SUPERIOR	7%	DENSIDAD SALIDA	222 g/m2			
ALIMENTACIÓN INFERIOR	23%	RENDIMIENTO	2.66mts/kilo				
VAPOR	SI	MTS/ROLLO 20 KG	53.30 mts				
ANCHO CADENA	1.65 m				TRAMA RECTA		
4 ANTIPIILLING							
0.8 % DE ANTIPIILLING DURANTE EL PROCESO							
5 BLANQUEO + TEÑIDO COTÓN							
6 CENTRIFUGADO							
PARAMETROS		OBSERVACIONES					
CICLO	SUAVE	Máximo 6 rollos por carga.					
TIEMPO	1 MINUTO						
7 PLEGADO EN CORINO							
8 LAVADO EN FOULARD							
PARAMETROS		OBSERVACIONES					
PRESIÓN (BAR)	3	Lavado por residuos de antipilling.					
Nº DE PASES	1						
9 ACABADO EN RAMA #2							
PARAMETROS		CONTROLES		RECETA: SUAVIZADO/SILICONADO			
PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO ENTRADA	1.68 m	150 G/L PERRUSTOL - CDV			
VELOCIDAD	14 m/min	ANCHO SALIDA	1.65 m				
TEMPERATURA	130° C	ANCHO REPOSO	1.62 m	50 G/L UKOSIL CTS			
ALIMENTACIÓN SUPERIOR	21.6/21.5%	DENSIDAD ENTRADA	214 g/m2				
ALIMENTACIÓN INFERIOR	0.6%	DENSIDAD SALIDA	204 g/m2	0.5 G/L ACIDO ACETICO			
ANCHO CADENA	1.72 m	DENSIDAD REPOSO	207 g/m2				
				OBSERVACIONES			
		INCLINACIÓN		8°			
		RENDIMIENTO		2.98 mts/kilo			
		MTS/ROLLO 20 KG		59.64 mts			
RESULTADOS DE LABORATORIO DE CONTROL CALIDAD							
DENSIDAD REPOSADO	ANCHO REPOSADO	ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	INCLINACIÓN		
207 g/m2	1.62 m	% ANCHO	% LARGO	%			
		-7%	-7%	5	8°		

Fuente: Texfina

VERSIÓN 01			ELABORADO: 21/10/2014			
GO2125		ARTÍCULO			SERVICIO	TEÑIDO/ACABADO
STN	ALPHA	PIQUE LACOSTE				
MATERIALES			DATOS DE TELA CRUDA			DATOS SOLICITADOS
TITULO	DESCRIPCIÓN	% CONSUMO	LM	FACTOR COBERTURA		
27/1	ALGODÓN PIMA PEINADO	100		DENSIDAD	177 g/m ²	DENSIDAD: 215 g/m ² ANCHO: 2.10 m
				ANCHO (TUB.)	1.06 m	
				GG	28	
				Ø	26	
PROCESOS						
PREPARADO/ANTIPIILLING + TEÑIDO CO /CENTRIFUGADO/APERTURA+PLEGADO/LAVADO EN FOULAR/ACABADO EN RAMA/MOJADO EN MQ./CENTRIFUGADO/PLEGADO MANUAL/SECADO EN FLEISSNES/COMPACTADO LAFFER						
P R O C E S O S	1 PREPARADO					
	2 ANTIPIILLING - TEÑIDO CO					
	0.8% ANTIPIILLING - DURANTE 90 MINUTOS					
	3 CENTRIFUGADO					
	PARAMETROS		OBSERVACIONES			
	CICLO	SUAVE	Máximo 6 rollos por carga.			
	TIEMPO	1 MINUTO				
	4 APERTURA + PLEGADO EN CORINO					
	5 LAVADO EN FOULARD					
	PARAMETROS		OBSERVACIONES			
	PRESIÓN (BAR)	3	Lavado por residuos de antipilling.			
VELOCIDAD	MÁXIMA					
6 ACABADO EN RAMA # 1						
PARAMETROS		CONTROLES		RECETA: SUAVIZADO/SILICONADO		
PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO DE ENTRADA	2.02 m	200 G/L PERRUSTOL - CDV 15 G/L RUCOFIN - SIQ 50 G/L UKOSIL - CTS 0.5 G/L ACIDO ACETICO pH= 5.0 - 5.5		
VELOCIDAD	5 m/min	ANCHO SALIDA	2.10 m			
TEMPERATURA	130°C	DENSIDAD ENTRADA	221 g/m ²			
ANCHO CADENA	2.09 m	DENSIDAD SALIDA	215 g/m ²			
ALIMENTACIÓN SUPERIOR	+20 %	INCLINACIÓN	4°			
ALIMENTACIÓN INFERIOR	0%	RENDIMIENTO	2.21 mts/kilo			
		MTS/ROLLO 20 KG	44.29 m			
7 MOJADO EN MAQUINA						
8 CENTRIFUGADO						
PARAMETROS		OBSERVACIONES				
CICLO	SUAVE	Máximo 6 rollos por carga.				
TIEMPO	1 MINUTO					
9 PLEGADO MANUAL						
10 SECADO EN FLEISSNER						
PARAMETROS		CONTROLES		OBSERVACIONES		
VELOCIDAD DE FAJA	160	ANCHO SALIDA	1.98 m			
ALIMENTACIÓN DE RODILLO	140	DENSIDAD SALIDA	220 g/m ²			
TEMPERATURA	130° C	RENDIMIENTO	2.29 mts/kilo			
		MTS/ROLLO 20 KG	45.91 m			
11 COMPACTADO EN LAFFER						
PARAMETROS		CONTROLES		OBSERVACIONES		
ALIMENTACIÓN	10%	ANCHO ENTRADA	1.98 m			
PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO SALIDA	2.10 m			
TEMPERATURA	130° C	DENSIDAD ENTRADA	223 g/m ²			
ANCHO CADENA	76 Pulgadas	DENSIDAD SALIDA	215 g/m ²			
		INCLINACIÓN	4°			
		RENDIMIENTO	2.13 mts/kilo			
		MTS/ROLLO 20 KG.	42.70 m			
RESULTADOS EN CONTROL CALIDAD TEXTIL						
DENSIDAD	ANCHO	ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	INCLINACIÓN	
215 g/m ²	2.10 m	% ANCHO	% LARGO	3ER CICLO	4°	
		-9%	-4%	3%		

Fuente: Texfina

MATERIALES			DATOS TELA CRUDA			DATOS SOLICITADOS			
TITULO	DESCRIPCIÓN	% CONSUMO	LM	DENSIDAD	185 g/m ²	STD		TOLERANCIAS	
32/1	ALGODÓN AMERICANO CARDADO	62.1	3.02	ANCHO (TUB.)	0.83 m	DENSIDAD	190 g/m ²	+ 5 %	
100/72-1	POLYESTER	37.9	3.98	GG	28	ANCHO	1.86 m	+ 2cm/- 1cm	
				Ø	30	RENDIMIENTO		2.82 mts/kilo	
PROCESOS									
PREPARADO/APERTURA/TERMOFIJADO/ANTIPILLING+TEÑIDO DOBLE FIBRA/CENTRIFUGADO/PLEGADO EN CORINO/LAVADO EN FOULARD/ACABADO EN RAMA									
P R O C E S O S	1 PREPARADO								
	2 APERTURA								
	3 TERMOFIJADO								
	PARAMETROS		RAMA - # 02	RAMA - # 05	CONTROLES (RAMA # 02 - 05)		RECETA		
	PRESIÓN (BAR)	3	3	ANCHO ENTRADA	1.66 m		SOLO AGUA		
	VELOCIDAD	18 m/min	16 Yds/min	ANCHO SALIDA	1.86 m				
	TEMPERATURA	185° C	185° C	DENSIDAD ENTRADA	190 g/m ²		OBSERVACIONES -Cambio de baño de foulard cada 4 rollos. -Limpieza de filtros de campos cada 1000 kilos.		
	ALIMENTACIÓN SUPERIOR	20%	11.5%	DENSIDAD SALIDA	190 g/m²				
	ALIMENTACIÓN INFERIOR	0%	42%	RAPORT (VERTICAL)	12.7 cm				
	TIEMPO DE PERMANECIA	69"	66.8"	RENDIMIENTO	2.82 m/kilo				
	ANCHO CADENA	1.85 m	1.85 m	MTS EN ROLLO DE 20K	56.59 m				
	4 ANTIPILLING+BLANQUEO+TEÑIDO DOBLE FIBRA								
	1 % DE ANTIPILLING - DURANTE 90 MIN								
	5 CENTRIFUGADO								
	PARAMETROS			OBSERVACIONES					
	CICLO	SUAVE		Máximo 6 rollos por carga.					
	TIEMPO	2 MINUTOS							
	6 PLEGADO EN CORINO								
	7 LAVADO EN FOULARD								
	PARAMETROS			OBSERVACIONES					
PRESIÓN (BAR)	3		Lavado en foulard por residuos de pilling.						
PASES	1								
8 ACABADO EN RAMA - # 03									
PARAMETROS			CONTROLES		RECETA- SUAVIZADO/SILICONADO				
PRESIÓN (BAR)	3		ANCHO ENTRADA	1.79 m		50 G/L PERRUSTOL CDV 50 G/L RUCOFIN SIQ 50 G/L UKOSIL CTS 0.5 ACIDO ACETICO pH = 5.0 - 5.5			
VELOCIDAD	12.8 Yd/min		ANCHO SALIDA	1.88 m					
TEMPERATURA	130° C		ANCHO REPOSO	1.86 m					
ALIMENTACIÓN SUPERIOR	0,90%		DENSIDAD ENTRADA	195 g/m ²					
ALIMENTACIÓN INFERIOR	0%		DENSIDAD SALIDA	188 g/m ²					
ANCHO CADENA	1.85 m		DENSIDAD REPOSO	190 g/m²					
			RAPORT (VERTICAL)-REPOSO	12.7 cm					
			RENDIMIENTO	2.82 m/kilo					
			MTS EN ROLLO DE 20K	56.58 m					
RESULTADOS EN LAB. DE CONTROL DE CALIDAD									
DENSIDAD REPOSADO	ANCHO REPOSADO	ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	INCLINACIÓN				
190 g/m²	1.86 m	% ANCHO		3ER CICLO					
		-8%			0%				
		% LARGO							
		-8%							

Fuente: Texfina

VERSIÓN 03		Actualizado : 10/10/2014				
BO22992		ARTICULO			CUIDADO	DELICADO
MODELADOR		WINTER SOLIDO + FINE STRIPE				
MATERIALES		DATOS TELA CRUDA		DATOS SOLICITADOS		
TITULO	DESCRIPCIÓN	DENSIDAD	132 g/m2	STD	TOLERANCIAS	
3 6 / 1	ALGODÓN - INTERLOCK	ANCHO TUBULAR	0.95 m	DENSIDAD	160 g/m2	+ - 5 %
50/24-1	POLYESTER - INTERLOCK	GG	26	ANCHO	1.51 m	+ 2cm/ -1cm
		Ø	30	RENDIMIENTO	4.13 mts/kilo	
PROCESOS						
PREPARADO/APERTURA EN CORINO/TERMOFIJADO/ANTIPELLING+TEÑIDO DOBLE FIBRA+SUAVIZADO/SILICONADO POR AGOTAMIENTO/CENTRIFUGADO /PLEGADO EN CORINO/LAVADO EN FOULARD/ACABADO EN RAMA						
P R O C E S O S	1 PREPARADO- PLEGADO TUBULAR					
	2 APERTURA EN CORINO					
	3 TERMOFIJADO EN RAMA - # 05					
	PARAMETROS		CONTROLES		RECETA	
	PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO ENTRADA	1.90 m	-Tensionar material en los polines 1 y 2 antes de pasar por foulard. -Cambio de baño de foulard cada 4 rollos. -Limpieza de filtros de campos cada 1000 kilos.	
	VELOCIDAD	16.5 Yd/min	ANCHO SALIDA	1.58 m		
	TEMPERATURA	185° C	DENSIDAD ENTRADA	132 g/m2		
	ALIMENTACIÓN SUPERIOR	10.9%	DENSIDAD SALIDA	165 g/m2		
	ALIMENTACIÓN INFERIOR	40%	RENDIMIENTO	3.83 m/kilo		
	TIEMPO DE PERMANENCIA	66"	MTS EN ROLLO DE 20K	76.71 m		
ANCHO CADENA	1.55 m					
4 ANTIPELLING+TEÑIDO DOBLE FIBRA+ACABADO POR AGOTAMIENTO						
1.2% DE ANTIPELLING DURANTE 90 MIN				RECETA- SILICONADO/SILICONADO		
				8% PERRUSTOL CDV 1% RUCOFIN GES 0.5 G/L ACIDO ACETICO		
5 CENTRIFUGADO						
PARAMETROS		OBSERVACIONES				
CICLO	SUAVE	MAXIMO 6 ROLLOS POR CARGA				
TIEMPO	1 MINUTO					
6 PLEGADO EN CORINO						
7 LAVADO EN FOULARD						
PARAMETROS		OBSERVACIONES				
PRESIÓN (BAR)	3	LAVADO POR RESUADOS DE ANTIPELLING				
Nº PASES	1					
8 ACABADO EN RAMA - # 02						
PARAMETROS		CONTROLES		RECETA-SUAVIZADO/SILICONADO		
PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO ENTRADA	1.44 m	200 g/L PERRUSTOL CDV 50 G/L RUCOFIN GES 50 G/L UKOSIL CTS 0.5 ACIDO ACETICO pH= 5.0 - 5.5		
VELOCIDAD	20 m/min	ANCHO SALIDA	1.53 m			
TEMPERATURA	130° C	ANCHO REPOSO	1.51 m			
ALIMENTACIÓN SUPERIOR	27%	DENSIDAD ENTRADA	166 g/m2			
ALIMENTACIÓN INFERIOR	0%	DENSIDAD SALIDA	158 g/m2			
ANCHO CADENA	1.53 m	DENSIDAD REPOSO	160 g/m2			
		RENDIMIENTO	4.13 m/kilo			
		MTS EN ROLLO DE 20K	82.78 m			
RESULTADOS EN LAB. DE CONTROL DE CALIDAD						
DENSIDAD	ANCHO	ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	INCLINACIÓN	
160 g/m2	1.51 m	% ANCHO	% LARGO	3ER CICLO	0%	
		-7%	-7%	3%		
OBSERVACIONES						
RUTA PARA TODOS LOS WINTER FINE STRIPE Y SOLIDO (TEÑIDOS DOBLE FIBRA)						

Fuente: Texfina

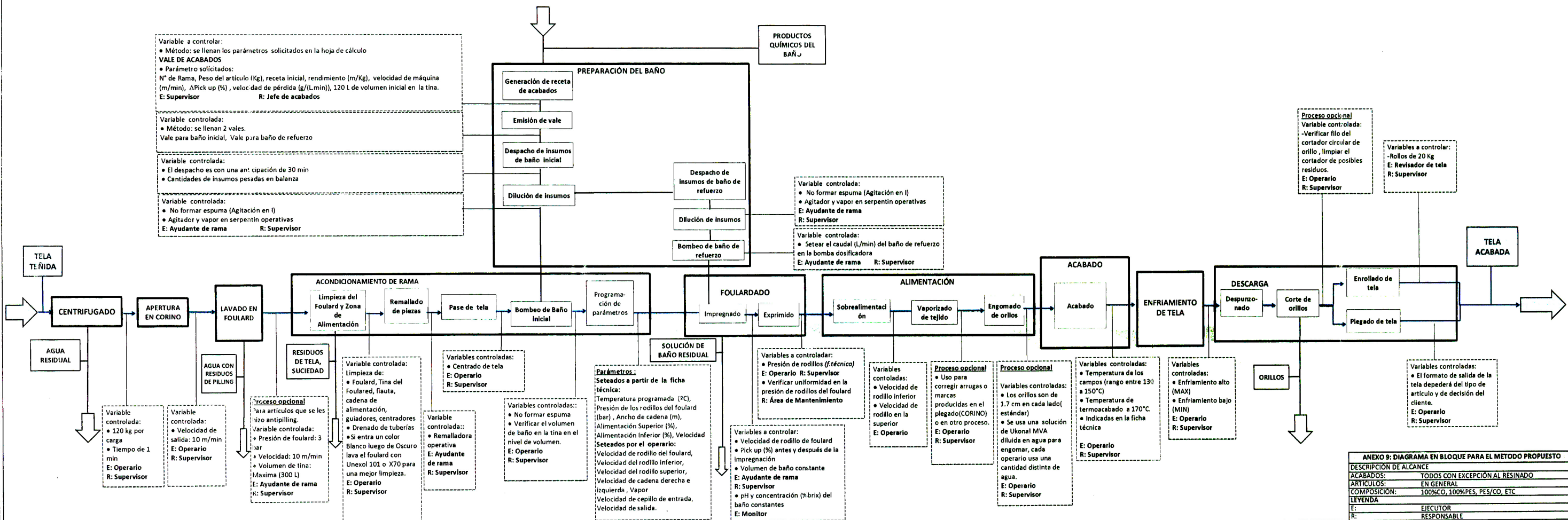
BO20921		ARTICULO						ELABORADO: 24/04/2014			
CONFECCIONES IREMAR		JET PIQUET						SERVICIO	TERMOFIJADO/ TEÑIDO/ACABADO		
MATERIALES				DATOS TELA CRUDA				DATOS SOLICITADOS			
TITULO	DESCRIPCIÓN	LOTE	PROVEEDOR	% CONSUMO	LM	DENSIDAD	158 g/m2	STD		TOLERANCIAS	
40/1	ALGODÓN					ANCHO (TUB.)	0.92 m	DENSIDAD	180 g/m2	+- 5%	
75/72-1	POLYESTER					GG	28	ANCHO	1.62 m	+ 2 cm/- 1cm	
						∅	30	RENDIMIENTO	3.42 m		
PROCESOS											
PREPARADO/APERTURA EN CORINO/TERMOFIJADO/ANTIPIILLING+BLANQUEO+TEÑIDO DOBLE FIBRA/CENTRIFUGADO/PLEGADO EN CORINO/LAVADO EN FOULARD/ACABADO EN RAMA											
P R O C E S O S	1	PREPARADO- PLEGADO TUBULAR									
	2	APERTURA EN CORINO									
	3	TERMOFIJADO EN RAMA - # 05									
		PARAMETROS			CONTROLES			RECETA			
		PRESIÓN (BAR)	3	ANCHO ENTRADA	1.84 m	SOLO AGUA					
		TEMPERATURA	185° C	ANCHO SALIDA	1.65 m						
		TIEMPO DE RESIDENCIA	66"	DENSIDAD ENTRADA	158 g/m2						
		ALIMENTACIÓN SUPERIOR	10.7 %	DENSIDAD SALIDA	177 g/m2						
		ALIMENTACIÓN INFERIOR	42 %	RENDIMIENTO	3.42 m/kilo						
		VELOCIDAD	16.5 Yds/min	MTS EN ROLLO DE 20K	68.48 m						
	ANCHO CADENA	1.60 m									
4	ANTIPIILLING + TEÑIDO DOBLE FIBRA										
	1.2% DE ANTIPIILLING - DURANTE 90 MIN										
5	CENTRIFUGADO										
	PARAMETROS			OBSERVACIONES							
	CICLO	SUAVE		MÁXIMO 6 ROLLOS POR CARGA							
	TIEMPO	1'									
6	PLEGADO EN CORINO										
7	LAVADO EN FOULARD										
	PARAMETROS			OBSERVACIONES							
	PRESIÓN (BAR)	3		LAVADO POR RESIDUOS DE ANTIPIILLING							
	Nº PASES	1									
8	ACABADO EN RAMA - # 02										
	PARAMETROS			CONTROLES			RECETA: SUAVIZADO/SILICONADO				
	PRESIÓN (BAR)	3		ANCHO ENTRADA	1.58 m		150 G/L PERRUSTOL CDV 30 G/L RUCOFIN SIQ 50 G/L UKOSIL CTS 0.5 ACIDO ACETICO pH: 5.0 - 5.0				
	VELOCIDAD	24 m/min		ANCHO SALIDA	1.64 m						
	TEMPERATURA	130° C		ANCHO REPOSO	1.62 m						
	ALIMENTACIÓN SUPERIOR	28%		DENSIDAD ENTRADA	189 g/m2						
	ALIMENTACIÓN INFERIOR	0%		DENSIDAD SALIDA	178 g/m2						
	ANCHO CADENA	1.60 m		DENSIDAD REPOSO	180 g/m2						
				RENDIMIENTO	3.42 m/kilo						
				MTS EN ROLLO DE 20K	68.58 m						
	RESULTADOS EN LAB. DE CONTROL DE CALIDAD										
	DENSIDAD	ANCHO		ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	INCLINACIÓN				
	180 g/m2	1.62 m		% ANCHO	% LARGO	3ER CICLO	0%				
				-7%	-7%	3%					

Fuente: Texfina

Elaborado : 06/07/2013						
G01863		ARTICULO			SERVICIO	TEÑIDO/ACABADO EN RAMA
		FRENCH TERRY POLYCOTTON				
MATERIALES						
TITULO	DESCRIPCION	L.M	DATOS EN CRUDO		DATOS SOLICITADOS	
30 / 1	POLYCOTTON 50/50		DENSIDAD	163 GR/M2	DENSIDAD : 185 GR/M2 ANCHO: 1.90M	
			ANCHO TUB	109 CM		
			DIAMETRO			
			GALGA			
PROCESOS						
PREPARADO/TEÑIDO/CENTRIFUGADO/APERTURA/ACABADO EN RAMA						
P R O C E S O S	PREPARADO					
	2	TEÑIDO				
		0.8% ANTIPILLING FIBRILASE GXM DURANTE 90 MIN.				
	3	CENTRIFUGADO SUAVE				
		DURANTE 1 MINUTO				
	4	APERTURA EN CORINO				
	5	ACABADO EN RAMA KRANZ # 1				
		PARAMETROS		CONTROLES		SUAVIZADO - SILICONADO 150 G/L PERRUSTOL - CDV 30 G/L RUCOFFIN - SIQ 50 G/L UKOSIL CTS 0.5 G/L ACIDO ACETICO PH DE BAÑO : 5
		TEMPERATURA	140°C	ANCHO ENTRADA	1.85 M	
		ALIMENTACION SUPERIOR	20%	DENSIDAD DE ENTRADA	175 GR/M2	
	VELOCIDAD	12 M/MIN	ANCHO DE SALIDA	1.92 M		
	ANCHO DE CADENA	1.90 M	DENSIDAD DE SALIDA	182 GR/M2		
	PRESION (PSI)	3.5				
	VAPOR	NO	M/ROLLO DE 20K	57 M		
RESULTADOS						
	DENSIDAD	ANCHO	ENCOGIMIENTOS - 3ER CICLO		REVIRADO	
			% ANCHO	% LARGO	3ER CICLO	
	185 GR/M2	1.90 M	-6%	-6%	3%	
			INCLINACION DE TRAMA			

Fuente: Texfina

DIAGRAMA EN BLOQUES DEL CONTROL DE LOS PROCESOS (MÉTODO PROPUESTO) PARA EL ÁREA DE ACABADOS



ANEXO 9. DIAGRAMA EN BLOQUE DE MÉTODO PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia