

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“REUTILIZACIÓN DEL BAÑO RESIDUAL DEL BLANQUEO DEL ALGODÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TEXTIL

PRESENTADO POR:

**NADIA DEL PILAR ARBAÑIL VELA
JOHN WALTER TAPIA MENDOZA**

LIMA – PERÚ

2014

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

Agradecimientos

La presente tesis no hubiera sido posible si no hubiéramos contado con el apoyo de muchas personas, que ya sea directa o indirectamente nos brindaron su colaboración y consejos.

Gracias a Dios, por darnos la oportunidad de vivir y estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente, y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Gracias a nuestros padres, por darnos la vida y por acompañarnos a lo largo de nuestro desarrollo profesional, que sin su apoyo y colaboración, habría sido imposible llevar a cabo la realización de la tesis.

Una especial gratitud, a nuestra asesora la ingeniera Carmen Uribe, por su decisivo apoyo y dirección en este trabajo, por su paciencia, y por sus correcciones en pos de mejorar este trabajo.

Gracias a nuestro querido profesor, el ingeniero Marco Brañez, sin cuya colaboración este trabajo hubiera sido mucho más largo y complicado. Gracias por su mente prodigiosa, su buen criterio, su capacidad de esfuerzo y simpatía.

Por último gracias a nuestros compañeros, que con una palabra de aliento, también nos dieron el impulso para continuar este proyecto, que iniciamos hace ya algún tiempo y que vemos finalmente concluido.

Gracias a todos

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Objetivos.....	2
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Materia prima.....	3
2.1.1. Tipos de algodón.....	4
2.1.2. Morfología.....	5
2.1.3. Estructura química.....	7
2.1.4. Composición del algodón.....	9
2.1.5. Propiedades físicas del algodón.....	9
2.1.6. Propiedades químicas del algodón.....	12
2.2. Etapas previas al blanqueo del algodón.....	12
2.2.1. Proceso del algodón.....	12
2.2.1. Etapas de pre-tratamiento del algodón.....	16
2.3. Blanqueado del algodón.....	18
2.3.1. Clasificación de los agentes oxidantes usados para el blanqueo.....	18
2.3.2. Propiedades del peróxido de hidrogeno.....	21
2.3.3. Estabilidad y descomposición del peróxido hidrógeno.....	22
2.3.4. Mecanismo del pre-blanqueo con peróxido hidrógeno.....	24
2.3.5. Parámetros para el blanqueo con peróxido de hidrógeno.....	25
2.3.6. Proceso de blanqueo con peróxido.....	30
CAPITULO III. MATERIALES	33
3. 1. Materiales.....	33
3.1.1. Productos químicos auxiliares.....	33
3.1.2. Sustrato.....	33
3.1.3. Máquinas instrumentos.....	34
3. 2. Procedimientos.....	37
3.2.1. Determinación del proceso de reutilización.....	37
3.2.2. Análisis de los baños residuales.....	38
3.2.3. Análisis de las muestras blanqueadas.....	44
3.2.4. Reutilización de los baños residuales.....	55

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	61
4.1. Análisis de los baños iniciales y residuales.....	61
4.1.1 . Pérdida del volumen del baño inicial en cada blanqueo.....	61
4.1.2 . Características del baño residual de cada blanqueo.....	61
4.1.3 . Análisis de dureza.....	61
4.1.4 . Análisis del pH.....	62
4.1.5 . Cantidad de peróxido de hidrógeno.....	62
4.1.6 . Cantidad de hidróxido de sodio.....	62
4.2. Análisis de las muestras pre-blanqueadas.....	63
4.2.1. Porcentaje de pérdida de peso.....	63
4.2.2. Contenido de ceniza.....	63
4.2.3. Contenido de fibra inmadura.....	63
4.2.4. Grado de blanco.....	63
4.2.5. PH de extracción.....	64
4.2.6. Prueba de hidrofiliidad.....	64
4.2.7. Prueba de teñido.....	64
CAPITULO V. COSTO DEL PREBLANQUEO.....	65
5.1. Costó variable de blanqueo.....	65
5.2. Comparación de costos de los 10 primeros blanqueos.....	66
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
6.1. Conclusiones.....	72
6.2. Recomendaciones.....	73
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA.....	75
CAPITULO VIII. ANEXOS.....	76
Anexo 1. Pruebas de control de calidad para productos químicos y auxiliares.....	76
Anexo 2. Métodos utilizados en las evaluaciones.....	79
Anexo 3. Cálculos para determinar la composición de los baños de refuerzo.....	85
Anexo 4. Análisis de las telas.....	92
Anexo 5. Fichas técnicas de productos químicos.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Tipos de algodón en el Perú.....	4
Tabla 2.2. Típica composición del algodón.....	8
Tabla 2.3. Composición química de la fibra de algodón.....	9
Tabla 2.4. Longitud de fibra según el tipo de algodón.....	9
Tabla 2.5 Tiempo de descomposición de peróxido de hidrógeno.....	25
Tabla 2.6. Contenido de metales en el algodón según su origen.....	28
Tabla 2.7. Receta del blanqueo químico con peróxido de hidrógeno.....	31
Tabla 3.1. Productos a utilizados en el blanqueo.....	34
Tabla 3.2. Características del textil utilizado en el blanqueo.....	34
Tabla 3.3. Porcentaje de absorción del baño residual en la tela.....	38
Tabla 3.4. Porcentaje de recuperación del baño residual.....	39
Tabla 3.5. Características del baño residual de cada blanqueo.....	39
Tabla 3.6. Dureza del baño residual de cada blanqueo.....	40
Tabla 3.7. Determinación de los pH en cada baño de blanqueo.....	41
Tabla 3.8. Cantidad de peróxido en el baño residual.....	42
Tabla 3.9. Cantidad de hidróxido de sodio en el baño residual.....	43
Tabla 3.10. Porcentaje de pérdida de peso de los sustratos.....	44
Tabla 3.11. Contenido de Ceniza en la tela.....	45
Tabla 3.12. Contenido de fibra inmadura en la tela.....	46
Tabla 3.13. Grado de Blanco en la tela.....	47
Tabla 3.14. pH de la tela.....	48
Tabla 3.15. Tiempo de absorción de cada muestra.....	49
Tabla 3.16. Hidrofilidad de cada muestra blanqueada.....	50
Tabla 3.17. Tonalidad de las telas.....	52
Tabla 3.18. Composición en (%) del baño de blanqueo.....	55
Tabla 3.19 Receta del primer blanqueo con peróxido.....	55
Tabla 3.20. Receta del baño de refuerzo para el segundo blanqueo.....	56
Tabla 3.21. Receta del baño de refuerzo para el tercer blanqueo.....	56
Tabla 3.22. Receta del baño de refuerzo para el cuarto blanqueo.....	56
Tabla 3.23. Receta del baño de refuerzo para el quinto blanqueo.....	57
Tabla 3.24. Receta del baño de refuerzo para el sexto blanqueo.....	57

Tabla 3.25. Receta del baño de refuerzo para el séptimo blanqueo.....	57
Tabla 3.26. Receta del baño de refuerzo para el octavo blanqueo.....	58
Tabla 3.27. Receta del baño de refuerzo para el noveno blanqueo.....	58
Tabla 3.28. Receta del baño de refuerzo para el décimo blanqueo.....	58
Tabla 3.29. Receta del baño de refuerzo para el décimo primer blanqueo.....	59
Tabla 3.30. Porcentaje de hidróxido de sodio y peróxido de hidrogeno ahorrado.....	59
Tabla 5.1. Costo de insumos: productos químicos y auxiliares.....	65
Tabla 5.2. Costo de energía en \$ / kg.....	66
Tabla 5.3. Costo de agua blanda en \$/ m3.....	66
Tabla 5.4 Costo en \$/ mes del blanqueo con peróxido de hidrógeno.....	66
Tabla 5.5 Productos químicos y auxiliares utilizados para el segundo blanqueo.....	67
Tabla 5.6 Costo del agua blanda	67
Tabla 5.7 Costo total para el segundo blanqueo.....	68
Tabla 5.8 Costo total para el tercer blanqueo.....	68
Tabla 5.9 Costo total para el cuarto blanqueo.....	68
Tabla 5.10 Costo total para el quinto blanqueo.....	68
Tabla 5.11 Costo total para el sexto blanqueo.....	69
Tabla 5.12 Costo total para el séptimo blanqueo.....	69
Tabla 5.13 Costo total para el octavo blanqueo.....	69
Tabla 5.14 Costo total para el noveno blanqueo.....	69
Tabla 5.15 Costo total para el décimo blanqueo.....	70
Tabla 5.16 Costo total de cada blanqueo.....	70
Tabla 5.17 Costo mensual del blanqueo químico con peróxido de hidrógeno....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Planta de algodón.....	3
Figura 2.2. Producción de algodón en el Perú.....	5
Figura 2.3. Estructura de la fibra de algodón (Vista longitudinal).....	7
Figura 2.4. estructura de la fibra de algodón (Vista transversal).....	7
Figura 2.5. Vista transversal (Izq) y longitudinal (Derecha) de la fibra de algodón.....	7
Figura 2.6. Estructura química de la fibra de algodón.....	8
Figura 2.7. Vista transversal de la fibra de algodón de acuerdo a su grado de madurez.....	10
Figura 2.8. Entrelazado/tipo cesta de los hilos en una tela tejida.....	15
Figura 2.9. Configuración del tejido de punto, vista microscópica.....	15
Figura 2.10. Estructura química del hipoclorito de sodio.....	19
Figura 2.11. Estructura química del Clorito de Sodio.....	20
Figura 2.12. Estructura química del Peróxido de Hidrógeno.....	21
Figura 2.13. Influencia del pH y la concentración de peróxido en el blanqueo.....	23
Figura 2.14 Efecto de la temperatura sobre la descomposición del peróxido de hidrogeno.....	26
Figura 2.15 Descomposición del peróxido de hidrogeno en presencia del Fe.....	27
Figura 2.16 Programa de blanqueo utilizado.....	32
Figura 3.1 Maquina de blanqueo.....	34
Figura 3.2 Estufa de secado.....	34
Figura 3.3 Balanza analítica.....	35
Figura 3.4 Balanza analítica.....	35
Figura 3.5 Phmetro digital.....	36
Figura 3.6 Espectrofotómetro.....	36
Figura 3.7. Diagrama del proceso de reutilización del baño residual.....	37
Figura 3.8 Porcentaje del peroxido de hidrogeno residual en el baño del blanqueo.....	42
Figura 3.9 Porcentaje del hidroxido de sodio residual en el baño del blanqueo.....	43
Figura 3.10. Perdida de Peso del textil blanqueado.....	45

Figura 3.11. Contenido de impurezas en cada tela blanqueada.....	45
Figura 3.12. Prueba del contenido de impurezas en cada tela.....	46
Figura 3.13. Grado de blanco de la muestra blanqueada.....	47
Figura 3.14. Muestras blanqueadas.....	48
Figura 3.15. Tiempo de absorcion de cada muestra blanqueada.....	49
Figura 3.16. Prueba de la gota en las muestras blanqueadas.....	50
Figura 3.17. Altura de absorcion de cada Muestra blanqueada.....	51
Figura 3.18. Prueba del wicking vertical en las muestras blanqueadas.....	51
Figura 3.19. Comparacion de la tonalidad de las muestras teñida.....	53
Figura 3.20. Ubicación de las muestras teñidas en el sistema CIELAB.....	54
Figura 3.21 Muestras teñidas con 0.01% del colorante turquesa.....	54
Figura 3.22. Hidróxido de sodio 100% ahorrado en porcentaje.....	60
Figura 3.23. Peróxido de hidrogeno 50% ahorrado en porcentaje.....	60
Figura 5.17. Comparación de costo de cada blanqueo.....	71

CAPITULO I. INTRODUCCION Y OBJETIVO

1. Introducción

Debido a que el agua es un recurso cada vez más escaso, y en el sector textil el área de tintura y acabado es el que más agua consume, es necesario emprender acciones para maximizar el aprovechamiento de dicho recurso por este sector. Para ello se debe tener en cuenta que la mayoría de los procesos se realizan en medio acuoso, el cual actúa como soporte de los agentes químicos que efectúan los cambios sobre la fibra. Por lo expuesto la industria textil empieza a considerar el agua como un reactivo más y del que hay que obtener la máxima rentabilidad posible, buscando la manera de reutilizar los baños residuales, como en el caso del blanqueo químico del algodón, u otras fibras celulósicas con peróxido de hidrógeno.

1.1.- Resumen

En este trabajo se analizaron las posibilidades de reutilización, de los baños residuales del blanqueo químico de fibras celulósicas, a través de los análisis comparativos de los baños iniciales y finales. Se tendrá en cuenta sólo el método de blanqueo químico con peróxido de hidrogeno, pues es el más utilizado a nivel industrial. Sin embargo se debe tener presente, que el proceso al cual es sometida una fibra celulósica, destinada al blanqueo, comprende tratamientos posteriores (enjuagues y neutralizados).

Ahora bien, para realizar esta reutilización de los baños, es preciso en primer lugar, conocer su composición, así como el contenido de químicos y auxiliares, para luego agregar diferentes cantidades de los productos que fueran necesarios, con la finalidad de no desechar el baño, sino reutilizarlo.

2. Objetivos

2.1.- Objetivo general

Reducir los costos del proceso de blanqueo químico del algodón con peróxido de hidrogeno, mediante la reducción del consumo de agua y la reutilización de la misma.

2.2.- Objetivos específicos

Implementar un método experimental, que facilite el aprovechamiento eficiente del baño residual del blanqueo químico del algodón con peróxido de hidrogeno, de modo tal, que pueda ser utilizado a nivel industrial y conlleve a la reducción de los costos de producción.

CAPITULO II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Materia prima

El algodón es la planta textil de fibra suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. El algodón es una fibra vegetal:

ORDEN : Malváceas. GENERO : Gossypium. ESPECIE : Vanas.

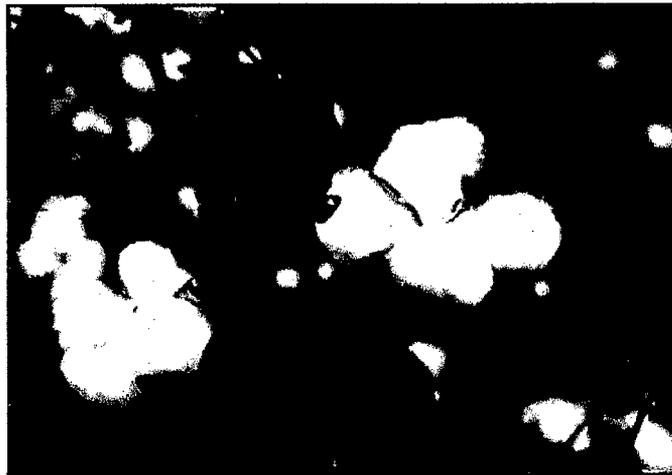


Figura 2.1. Planta de algodón

El algodón es la fibra textil de mayor uso, tiene una combinación de propiedades: durabilidad, bajo costo, facilidad de lavado y comodidad, que lo hacen apropiado para prendas de verano, ropa de trabajo, toallas y sábanas.

La generalización de su uso se debe sobre todo a la facilidad con que la fibra se puede trenzar en hilos. La resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se lava y se tiñe también contribuyen a que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados. El algodón es una planta muy valorada porque solamente el 10% de su peso es perdido en su procesamiento. Una vez que otros elementos como cera y proteínas son removidas se obtiene un polímero natural de celulosa pura, esta celulosa es ordenada de cierta manera que le da al algodón propiedades únicas de durabilidad, resistencia y absorbencia. Cada fibra está compuesta de 20 o 30 capas de celulosa, enrolladas en una serie de resortes naturales. Cuando la cápsula de algodón (cápsula de las semillas) se abre las fibras se secan enredándose unas con otras, ideal para hacer hilo.

2.1.1. Tipos de algodón:

A. Sea Island Americano

Es el más cotizado, no presenta fibras inmaduras, su longitud es de 2" y diámetro 0,017 mm. Se puede obtener hilo hasta 200 Ne. Su color varía del blanco al cremoso.

B. Algodón Egipcio

Existen dos tipos: blanco y pardo.

El blanco se parece al sea island, muy regular y con poca fibra inmaduras, con longitudes de 1 1/2" a 1 3/16" y puede obtenerse hasta 200 Ne, con 0.017mm de diámetro.

El pardo tiene promedio de 1" de longitud y menos fino, con 0.018mm de diámetro, obteniéndose títulos de 70 a 80 Ne.

C. Algodón Sudamericano (Peruano)

El algodón peruano que más se produce es el Tanguis seguido del Pima

Tabla 2.1 Tipos de algodón en el Perú

VARIEDAD	TIEMPO DE COSECHA	LONGITUD DE LA FIBRA	RESIST. PRESSLEY Lib/pulg ²	FINURA (Micron)	COLOR	GRADO
TANGUIS	FEBRERO-AGOSTO	28.58-16 mm	84 000- 89 000	5.0- 5.8	Blanco brillante	2-2 1/2- 4-3- 3 1/2-5-6
PIMA	JUNIO-SET.	38.1-42.86 mm	92 000- 98 000	3.3 - 3.9	Blanco cremoso	1- 1 1/4- 1 1/2- 13/4-2
SUPIMA	MAYO-AGOSTO	36.52-38.1 mm	94 000- 100 000	3.4 - 4.0	Blanco cremoso	1, 1 1/4, 1 1/2
DEL CERRO	MAYO-AGOSTO	36.34-36.51 mm	92 000- 95000	3.3 - 3.8	Blanco brillante	1, 1 1/4, 1 1/2
ASPERO	JULIO-OCTUBRE	26.18 -26.99mm	80 000- 83 000	6.3 - 6.9	Variable	1

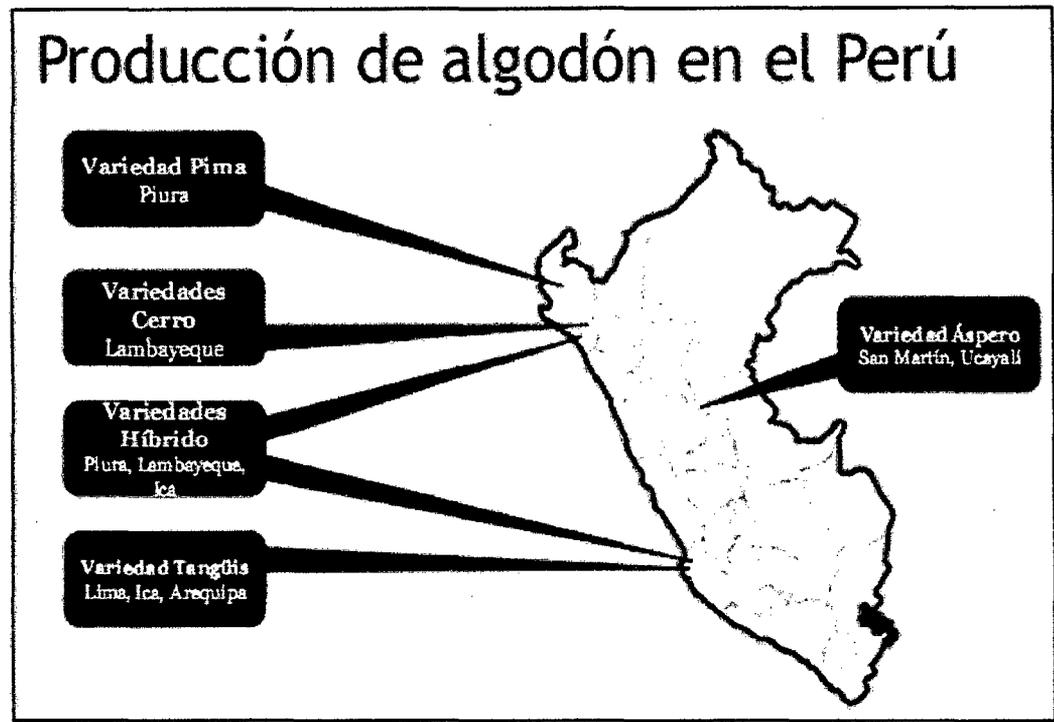


Figura 2.2 Producción de algodón en el Perú

D. Algodón de la India

Es de corta longitud $\frac{1}{2}$ " a $\frac{5}{8}$ ". Su color es blanco sucio, amarillento y rojizo.

2.1.2.-Morfología:

La fibra de algodón está constituida por células, que vistas al microscopio en el sentido de su longitud, presenta torsiones irregulares en forma de tubos achatados en toda su longitud.

A. Cutícula:

Es una película cerosa que cubre la pared primaria, sirve como recubrimiento suave de la fibra y resistente al agua, protegiendo el resto de la fibra.

B. Pared primaria:

Está compuesta por celulosa en una red de fibrillas que son resistentes a los ácidos. Esto contribuye a la formación de un sistema muy bien organizado de capilares continuos, muy finos. Se sabe que los capilares finos roban líquidos de

los capilares gruesos; los capilares superficiales finos de cada fibra de algodón contribuyen en gran medida al desempeño limpio y seco del algodón.

C.Pared secundaria:

Está constituida por capas de celulosa que constituyen la porción principal de la fibra de algodón, estas capas de celulosa están compuestas de fibrillas, distribuidas en forma espiral. En ciertos puntos las fibrillas invierten su dirección.

Estas espirales son un factor importante en el torcido, la recuperación elástica y el alargamiento de la fibra y también son puntos débiles, con una resistencia 15 a 30 por ciento menor que el resto de la fibra.

D.El lumen:

Es el canal hueco que corre a lo largo de la fibra, está lleno de protoplasto vivo durante el período de crecimiento. Después que madura la fibra y se abre la cápsula, se seca el protoplasto y colapsa el lumen. Esto deja un gran vacío o poro central en cada fibra. Dándole a la fibra esa forma de frejol o arrañonada.

A lo largo de la estructura de la fibra hay poros o espacios capilares, de diferentes tamaños entre las fibrillas y en cada una de las seis partes de la fibra. En consecuencia, se puede ver la fibra de algodón como una esponja física microscópica con una estructura porosa compleja. Esta estructura interna hace que las fibras de algodón sean accesibles a los líquidos y vapores. La acción capilar de las fibrillas en la fibra atrae los líquidos por acción capilar donde se mantiene en los poros entre las fibrillas. Esto explica el trenzamiento del algodón y su capacidad absorbente única.

Cuando se observa toda la fibra de algodón, es un listón plano torcido que tiene 50-100 circunvoluciones por pulgada. Las fibras están ahusadas en un extremo y fibriladas en el otro donde estaban unidas a la semilla del algodón. Esto proporciona a la fibra un tacto suave, porque no hay extremos abruptos como en otras fibras sintéticas.

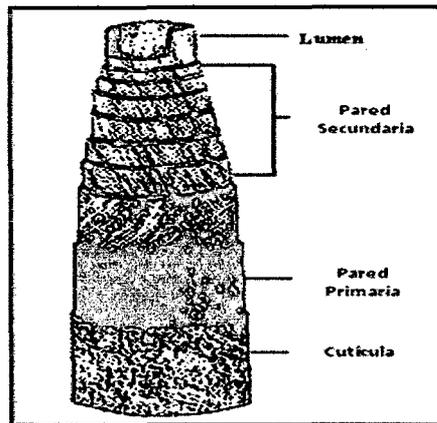


Figura 2.3. Estructura de la fibra de algodón (Vista longitudinal)

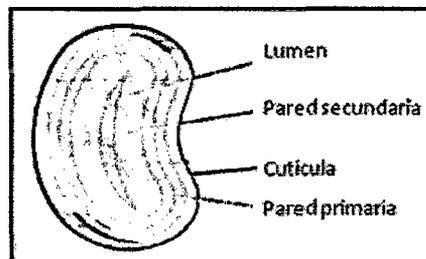


Figura 2.4. Estructura de la fibra de algodón (Vista transversal)



Figura 2.5. Vista transversal (Izq) y longitudinal (Derecha) de la fibra de algodón

2.1.3 Estructura química:

Cuando se recoge el algodón está constituido por 94% de celulosa; en tela terminada es de 99%. La unidad básica de la molécula de celulosa es la unidad de glucosa, que es la misma para fibras naturales y regeneradas. La unidad de glucosa está constituida por los elementos químicos como el carbono, hidrogeno y oxígeno, con grupo oxidriilo reactivo (OH).

La fibra de algodón es la que tiene mayor porcentaje de celulosa en el grupo de las fibras Vegetales. El algodón contiene 2000 a 12000 residuos de glucosa por molécula.

A. La celulosa

La reactividad química de la celulosa se relaciona a los 3 grupos oxhidrilo (grupos OH) de la unidad de glucosa, estos grupos reaccionan rápidamente ante la humedad.

Los productos químicos, como los blanqueadores que provocan la descomposición de la cadena molecular de la celulosa, casi siempre atacan al átomo de oxígeno y provocan en él una ruptura.

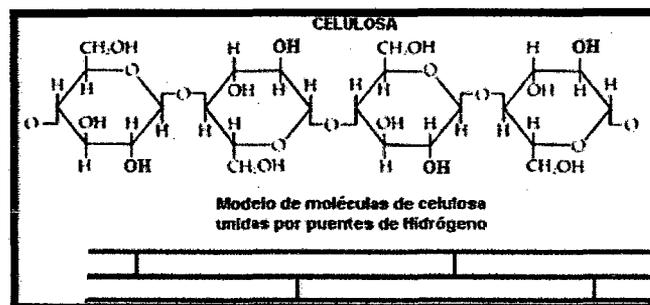


Figura 2.6. Estructura química de la fibra de algodón

Mientras que la fibra de algodón contiene alrededor de un 96% de celulosa, también hay otros componentes presentes, los cuales deben ser removidos durante los procesos preparatorios para obtener un proceso de teñido exitoso. La siguiente tabla resume la composición natural del algodón.

Tabla 2.2 Típica composición del algodón

Componente	Proporción	
	Fibra Completa	Pared Principal
Celulosa	88.0 – 96.0	52
Pectina	0.7 – 1.2	12
Cera	0.4 – 1.0	7
Proteínas	1.1 – 1.9	12
Ceniza	0.7 – 1.6	3
Otros componentes orgánicos	0.5 – 1.0	14

La molécula de celulosa es una cadena lineal larga de unidades de glucosa. La longitud de esta cadena es un factor que influye en la resistencia de la fibra.

2.1.4. Composición del algodón:

Tabla 2.3. Composición química de la fibra de algodón

Celulosa pura.....	91,5%
Agua de composición.....	7,5%
Materias nitrogenadas.....	0,5%
Grasas y ceras.....	0,3%
Materias minerales.....	0,2%

2.1.5.-Propiedades físicas del algodón

A. Longitud

Una importantísima característica del algodón por la cual se mide su calidad, es el llamado "largo de fibra". Este es el largo de la fibra que predomina en cualquiera de las muestras analizadas.

a. Algodón de fibra corta: Son de 20 a 39 mm de largo. En cuanto al grueso, varía de 6 a 29 centésimas de milímetro por fibra. Es más difícil de trabajar y propio para toda clase de tejidos más bastos, indianas, etc.

b. Algodón de fibra larga: sirve para la fabricación de tejidos finos, muselinas y percales. Cuanto más larga es la fibra, mayor valor tiene el algodón. El algodón de fibra larga puede ser transformado en el más fino y fuerte hilado para la producción de hilos. Perú es uno de los cinco países que producen algodón de fibra larga.

Tabla 2.4. Longitud de fibra según el tipo de algodón

Tipo	Longitud de fibra
Asiático	Corto (menos de 7/8")
Peruano	Corta o larga
Americano	Corta o larga
Egipcio	Mediana o larga
Sea Island	Larga (más de 1 3/8")

B. Finura

Las fibras de algodón varían de 16 a 20 micras de diámetro. La forma de la sección transversal es distinta según la madurez de la fibra. En fibras inmaduras tiende a ser en forma de U y la pared celular es más delgada; en las fibras maduras es casi circular con un canal central más pequeño. En todo capullo de algodón hay fibras inmaduras. La proporción de fibras inmaduras a maduras causa problemas en el procesamiento en especial en la hilatura y el teñido.

C. Madurez

La madurez, que viene determinada principalmente por las condiciones de cultivo, puede definirse como el grosor relativo de las paredes (es decir, el área de la membrana celular respecto a la de un círculo del mismo perímetro de la fibra o la relación que existe entre el grosor de las paredes y el "diámetro" global de la fibra).

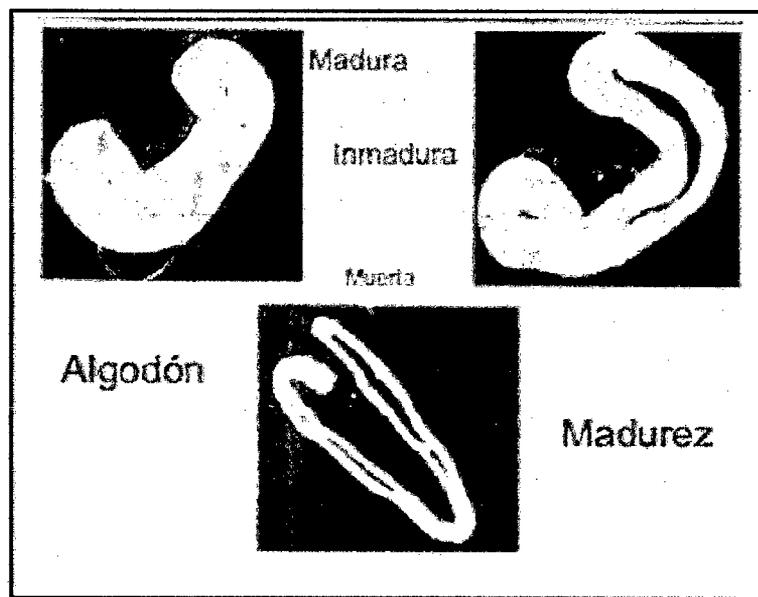


Figura 2.7. Vista transversal de la fibra de algodón de acuerdo a su grado de madurez

La madurez ejerce, por lo general, mayor influencia en el aspecto y los defectos de la tela que cualquier otra propiedad de la fibra. Comúnmente se mide mediante la prueba de resistencia al paso de aire de compresión doble, aunque

para obtener una información más detallada, se utilizan mediciones de fibras aisladas, sistema que incluye la distribución de madurez y la presencia de fibras inmaduras y muertas. La madurez se expresa a través de diferentes medios, siendo los dos más utilizados el porcentaje de madurez (Pm) y la proporción de fibras maduras (M); lo deseable es un nivel de M de 0,9 como mínimo (preferentemente 0,95), y un Pm del 80%. La madurez de la fibra de algodón influye enormemente en la formación de neps, la absorción del tinte y en el aspecto del tejido teñido. Las variaciones de madurez en un lote de hilo o de tela pueden causar estrías y barrados porque el teñido presentará tonalidades diferentes.

D. Convoluciones

Las convoluciones o dobleces en forma de cinta caracterizan a las fibras de algodón. Este torcido forma una ondulación natural que permite que las fibras tengan una cohesión, una con otra, de manera que a pesar de su corta longitud, el algodón es una de las fibras que se hila con mayor facilidad.

Las convoluciones pueden ser una desventaja, ya que en ella se recolecta el polvo, y la suciedad, y deben lavarse con un lavado energético. El algodón de fibra larga tiene alrededor de 300 convoluciones por pulgada. El de la fibra corta tiene menos de 200.

E. Lustre

El lustre del algodón es bajo, cuando el algodón es más maduro es más brillante.

F. Elongación

El algodón tiene una elongación de 3 a 7 %.

G. Absorción de la humedad

Es de 8,5% en condiciones estándar. (Humedad relativa de 65% y 25 °C).

H. Resistencia

La resistencia de cada fibra individual de algodón, viene determinada principalmente por su finura. La resistencia de la fibra de algodón o, dicho más correctamente, su tenacidad, se suele medir en haces de fibras.

Las fibras más finas y, por consiguiente, más débiles, serán más propensas a romperse durante el tratamiento, pero cuando se convierten en hilo de densidad lineal constante, producen un hilo más resistente porque su corte transversal contiene mayor número de fibras.

2.1.6.-Propiedades químicas del algodón

- A. Se hincha en soluciones concentradas de ciertos ácidos, sales y bases. Esto se debe a la absorción de iones altamente hidratados.
- B. Es atacado por soluciones diluidas calientes o por soluciones concentradas frías. La hidrólisis ácida de la celulosa produce hidro- celulosas. Los ácidos débiles fríos no lo afectan.
- C. Fuerte resistencia a los álcalis.

2.2 Etapas previas al blanqueo del algodón

2.2.1 Procesos del algodón

A. Desempacado

Es la primera labor a realizar sobre la fibra, cuando ésta sale del almacén de materias primas y entra en la fábrica de hilaturas, corrientemente en una sección anexa a la de hilado, no dentro de la misma planta, por cuestión de operatividad de descarga y de limpieza. Una vez desatada o abierta la bala de algodón, lana, lino, etc, se llevan a cabo dos operaciones: las de disgregación y limpieza.

Disgregación.- Aplicado a la floca o masa de fibras que llega para ser hilada. Consiste en la separación de los componentes, también se llama abertura de la fibra, porque ésta llega en paquetes donde ha estado comprimida tal vez largo tiempo.

Limpieza.- Eliminación de impurezas mediante la circulación de aire a alta velocidad.

Con estas dos operaciones se forma lo que en algunos sitios se llama el batido de la fibra.

B. Cardado

Después que la masa de fibras ha sido disgregada y se han apartado de ella las impurezas, la materia prima pasa por un nuevo proceso de disgregación (el cardado), hasta que cada fibra queda tan suelta que puede recuperar su forma más natural (rizado, etc.), pero sin perder proximidad de las fibras entre sí, de forma que se mantiene el batido como masa de fibras. Después del cardado la materia prima está completamente limpia, y en la forma física adecuada para pasar a la planta de hilatura y entrar en el proceso de hilado.

C. Peinado

Cuando la estrecha masa de fibras, que es la cinta cardada, es suficientemente fina, éstas dentro de ella, son susceptibles de ordenarse y orientarse en la dirección en que posteriormente se construirá el hilo.

- Peinado: Es ordenación de las fibras, aplicada a la cinta cardada; una fase de hilatura que se hace solamente en caso de fibras largas, por ejemplo: el algodón; y comienza eliminando las fibras demasiado cortas.
- Doblado: Es regularizar de forma continuada la masa de fibras que va a entrar en la fase siguiente.

D. Trenzado o primera torsión

Entrelazado de las fibras en la máquina llamada mechera, para darle la cohesión al hilo resultante. Reduce el volumen del hilo y perfecciona el paralelismo de las fibras, lo que aumenta su tenacidad y le proporciona más suavidad en su superficie al dejar sueltas menos puntas de fibras. La forma en que de aquí sale la fibra se llama mecha de primera torsión; la masa de fibras ha tomado la primera forma de hilo.

E. Hilatura

Estirado y torsión, cuando se trata de hilo de un cabo; es la operación que concluye haciendo del hilo simple un hilado de fibras discontinuas. Los hilados de filamentos son casi todos artificiales o sintéticos, ya que el único filamento natural es la seda, que corresponde a menos del 1% de la producción de fibras e hilos. La unión de filamentos, su torsión o ambas cosas a la vez, forman el hilo de filamento. Estos hilados de filamentos, excepto los especiales, son lisos (no

tienen extremos sueltos y, por tanto, no se da en ellos pilling), sedosos, con un lustre superior al de los hilos hilados; pero este brillo varía según la cantidad de deslustrante de la solución de donde procede la fibra y de cuánta torsión lleve el hilo.

- ✓ La hilatura convencional: Ha sido un trabajo de mucha mano de obra, un trabajo manual que no se ha modificado sustancialmente durante milenios; después de mecanizado, todavía han intervenido varias máquinas individuales. Desde principios de los sesenta se utiliza una máquina llamada de hilatura directa, que eliminó la mechera sustituyéndola por un dispositivo de anillos que tuercen el hilo a la vez que lo están estirando.
- ✓ La hilatura sin torsión: Consiste en pasar el hilo de primera torsión por una solución de apresto, dándole así el compacto que se le pide. Son hilos sin resistencia.
- ✓ La hilatura de autotorsión: Consiste en que, al salir las fibras de la mechera, se hacen pasar dos mechas juntas entre dos rodillos paralelos, que se desplazan adelante y atrás para estirar las mechas y giran para torcerlas.
- ✓ La hilatura de cabo abierto no tiene mechera ni trenzadora de anillos. En este caso la primera mecha de fibras entra en un recipiente giratorio a gran velocidad y por el que circula aire para arrastrar la mecha al colector por donde sale ya con una primera torsión

F. Tejeduría

F.1.-Tejido plano

La tejeduría plana consiste en entrelazar los hilos en los ángulos correspondientes; un proceso muy parecido al que se utiliza para hacer una cesta. Dependiendo del telar, es posible producir numerosos modelos de tejido y contexturas.

Hilado que va longitudinalmente a la tela que se denomina hilado de urdimbre, el otro hilado es el que va transversalmente a la longitud, o sea a lo ancho de la tela, denominándose hilado de trama.

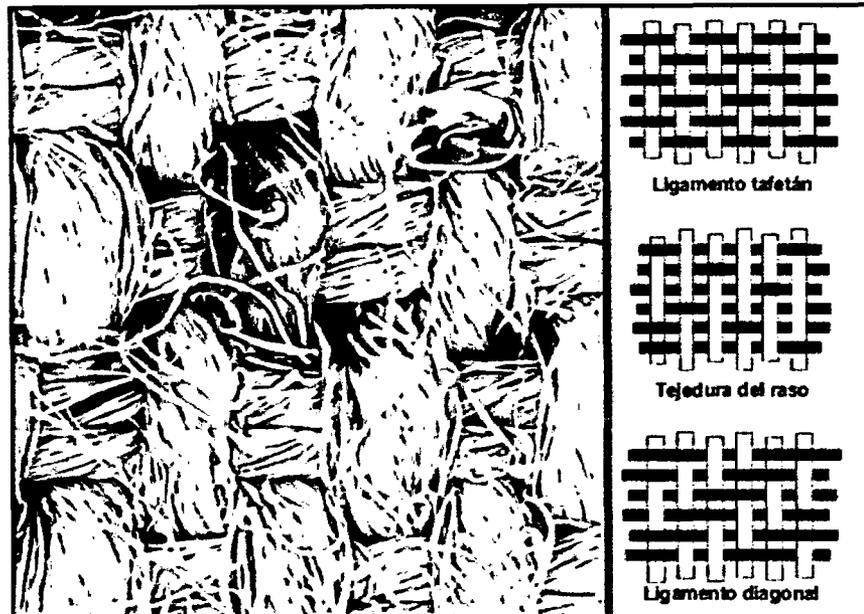


Figura 2.8. Imagen al microscopio entrelazado/tipo cesta de los hilos en una tela tejida.

F.2.-Tejido de punto

Consiste en hacer bucles con el hilo o hilos y entrelazarlos, de manera muy parecida al tricotado a mano o ganchillo

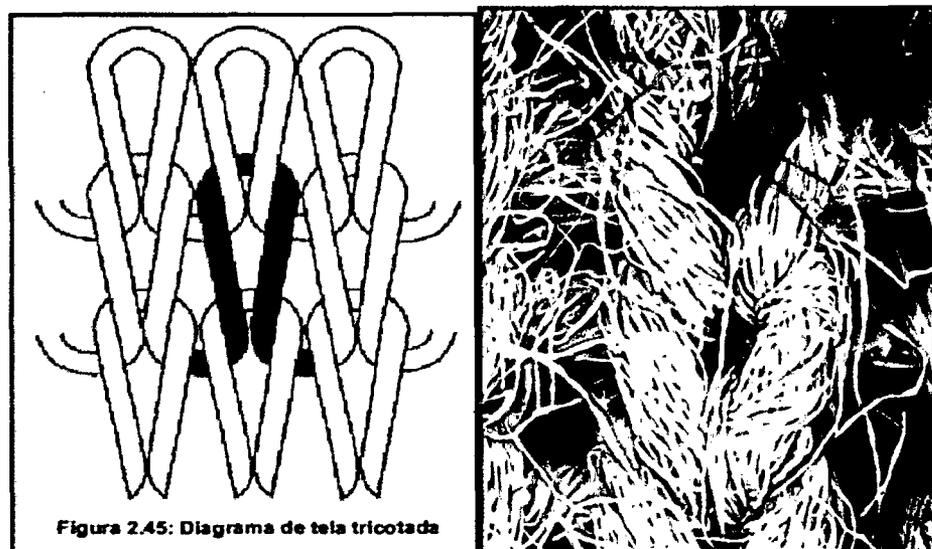


Figura 2.9. Configuración del tejido de punto, vista microscópica.

2.2.2. Etapas de pre-tratamiento del algodón

Cualquier tratamiento dado a un sustrato, para remover impurezas naturales o agregadas antes del teñido o acabado, se llama pre-tratamiento, éste puede ser realizado de cualquier toma, por ejm: fibras sueltas, hilos, costuras, etc.

Si la fibra no es uniforme en la absorción de blancura y composición química, y tiene niveles altos de impurezas, entonces no absorberá el colorante de manera uniforme.

Efectos del Pre-tratamiento:

- Efectos de uniformidad e igualación
- Una absorbencia alta
- Bajo contenido de ceniza
- Libertad de tamaño
- Alto grado de blancura
- Ausencia completa de cáscaras
- Alto poder de absorción de colorante

Factores que influyen en el pre-tratamiento:

- Naturaleza de las impurezas presentes en el sustrato.
- Calidad del agua utilizada en el proceso.
- Calidad y cantidad de los productos químicos y auxiliares utilizados en el Proceso.
- Parámetros del proceso utilizados durante la preparación.

A.-El desengomado (Tejido Plano)

El engomado es un proceso en donde muchos hilos son cubiertos con goma, antes de ser tejidos, para reducir sus propiedades de fricción, e impedir los rompimientos del hilo en los telares, y mejorar la productividad del tejido, reduciendo el número de paros en el telar, para finalmente obtener el tejido plano.

Las gomas son macromoleculares, formando una película, y sustancias que unen las fibras, las cuales pueden ser divididas en dos tipos: agentes de engomado naturales, los cuales incluyen almidón nativo y degradado, los

derivados del almidón, los derivados de la celulosa y proteínas; y los engomados sintéticos.

Los agentes de engomado basados en almidón, son los más utilizados para los hilos de algodón por ser económicos, y capaces de dar una capacidad de tejido satisfactoria.

El procedimiento de desengomado depende del tipo del engome, por lo tanto es necesario saber el tipo de la goma en la tela antes de desengomar; esto se puede determinar fácilmente con pruebas de salpicaduras.

El material de la goma presente en los hilos tejidos puede actuar como resistente hacia los colorantes y los químicos en procesos textiles húmedos, por lo tanto, debe ser removido antes de los próximos procesos húmedos en la tela, como: descruce y blanqueo químico.

Los factores que influyen en la eficiencia para remover la goma son:

- Facilidad de disolución de la goma en la fibra.
- Cantidad de goma aplicada.
- Naturaleza y cantidad de los plastificadas - Construcción de la tela.
- Método para desengomar.
- Viscosidad del tamaño de la solución.
- Método de enjuague.

B.- Descruce:

El propósito del descruce y los siguientes procesos de lavado es extraer la mayor cantidad de impurezas posibles, presentes en el algodón crudo, tales como pectinas, ceras, desechos minerales, etc., y también celulosa de bajo peso molecular, degradación de los productos de la goma (en el caso de tejido plano) y otro tipo de impurezas. La pérdida de peso en la ebullición varía de un 3% a un 7% dependiendo del grado de contaminación, la reacción y las condiciones del lavado.

Durante la ebullición, los puentes de hidrógeno en la celulosa son hendidos y los grupos hidroxilos polares de los polisacáridos son solvatados. La fibra se hincha y esto facilita el transporte de impurezas desde el interior de la fibra hacia el exterior. Durante este proceso de hinchamiento, la sección transversal de la fibra aumenta hasta un 28%, mientras que la longitud del

hilo aumenta solo un 1%. Una hinchazón uniforme mejora las propiedades del teñido del sustrato.

Los factores que influyen en el proceso de descruce:

- La concentración de soda cáustica utilizada
- Temperatura del tratamiento.
- Tiempo de reacción.
- Exclusión del aire para prevenir la formación de oxixelulosa.
- Procesos de lavado posteriores.
- Los auxiliares utilizados en una ebullición alcalina, mejoran la extracción de impurezas, dispersándolas y emulsificándolas para prevenir la reinserción.

C.- Blanqueo:

El blanqueo es un proceso en el cual se elimina el color amarillento (pigmentos naturales) que posee la fibra, y además puede disolver las pectinas naturales, las ceras y pequeñas partículas de materias extrañas. Se lleva a cabo en una solución alcalina por medio de la acción de un gas que contiene oxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio o clorito de sodio, este proceso se realiza inmediatamente después del descruce (caso del tejido plano) y antes del teñido o estampado.

2.3.- Blanqueo del algodón

2.3.1.- Clasificación de los agentes oxidantes usados para el blanqueo

A. Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es un compuesto químico con la fórmula de NaClO ; una solución de hipoclorito de sodio, conocido comúnmente como lejía, se utiliza con frecuencia como desinfectante o un agente blanqueador en la industria textil.

Es el producto más económico, se comercializa en una solución en presencia de sales tampones, las cuales regulan la descomposición del hipoclorito de sodio.

El blanqueo con hipoclorito se realiza a pH alcalino y a temperatura ambiente (20-25°C), el tiempo de blanqueo varían entre 30 y 120 minutos.

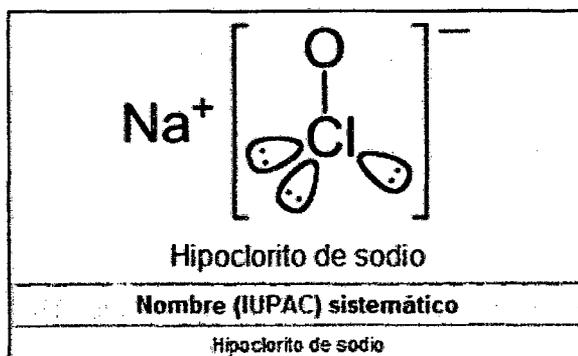
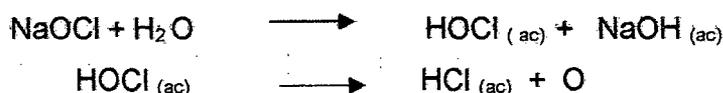


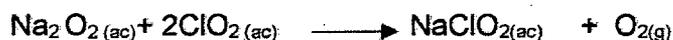
Figura 2.10. Estructura química del hipoclorito de sodio

La siguiente reacción de descomposición, muestra como se libera el oxígeno blanqueante, el cual es una ecuación de hidrólisis:

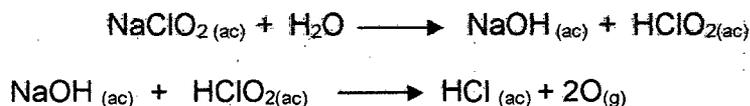


B. Clorito de sodio

El clorito de sodio es uno de los agentes oxidantes adecuados para las fibras celulósicas y sintéticas. Su presentación la de un polvo cristalino finamente dividido y obtenido cuando el peróxido de cloro reacciona con el peróxido de sodio.



El clorito de sodio no es un agente de blanqueo y debe ser acidificado para que el oxígeno naciente pueda ser liberado, producto de la descomposición del ácido hipocloroso.



El agente blanqueador es el gas de dióxido de cloro (ClO_2), que sigue un mecanismo completamente diferente, en comparación con el peróxido de hidrógeno. Considerando que el ión radical superóxido en peróxido de hidrógeno es hidrófilo y por lo tanto trabaja preferentemente en la región hidrofílica de la fibra (ataque del polímero de fibra), ClO_2 absorbe preferentemente en el material asociado hidrofóbicas, como la parte leñosa de

las fibras. Por esta razón, es un excelente agente blanqueador (asegurando un alto grado de blancura y no existe riesgo de daño de la fibra), debido a que el dióxido de cloro es inestable como un gas y sólo se pueden almacenar como una solución de aproximadamente el 1% en agua, se debe generar en el lugar como una solución acuosa.

Tanto el clorito de sodio y clorato de sodio se utiliza en medio ácido fuerte (pH 3.5 a 4 por el ácido fórmico o ácido nítrico). Soluciones de dióxido de cloro, tiene una gran acción corrosiva sobre los materiales de construcción, como el acero inoxidable.

También es necesario seleccionar el detergente y agentes humectantes que pueden resistir a condiciones ácidas, por otra parte, los agentes secuestrantes no son necesarios porque el ácido oxálico, utilizado para la acidificación, también sirve para el secuestro de metales. El orden de introducción de los auxiliares diferentes, tiene que ser controlada para evitar el contacto directo entre el clorito de sodio concentrado o solución de clorato y ácidos.

Prácticamente no se presenta blanqueo alguno a temperaturas por debajo de los 50°C, pero a 90°C se presente una aceleración considerable. En la práctica es usual ingresar la mercadería en frío y elevar la temperatura a 90°C, a esta temperatura puede permanecer desde 1 a 4 horas.

Las ventajas de blanqueo con dióxido de cloro, son el alto grado de blancura y el hecho de que no hay riesgo de daño a la fibra.

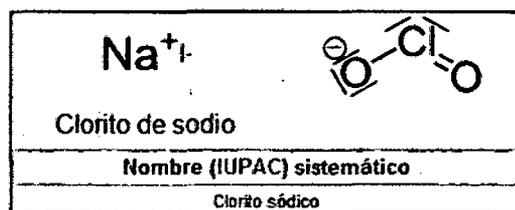


Figura 2.11. Estructura química del Clorito de Sodio.

C. Peróxido de hidrogeno

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un oxidante utilizado como blanqueador. Es un compuesto con un enlace simple oxígeno-oxígeno. El peróxido de hidrógeno es un líquido claro, ligeramente más viscoso que el agua, que parece incoloro en solución diluida.

Comparado con otros agentes blanqueadores, tales como hipoclorito de sodio y clorito de sodio, el peróxido de hidrogeno ofrece ventajas en la aplicación y la protección del medio ambiente.

En el blanqueo con peróxido, los efectos de un buen blanqueo se pueden obtener sin causar daño significativo de la celulosa. Sin embargo, si la receta de blanqueo no se prepara adecuadamente, la rápida descomposición del peróxido puede causar un alto grado de daño a las fibras de celulosa. Esta circunstancia se hace clara cuando consideramos las reacciones de descomposición del peróxido en un medio alcalino.

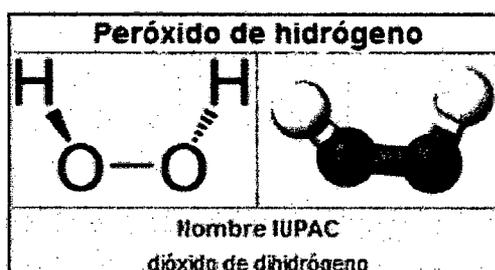


Figura 2.12. Estructura química del Peróxido de Hidrógeno.

2.3.2 Propiedades del peróxido de hidrogeno

A. Propiedades químicas

El peróxido de hidrógeno, se usa principalmente como un agente oxidante para muchos compuestos orgánicos e inorgánicos. Sin embargo, cuando el peróxido de hidrógeno se usa con oxidantes más fuertes, puede actuar como un agente reductor. El subproducto principal de peróxido de hidrógeno es el agua, ya que el peróxido de hidrógeno no genera residuos peligrosos, se prefiere como oxidante en muchas industrias.

Es importante que las mezclas de sustancias orgánicas de peróxido de hidrógeno, se traten con precaución extrema. El peróxido de hidrógeno y muchos materiales orgánicos, pueden formar mezclas explosivas si no se siguen las precauciones de seguridad adecuadas.

B. Propiedades físicas El peróxido de hidrógeno es más denso que el agua, pero es miscible en el agua en todas las proporciones. Las soluciones acuosas del

peróxido de hidrógeno se parecen al agua, pero tienen un olor picante, débil. Es un líquido no combustible, pero el calor y el oxígeno liberados durante la descomposición pueden inflamar los materiales combustibles.

2.3.3 Estabilidad y descomposición del peróxido de hidrógeno

La descomposición del peróxido de hidrógeno para formar oxígeno y agua con la evolución de calor se expresa con la siguiente ecuación:



A una velocidad moderada de descomposición, el calor se disipa fácilmente en los alrededores y el peróxido de hidrógeno permanece a temperatura ambiente. Sin embargo, unos factores pueden aumentar la velocidad de descomposición de peróxido de hidrógeno. Las consecuencias de un aumento de velocidad pueden variar, desde una deterioración de la concentración del producto, en un período de días o semanas, hasta una reacción descontrolada generando grandes cantidades de calor y gas (oxígeno y vapor) en el caso extremo. Los factores primarios que deben ser controlados, para impedir un aumento en la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno, son la temperatura, la contaminación y el pH.

A. Temperatura

La temperatura de la solución de peróxido de hidrógeno, es una variable importante, ya que la velocidad de descomposición se duplica, aproximadamente por cada 10°C de aumento. Dado el calor generado por la descomposición, una reacción auto acelerada, puede evolucionar si la transferencia de calor a las inmediaciones es más lenta, que la velocidad de generación de calor.

Las instalaciones de almacenamiento y tuberías de peróxido de hidrógeno, deben estar localizadas lo suficientemente lejos de las fuentes de calor, tales como calderas, líneas de vapor, etc. El peróxido de hidrógeno se debe almacenar protegido de la luz y a temperaturas inferiores de 35°C, en recipientes de color oscuro (negro o marrón).

B. Contaminación

La contaminación de las soluciones de peróxido de hidrógeno, es la segunda causa principal de la descomposición acelerada, ya que muchos materiales comunes funcionan como catalizadores para la reacción de descomposición.

Algunos contaminantes pueden crear una descomposición rápida del peróxido de hidrógeno, si estas están presentes aún en concentraciones tan bajas como de 0,1 partes por millón. La descomposición homogénea se incita por contaminantes disueltos tales como álcalis, ácidos fuertes y sales de metales de transición (níquel, cromo, cobre, hierro, etc.).

Los grados comerciales del peróxido de hidrógeno, contienen estabilizadores que filtran cantidades pequeñas de impurezas, proporcionando protección contra los efectos de niveles menores de contaminación.

C. pH

Normalmente, la estabilidad del peróxido de hidrogeno es mejor en la región del pH neutro. El pH que se mide normalmente (el pH aparente) es afectado por la concentración del peróxido de hidrógeno. La disminución de estabilidad a un pH menor normalmente no es considerable, pero a un pH más alto ésta se deteriora muy rápidamente y puede ser muy inestable. Por consiguiente, la contaminación del peróxido de hidrógeno ocasionada por ácidos, y particularmente por álcalis, debe evitarse.

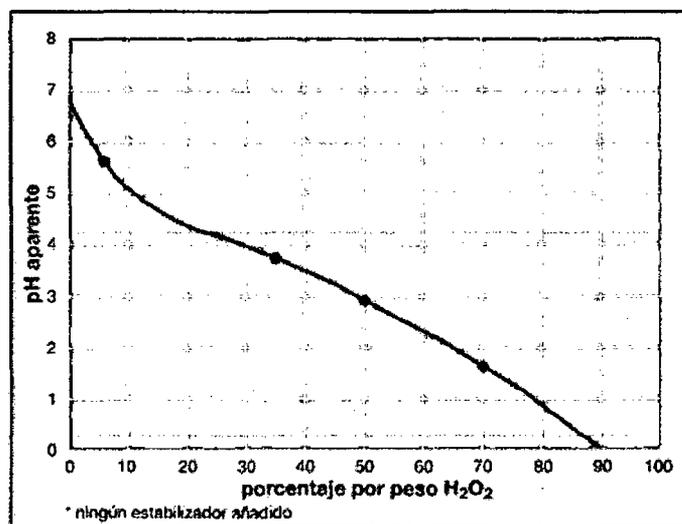


Figura 2.13. Influencia del pH y la concentración de peróxido en el blanqueo

2.3.4 Mecanismo del blanqueado con peróxido de hidrogeno

En una reacción de blanqueo, los productos "ecológicamente limpios", que se forman son agua y oxígeno. En la adición de soda cáustica (iones -OH), el peróxido de hidrógeno es activado, y se forma el anión perhidroxi. Éste se descompone para formar un ión de hidroxilo más estable. Químicamente, el mecanismo del proceso de blanqueo se realiza: El "oxígeno activo" reacciona con los enlaces químicos dobles de los sistemas de cromóforo.

Los grupos de hidroxilo terminales son oxidados para aldehídos y ácidos carboxílicos, y los grupos hidroxilos centrales en quetonas. Las siguientes oxidaciones resultan luego, en la ruptura de la molécula de celulosa, y una reducción del grado de polimerización (valor DP) de las moléculas de celulosa. Los valores DP del algodón crudo, determinados por las medidas de viscosidad, varían entre 2600 y 3200. Para blanqueos, valores de DP de 1600 – 2000 son aceptables. Sin embargo, los valores DP medidos no dan información de la naturaleza o frecuencia de las diferentes etapas de oxidación, ni de la calidad de la oxixelulosa formada.

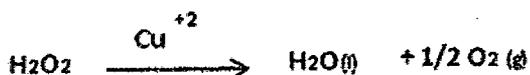
Los iones metálicos y ciertas otras impurezas catalizan la rápida descomposición del anión perhidroxi, en agua y oxígeno molecular, el cual no tiene acción de blanqueo.

La descomposición vigorosa del peróxido, en contacto con tales sustancias catalíticas, causa un daño catalítico, el cual puede variar de un valor bajo de DP a orificios en los materiales textiles.

El peróxido de hidrogeno es un ácido débil que se ioniza en el agua para formar un ion hidrogeno y un ion perhidroxi. El ion perhidroxi es el agente activo del blanqueo.



El peróxido de hidrogeno también se puede descomponer. La reacción es catalizada por iones metálicos, por ejemplo: Cu^{+2} , Fe^{+2}



2.3.5 Parámetros para el blanqueo con peróxido de hidrógeno

A. pH del baño

El peróxido de hidrogeno es un ácido extremadamente débil:

$$K_a = 1.5 \times 10^{-12}$$

Debido a que el ion perhidroxi es la especie que provoca el blanqueo, adicionar un álcali neutraliza el protón y cambia la reacción hacia la derecha.



Por lo tanto a: $\text{pH} < 10$, el peróxido es el principal componente en el baño, como agente de blanqueo es inactivo.

En donde las soluciones de agua oxigenada experimentan mayor descomposición conforme aumenta el pH, tal como puede verse en la siguiente tabla :

Tabla 2.5 Tiempo de descomposición de peróxido de hidrogeno

TIEMPO NECESARIO PARA PASAR UNA SOLUCION DE PEROXIDO DE HIDROGENO 1 VL A 0,5 VL	
pH	Tiempo
6,8	3 h. 10 min
7,1	2 h. 50 min
7,9	2 h. 10 min
8,9	1 h. 10 min
9,9	25 min

La velocidad de descomposición más adecuada para los procesos de blanqueo de algodón se encuentra entre $\text{pH } 10,2 - 10,7$

Es importante, para evitar descomposiciones del peróxido de hidrógeno, el orden como se mezclan y disuelven los productos en el agua para formar el baño de blanqueo. El más aconsejable es : agua 35 ppm de dureza, silicato sódico, carbonato sódico, sosa cáustica y peróxido de hidrógeno.

B. Temperatura del baño

Las soluciones de peróxidos aumentan su velocidad de descomposición al aumentar la temperatura, se debe tener en cuenta que la temperatura deberá elevarse gradualmente (aproximadamente $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$), con la finalidad que el O sea liberado gradualmente en el baño y captado gradualmente por la fibra.

Temperaturas adecuadas: $90\text{-}120^{\circ}\text{C}$

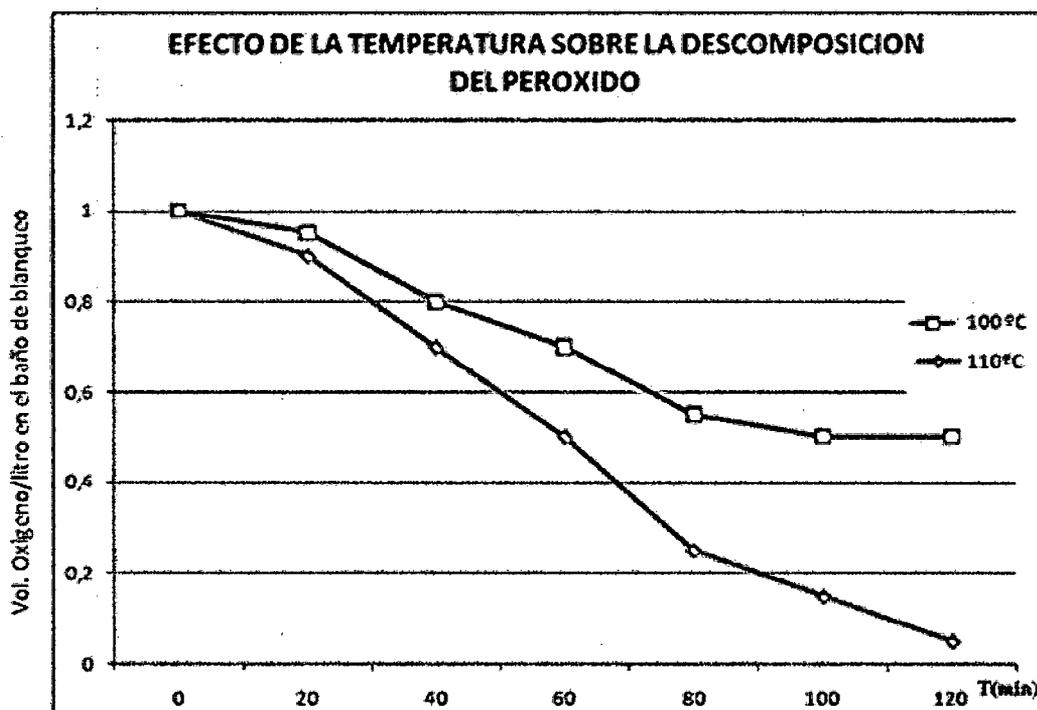


Figura 2.14. Efecto de la temperatura sobre la descomposición del peróxido de hidrogeno

C. Relación de baño

Por relación de baño (RB) se entiende la relación existente entre la cantidad de materia textil a tratar y el baño utilizado.

En el blanqueo de algodón hay varios factores (aparte del sustrato y de la receta) que tienen influencia en el resultado, como es la relación de baño.

Por lo que es recomendable trabajar a una ideal relación de baño corta, y así optimizar el gasto de vapor para calentar el baño y el consumo de productos auxiliares.

D. Estabilizador

Los estabilizadores son utilizados para retardar la descomposición del anión perhidroxi, que es el responsable por la acción de blanqueo, y de mantener un potencial alto de oxidación a lo largo del proceso de blanqueo.

La presencia de peróxido residual en el baño por agotamiento, después de unas cantidades de blanqueo de un 20 – 30% de la concentración original del peróxido de hidrógeno, indica que el blanqueo se ha realizado bajo condiciones moderadas, sin una descomposición espontánea causada por sustancias catalíticas.

El peróxido de hidrógeno se descompone rápidamente en presencia de sales férricas y cúpricas, que activan catalíticamente el desprendimiento de oxígeno. La catálisis se reduce por la adición de silicato sódico y de proteínas al baño de blanqueo.

En presencia de un catalizador como el hierro, el peróxido de hidrógeno se descompone para formar el oxígeno y el agua:

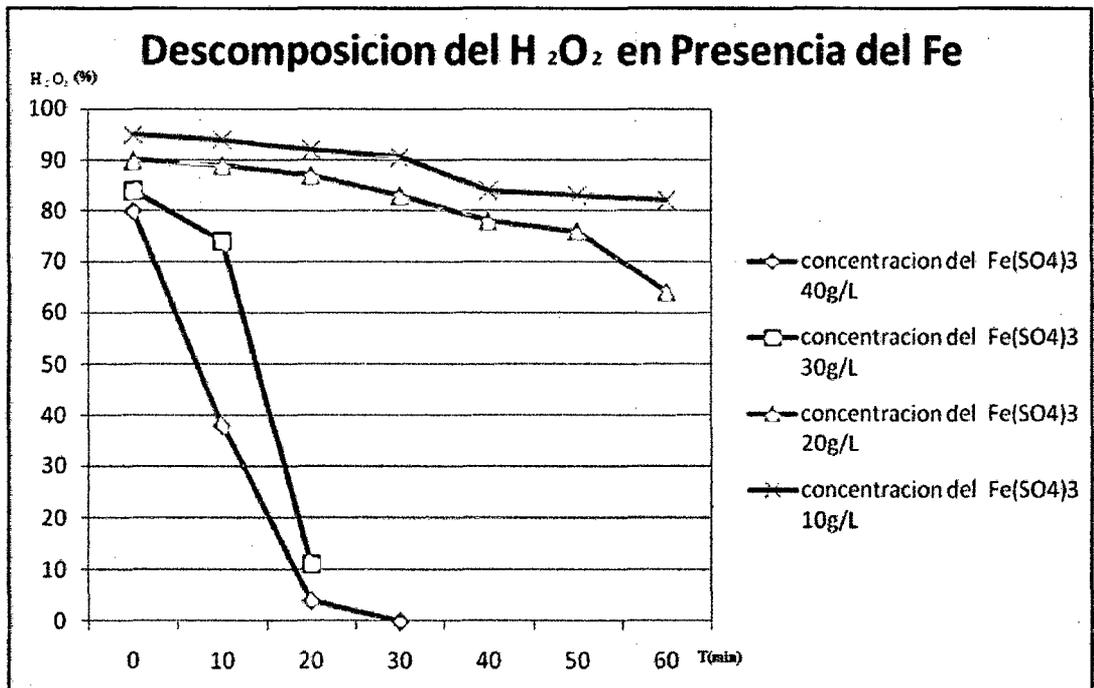
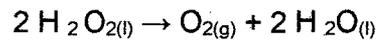


Figura 2.15. Descomposición del peróxido de hidrogeno en presencia del Fe

E. Desmineralización

Hasta hace relativamente poco, el agua de las tintorerías ha sido considerada una de las principales fuentes de contaminación de metal. Hoy en día no se considera cierto, ya que hay una posibilidad distintiva de la contaminación de metal en el propio algodón, mucho mayor que la encontrada en la dureza de las aguas.

No es suficiente con utilizar aguas blandas, la necesidad para un secuestro efectivo y apropiado para lograr este objetivo consistentemente, y reproductivamente, se está volviendo cada vez más importante.

Las impurezas metálicas que pueden causar más daño son:

- Metales alcalinos
- Metales pesados

Los daños potenciales son:

- Daño físico y químico al algodón durante la preparación
- Opacidad del tono (menos atractivo para el cliente)
- Teñido desigual (inaceptable para el cliente)
- Poca reproductividad del tono (baja productividad).
- Velocidad reducida (quejas de los clientes)
- No llegar al grado de blanco adecuado para colores claros, limpios.

Este proceso se realiza previo al blanqueo químico a un pH ácido, con un agente secuestrante más detergente a una temperatura de 50 – 60°C, por un tiempo de 20 -30 minutos.

The Effect of Growing Area and Variety on Metal Content of Raw Cotton									
Growing Area	Variety	Metal Content (ppm)							
		K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
California	SJC	6610	520	660	145	15	2	3	5
	SJ5	6230	550	670	190	21	3	4	7
	GSA71	5660	485	495	140	16	2	3	4
Mississippi	DPL61	5340	645	505	135	17	3	4	5
	SJ5	3850	535	445	115	40	2	3	4
	GSA71	2120	530	375	160	31	2	4	4
Texas	DPL61	3030	550	345	105	36	2	4	4
	SJ5	2240	795	445	110	93	3	7	4
	GSA71	2160	810	380	110	84	3	7	5
	DPL61	2120	680	380	105	82	2	7	5
	I. D. Mark								
China	229	5440	810	760	340	33	2	5	5
	329	4970	695	630	285	22	2	3	4
	527	5120	575	585	100	30	2	5	8
Africa	BOLA	5220	575	695	175	43	2	8	4
	LIBA	4330	1175	545	190	82	2	7	3
	VIVA	4580	695	585	145	63	3	8	5
Pakistan	ORGINE	5280	1525	695	270	15	1	0	1

Tabla 2.6. Contenido de metales en el algodón según su origen

F. Calidad del agua

La industria textil consume grandes cantidades de agua en los diferentes procesos, y los resultados exitosos dependen fuertemente de los proveedores, y de una buena calidad del agua. La cantidad de agua utilizada en una unidad de proceso es mayor que cualquier otro químico utilizado, y por lo tanto cualquier impedimento en la calidad del agua, afecta el producto final, por lo que el tratamiento y acondicionamiento del agua antes de los procesos son muy importantes para los procesos textiles.

la calidad del agua necesaria para blanqueo no ha sido definida con precisión, así por ejemplo se admite en general, que el agua debe tener menos de 50 ppm CaCO_3 de dureza aunque en algunos casos se utilizan aguas con 100 ppm CaCO_3 y hasta 200 ppm CaCO_3 sin que se produzcan resultados inaceptables.

Si el agua a utilizar contiene calcio y magnesio, presentará los siguientes problemas:

- Forma jabón insoluble y reduce la eficiencia del proceso de blanqueo
- Forma depósitos pegajosos en las telas y las máquinas, las cuales causan manchas, una absorbencia desigual, etc.
- El magnesio, cuando está presente en forma de hidróxidos, puede causar la formación de un depósito blanco de los materiales, y una mala apariencia del teñido (veteado), debido a una reserva parcial de los colorantes.

G. Tiempo de blanqueo

El tiempo de blanqueo va depender del material que se trabaje, del blanco que se desee y del material que se tenga. A mayor cantidad de desperdicio, mayor tiempo de proceso. El tiempo varía de de 10 minutos a 1 hora dependiendo de la temperatura del proceso.

H. Agente humectante

El éxito de los procesos textiles depende de la eliminación completa de las impurezas presentes en el algodón, y por lo tanto, después del pre tratamiento, el sustrato textil es absorbente, limpio, favorable para otros procesos como teñido y acabado. En todos los procesos de pre tratamiento, tales como

desengomado, descruce, blanqueo y mercerizado, los agentes humectantes y los detergentes juegan un papel importante, y su eficiencia depende de varias propiedades tales como humectación, emulsificación, estabilidad alcalina, características de la espuma, etc.

Humectación: La habilidad de un líquido para esparcirse en un sólido liso, disminuyendo la tensión de la superficie de un líquido. La superficie de un sólido no-polar como la parafina, la cera o el teflón causan que una gota de agua pura no se extienda. Los surfactantes que contienen agua se extienden fácilmente en la superficie de la parafina, y tienen ángulos de contacto menores en el teflón. Los surfactantes utilizados de esta manera se llaman agentes humectantes, la penetración en las telas es una función de humectación de la superficie, sin embargo, el ensamblaje de las fibras tienen un volumen de aire atrapado entre los espacios. Antes de que pueda entrar un líquido, debe salir el aire.

2.3.6 Proceso de blanqueo con peróxido de hidrogeno

De manera general, para obtener un pre blanqueo regular e igualado por el método de agotamiento y a nivel de laboratorio, el proceso a seguir es el siguiente:

1. Primero se tiene que preparar el baño en el siguiente orden: al agua blanda agregar los auxiliares como: humectante, detergente, estabilizador, desmineralizador,
2. Adicionar el textil, y dar un tiempo para la humectación.
3. Después se adiciona el hidróxido de sodio, y finalmente el peróxido de hidrogeno.
4. Luego subir la temperatura a 98°C, con la gradiente adecuada.
5. Mantener a 98°C por 30 minutos
6. Luego bajar la temperatura con una gradiente determinada a 80°C, y drenar el baño.
7. Realizar dos enjuagues, uno en caliente y otro en frio (opcional)
8. Neutralizar el sustrato con ácido, con un pH: 5-5,5; y luego agregar la enzima catalasa, a una temperatura de 50°C.
9. Finalmente secar el sustrato a una temperatura de 120°C por 5 minutos.

10. Realizar dos enjuagues, uno en caliente y otro en frío (opcional)
11. Neutralizar el sustrato con ácido, con un pH: 5-5,5; y luego agregar la enzima catalasa, a una temperatura de 50°C.
12. Finalmente secar el sustrato a una temperatura de 120°C por 5 minutos.

Ejemplo:

Peso(kg)	5g
RB:	1/7

Tabla 2.7. Receta del blanqueo químico con peróxido de hidrógeno

Producto	cantidad	Unidad
HUMECTANTE - DETERGENTE	2	g/l
ESTABILIZADOR DE PEROXIDO	1	g/l
DESMINERALIZADOR	1	g/l
HIDROXIDO DE SODIO AL 100% (en perlas)	2	g/l
PEROXIDO DE HIDROGENO AL 50%	4	ml/l

Neutralizado

Producto	cantidad	Unidad
Acido Acético Glacial 99%	0,5	g/l

Eliminación del peróxido

Producto	cantidad	unidad
Enzima Catalasa	0,5	g/l

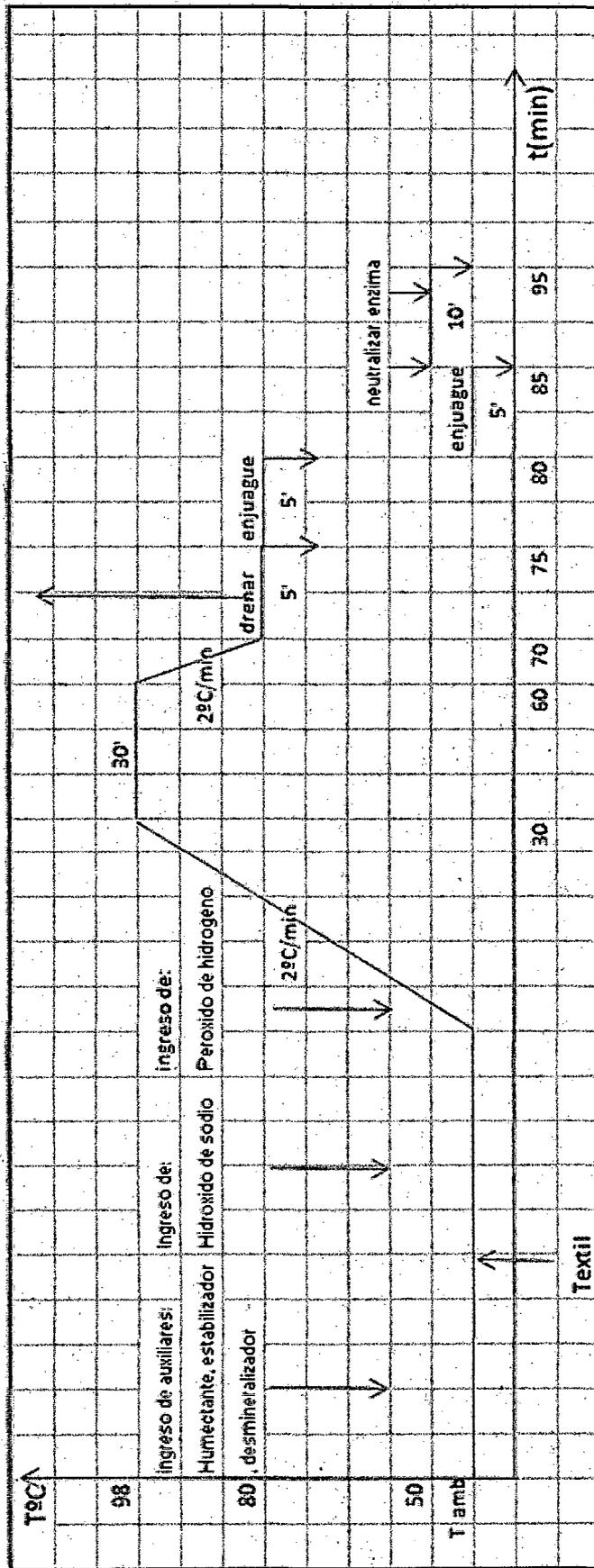


Figura 2.16. Programa de blanqueo utilizado

CAPITULO III. MATERIALES

3. 1 Materiales

3.1.1 Productos químicos y auxiliares

Se utilizaron productos de la tabla N°7. A cada producto se le realizo el control de calidad para evaluar la calidad del mismo y la manera como contribuirá a la calidad final del textil.

Tabla 3.1 Productos a utilizados en el blanqueo

Proceso	Productos	Acción	Proveedor
Blanqueo Químico	Peróxido de hidrogeno (50%)	Oxidante	
	Hidróxido de sodio (100%)	Alcali	
	Celidon E-21	Estabilizador de peróxido	Química NAVA
	Prodotto 195/15	Detergente humectante	Química NAVA
	Textol	Desmineralizador	Química NAVA
Neutralización y eliminación del H ₂ O ₂	Acido acético glacial 99%	Acido	
	Enzima Catalasa	Elimina H ₂ O ₂	Global Chemicals

3.1.2 Sustrato

Se utilizo un tejido de algodón con las siguientes características:

Tabla 3.2 Características del textil utilizado en el blanqueo

Material textil	Características del material	
Tejido de algodón	Titulo	30/1
	Gramaje de la tela	170g/m ²
	Composición	100% algodón
	Tejido	punto

3.1.3 Máquinas e instrumentos

Equipos para el blanqueo y secado

1. Máquina para el blanqueo: LABTEC Modelo H-24M. Capacidad de los vasos 150 ml. Calentamiento de hasta 130°C con baño de glicerina.

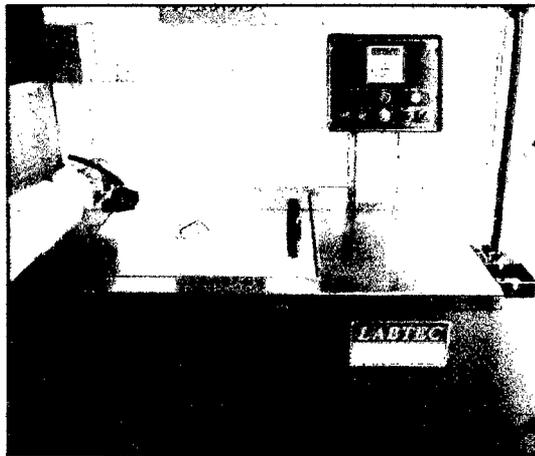


Figura 3.1 Máquina de blanqueo

2. Máquina de secado: Hot Air Oven Paramount. Calentamiento de 25 °C hasta 250 °C con una tolerancia de $\pm 2^\circ\text{C}$.

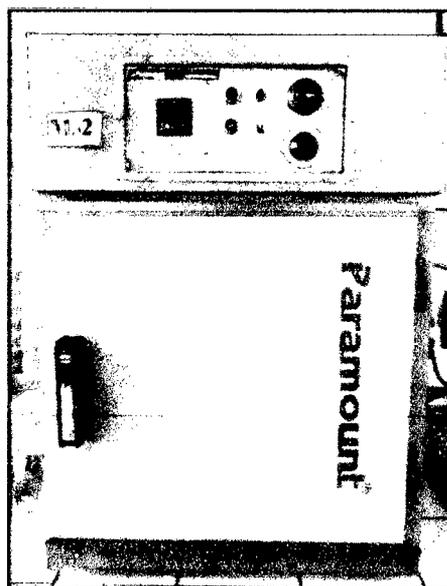


Figura 3.2 Estufa de secado

3. Balanza analítica para pesado de tela: Metler Toledo Classic PBC02-5.
Precisión ± 0.01 g

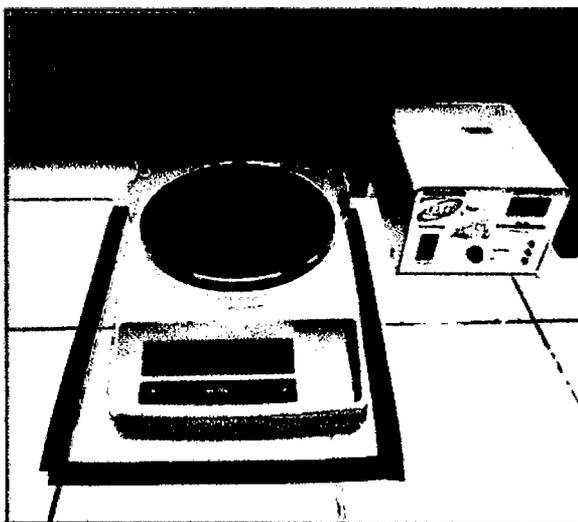


Figura 3.3 Balanza analítica

4. Balanza analítica para pesado de auxiliares químicos: Ohaus Pioneer.
Precisión ± 0.001 g



Figura 3.4 Balanza analítica

Instrumentos de control

1. Medidor de pH: Inolab pH level 1

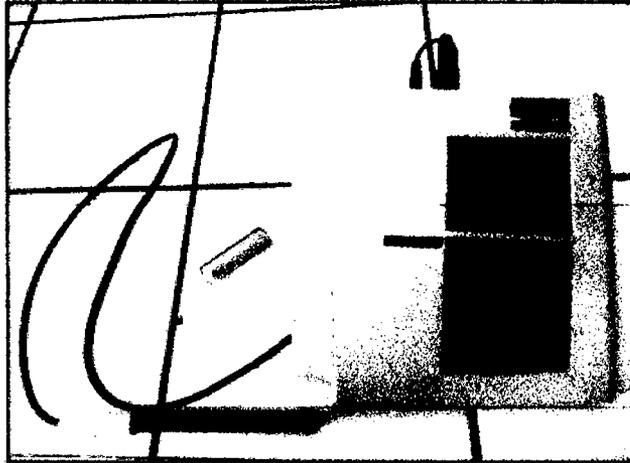


Figura 3.5 Phmetro digital

Equipos para evaluación

1. Espectrofotómetro: Color Eye 7000A GretagMacbeth. Geometría D/8 (Difusa).



Figura 3.6 Espectrofotómetro

3.2 Procedimiento

3.2.1 Determinación del proceso de reutilización

El siguiente diagrama muestra el proceso del cual se va a partir, para establecer el método de reutilización del baño residual del blanqueo del algodón con peróxido, el cual se determinará mediante evaluaciones, tal como se especifica en el diagrama:

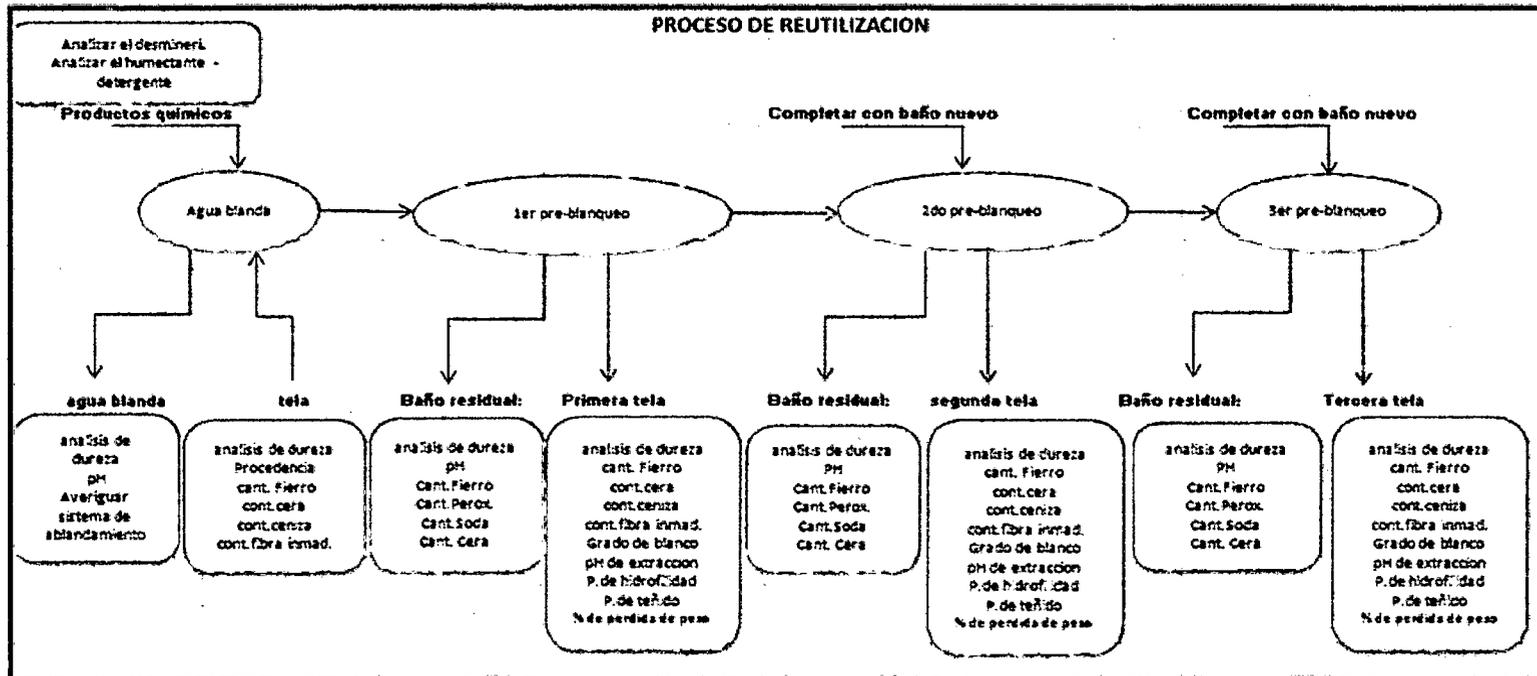


Figura 3.7 Diagrama del proceso de reutilización del baño residual

1. Se hará el primer blanqueo, y luego se realizarán los análisis necesarios, tanto a la tela como al baño residual; obteniéndose así la primera tela blanqueada.
2. Luego de analizar el baño residual, se tendrá que calcular la composición del primer baño de refuerzo, de tal manera que a la hora de añadir el baño de refuerzo al baño residual, este tenga un efecto en la tela igual que el baño inicial.
3. Luego se le realizará el mismo proceso al segundo baño residual, tal como está establecido en el punto (2), estos procedimientos se realizarán, tantas veces sea necesario.
4. Las telas blanqueadas, serán evaluadas, y así determinar la calidad.

3.2.2.- Análisis de los baños residuales

Estos análisis se realizaron con la finalidad de conocer la composición del baño residual del blanqueo, y de esta manera determinar el baño de refuerzo, el cual se agregara al baño residual, de tal manera que se pueda obtener un textil con características iguales al anterior , el cual se pueda usar en un teñido posterior de manera óptima.

a. Recuperación del baño residual en el blanqueo

Esta evaluación se realizó para determinar el volumen del baño de refuerzo, el cual agregaremos al baño residual.

Primero se tuvo que determinar el porcentaje de absorción de la tela después de cada baño:

Tabla 3.3 Porcentaje de absorción del baño residual en la tela.

Muestra	Peso de la tela húmeda	Peso de la tela seca	Pick-up de absorción (%)
1	18.7g	4.7g	297.87%

Lo cual concuerda con el porcentaje que se usa en la tintorería para artículos 100% algodón que varía entre 250%-300%.

Tabla 3.4 Porcentaje de recuperación del baño residual

Muestra	Volumen inicial	Volumen final	Volumen residual recuperado (%)
1	35	21	60

A partir de estos resultados el volumen del baño de refuerzo a agregar será el 40 % del volumen inicial, el cual tendrá una composición que se determinará según las evaluaciones realizadas al baño residual. De tal manera que al agregar el baño de refuerzo al baño residual, se obtenga el baño con el cual se procederá a blanquear

b. Características del baño residual de cada blanqueo

Luego de cada blanqueo, se procedió a evaluar visualmente las características de cada baño residual.

Tabla 3.5 Características del baño residual de cada pre-blanqueo

Nº de Blanqueo	pH inicial	pH final	T (°C)	Características
1	11,37	10,72	27,70	Amarillento turbio
2	11,24	10,50	30,60	Amarillento turbio
3	11,22	10,26	31,60	Amarillento turbio
4	11,18	10,29	30,20	Amarillento turbio
5	11,17	10,12	27,60	Amarillento turbio
6	10,93	9,67	29,40	Amarillento turbio
7	10,90	9,76	29,20	Amarillento turbio
8	11,07	9,95	28,20	Amarillento turbio
9	11,25	10,11	31,60	Amarillento turbio
10	11,03	9,89	32,50	Amarillento turbio
11	11,02	9,78	27,40	Amarillento turbio

c. Análisis de dureza final

Se denomina dureza del agua, a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales alcalinas.

Las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua son:

mg CaCO_3/l o ppm de CaCO_3

Miligramos de carbonato cálcico (CaCO_3) en un litro de agua; esto es equivalente a ppm de CaCO_3 .

Grado alemán (Deutsche Härte, °dH)

Equivale a 17,9 mg CaCO_3/l de agua.

Esta evaluación se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de metales depositados en el baño residual de cada blanqueo realizado.

Tabla 3.6 Dureza del baño residual de cada blanqueo

Nº de blanqueo	Dureza final (°dH)
1	>12
2	>12
3	>12
4	>12
5	>12
6	>12
7	>12
8	>12
9	>12
10	>12

d. pH

Se mide el pH inicial con el cual se procederá a blanquear el textil, para comprobar que el pH esté en el rango óptimo, y así tener una adecuada descomposición del peróxido.

El pH final del baño residual se medirá, de manera que para la reutilización, se pueda corroborar la cantidad de hidróxido de sodio que deberá llevar el baño de refuerzo, para llegar a un pH que deberá estar en un rango establecido.

Tabla 3.7 Determinación de los pH en cada baño de blanqueo

Nº de blanqueo	Temperatura (°C)	pH inicial	Temperatura (°C)	pH final
1	27,00	11,37	27,70	10,72
2	27,90	11,24	30,60	10,50
3	28,30	11,22	31,60	10,26
4	27,60	11,18	30,20	10,29
5	28,10	11,17	27,60	10,12
6	27,50	10,93	29,40	9,67
7	29,35	10,90	29,20	9,76
8	27,33	11,07	28,20	9,95
9	26,73	11,25	31,60	10,11
10	27,37	11,03	32,50	9,89
11	27,80	11,02	27,40	9,78

e. Cantidad de peróxido de hidrogeno residual

Mediante la titulación del baño residual con el tiosulfato sódico, según el método descrito en el anexo 2, se calculo la cantidad de peróxido residual; y de esta forma, se halló la cantidad de peróxido que tendrá el baño de refuerzo, de tal manera que se siga manteniendo la receta del blanqueo.

Tabla 3.8 Cantidad de Peróxido en el baño residual

Nº de blanqueo	pH final	Peróxido inicial (ml/L)	Peróxido final (ml/L)	Cantidad de Peróxido residual (%)
1	10,72	4,00	1,33	33,25
2	10,50	4,00	1,91	47,75
3	10,26	4,00	1,27	31,75
4	10,29	4,00	1,40	35,00
5	10,12	4,00	1,27	31,75
6	9,67	4,00	1,14	28,50
7	9,76	4,00	1,24	31,00
8	9,95	4,00	1,52	38,00
9	10,11	4,00	1,02	25,5
10	9,89	4,00	0,76	19,00
11	9,78	4,00	0,57	14,25

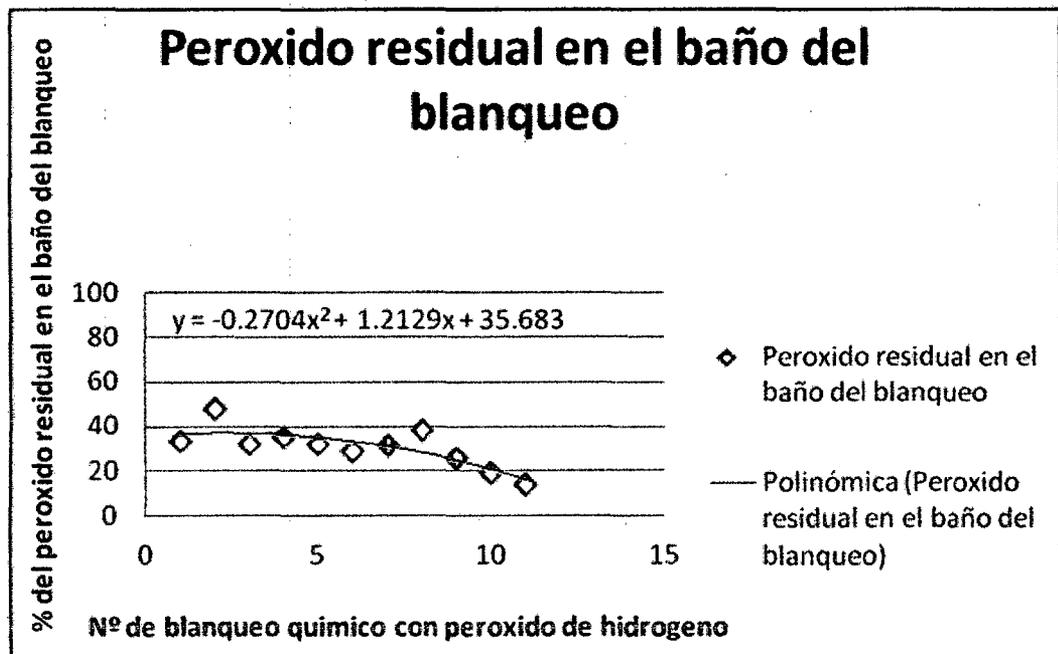


Figura 3.8 Porcentaje del peróxido de hidrógeno residual en el baño del blanqueo

f. Cantidad de hidróxido de sodio

Se calculó la cantidad de hidróxido de sodio en el baño residual mediante la titulación con permanganato de potasio, mediante el método establecido en el anexo 2.

Tabla 3.9 Cantidad de hidróxido de sodio en el baño residual

Nº de blanqueo	Cantidad de hidróxido de sodio inicial (g/l)	Residual de hidróxido de sodio en (g/l)	pH Final	% Hidróxido de sodio residual
1	2,00	0,52	10,72	26
2	2,00	0,88	10,50	44
3	2,00	0,76	10,26	38
4	2,00	0,80	10,29	40
5	2,00	1,36	10,12	68
6	2,00	1,12	9,67	56
7	2,00	0,92	9,76	46
8	2,00	0,42	9,95	21
9	2,00	1,00	10,11	50
10	2,00	0,9	9,89	45

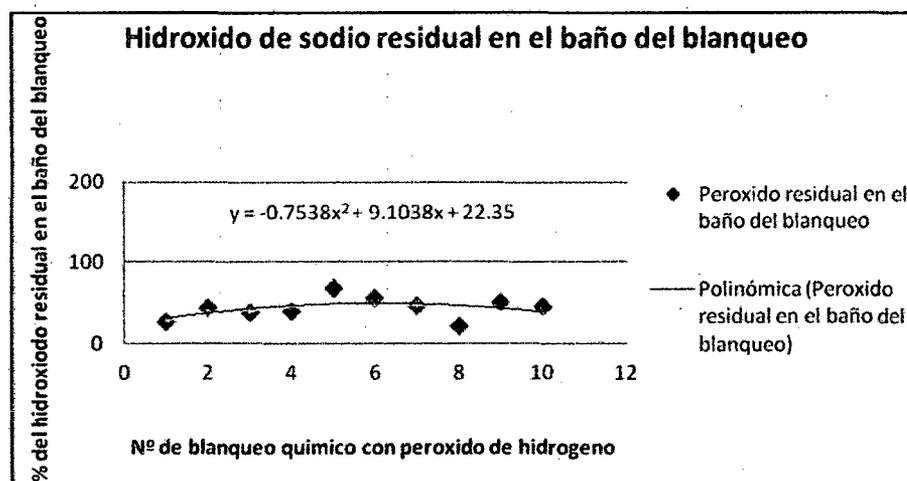


Figura 3.9 Porcentaje del hidroxido de sodio residual en el baño del blanqueo

3.2.3.- Análisis de las muestras blanqueadas

a Porcentaje de pérdida de peso

Después de los blanqueos con peróxido de hidrogeno, se procedió a calcular la pérdida de peso en porcentaje, y de esta manera hallar la cantidad total impurezas que perdió el sustrato.

Tabla 3.10 Porcentaje de pérdida de peso de los sustratos

Muestra	Peso inicial (g)	Peso final (1er blanqueo) (g)	Pérdida de peso en (%)
1	5,00	4,76	4,80
2	5,00	4,76	4,80
3	5,00	4,80	4,00
4	5,00	4,79	4,20
5	5,00	4,79	4,20
6	5,00	4,82	3,60
7	5,00	4,80	4,00
8	5,00	4,83	3,40
9	5,00	4,79	4,20
10	5,00	4,83	3,40
Promedio		4,79	4,20

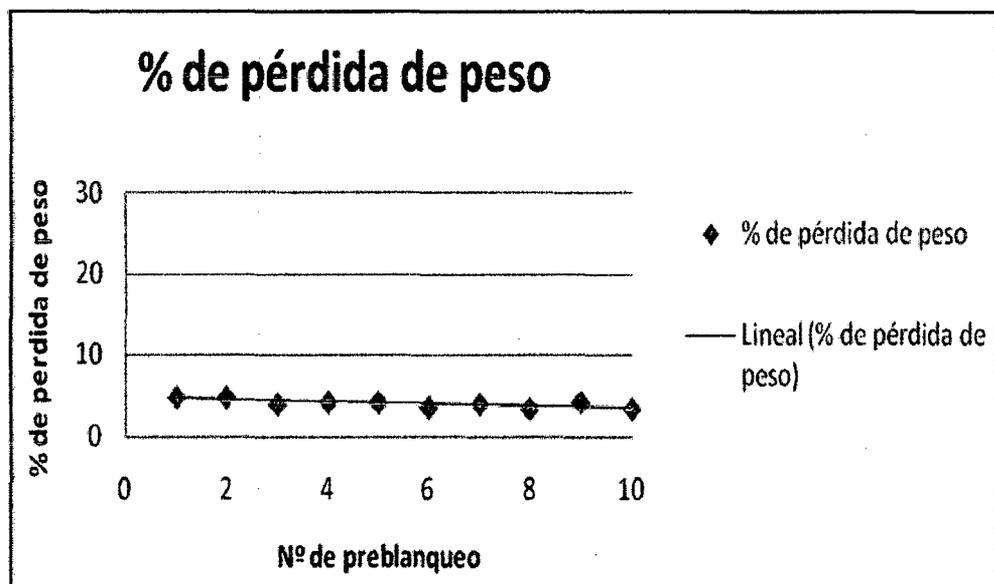


Figura 3.10 Pérdida de Peso del textil blanqueado

b Contenido de ceniza

El contenido de ceniza nos permite determinar la cantidad de impurezas inorgánicas presentes en el textil tanto antes del blanqueo como luego del mismo.

Tabla 3.11 Contenido de Ceniza en la tela

Muestra	Contenido de impurezas (%)
Primer blanqueo	0.90%
Segundo blanqueo	0.70%
Tercer blanqueo	0.50%
Cuarto blanqueo	0.60%
Quinto blanqueo	0.30%
Sexto blanqueo	0.40%
Séptimo blanqueo	0.70%
Octavo blanqueo	0.60%
Noveno blanqueo	1.10%
Decimo blanqueo	0.70%

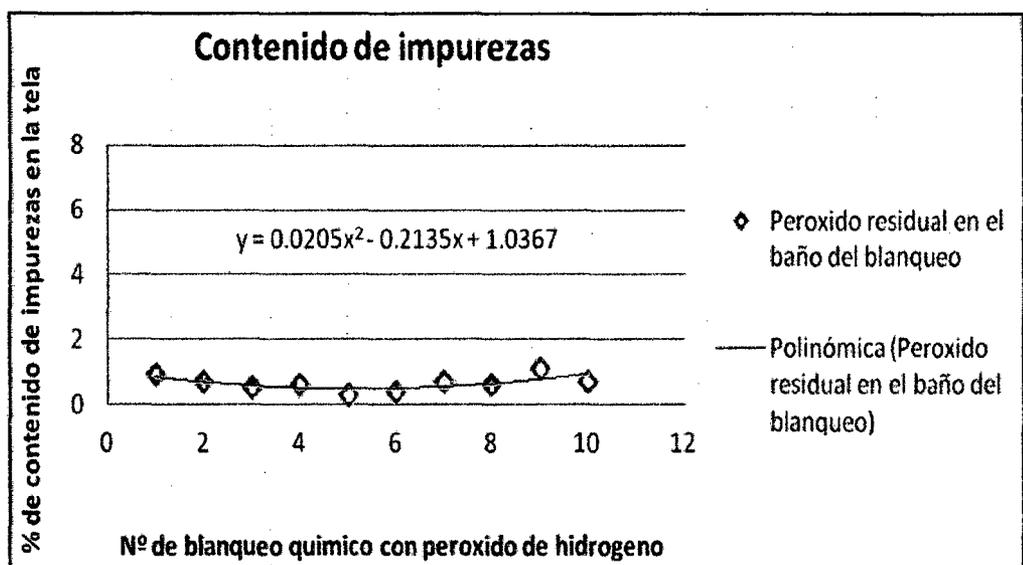


Figura 3.11 Contenido de impurezas en cada tela blanqueada

c. Contenido de fibra inmadura.

El contenido de fibra inmadura permite determinar, que tanto se eliminó durante el blanqueo, y que tan buenos resultados se obtendrán en la tintura.

Tabla 3.12 Contenido de fibra inmadura en la tela

Muestra	Contenido de fibra inmadura
Tela cruda	Se observa tanto fibra inmadura como fibra muerta.
Primer blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Segundo blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Tercer blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Cuarto blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Quinto blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Sexto blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Séptimo blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Octavo blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta
Noveno blanqueo	No se observa ni fibra inmadura ni fibra muerta

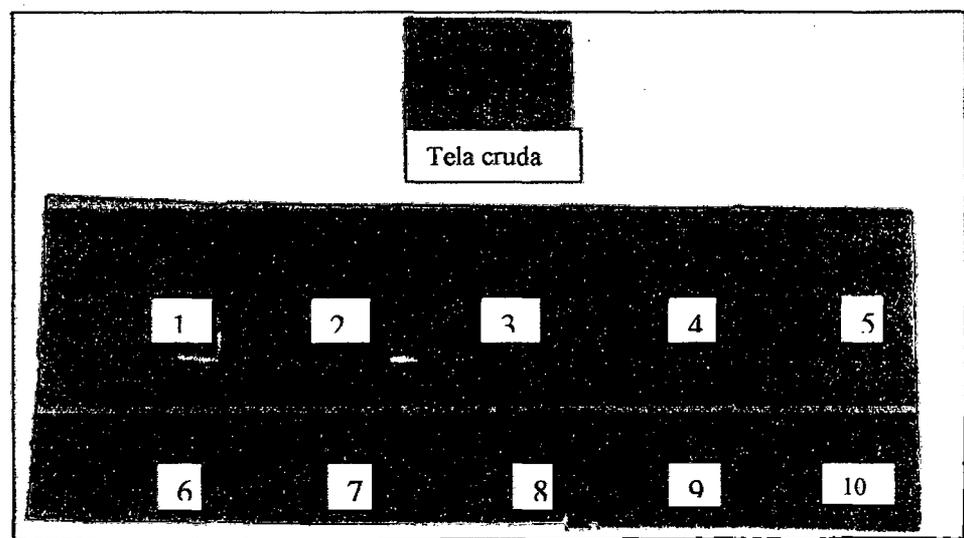


Figura 3.12 Prueba del contenido de impurezas en cada tela

d. Grado de blanco

Luego de realizar los blanqueos se determina el grado de blanco, para ver si se obtiene un grado de blanco similar al obtenido con el primer blanqueo.

Tabla 3.13 Grado de Blanco en la tela

Muestra	Grado de blanco IB-CIE
Primer blanqueo	74,60
Segundo blanqueo	72,52
Tercer blanqueo	73,12
Cuarto blanqueo	72,49
Quinto blanqueo	72,40
Sexto blanqueo	71,87
Séptimo blanqueo	72,11
Octavo blanqueo	71,82
Noveno blanqueo	68,95
Decimo blanqueo	71,36

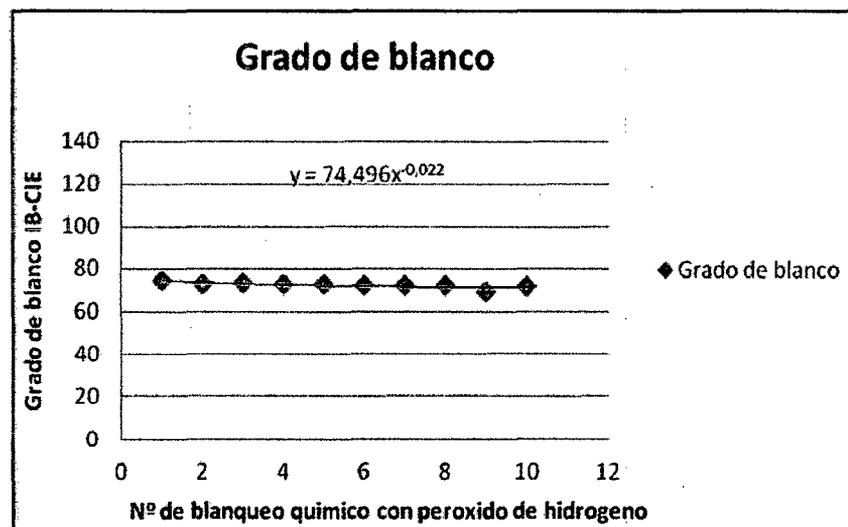


Figura 3.13 Grado de blanco de la muestra blanqueada

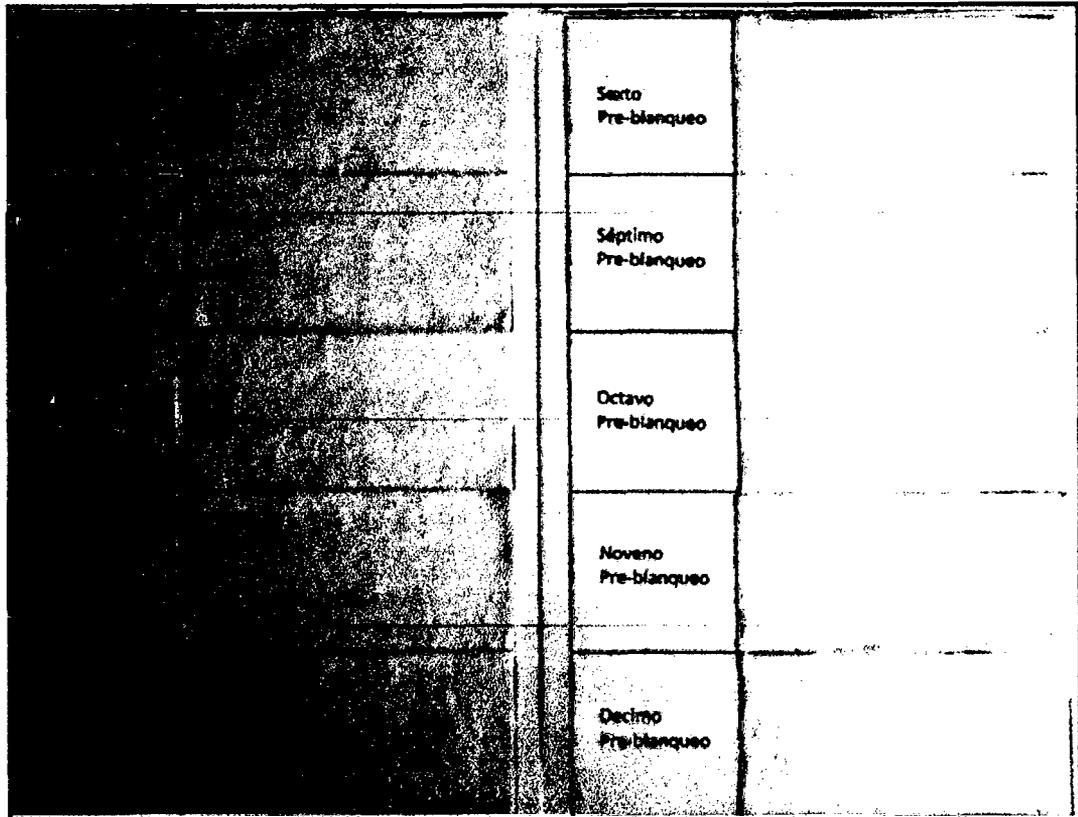


Figura 3.14 Muestras preblanqueadas.

e. pH de extracción

La prueba de extracción de pH se realiza para determinar que tan neutra está la tela y cómo influirá esto en la tintura.

Tabla 3.14 pH de la tela

Muestra	pH	Temperatura (°C)
Primer blanqueo	6,77	26,20
Segundo blanqueo	6,67	26,40
Tercer blanqueo	6,57	26,70
Cuarto blanqueo	6,58	26,70
Quinto blanqueo	6,72	27,10

f. Prueba de hidrofiliidad

Luego del blanqueo se realiza la prueba de hidrofiliidad para ver si la tela estará lo suficientemente hidrófila para el proceso de tintura, condición que es sumamente importante luego del pre blanqueo.

f.1 Método de la gota

Este método consiste en dejar caer una gota de colorante en la superficie de la muestra y tomar el tiempo que demora en expandirse en su totalidad.

Tabla 3.15 Tiempo de absorción de cada muestra

Muestra	Tiempo de absorción(s)
Primer blanqueo	2,33
Segundo blanqueo	3,29
Tercer blanqueo	3,36
Cuarto blanqueo	3,48
Quinto blanqueo	4,18
Sexto blanqueo	4,21
Séptimo blanqueo	2,67
Octavo blanqueo	4,07
Noveno blanqueo	4,18
Decimo blanqueo	2,54

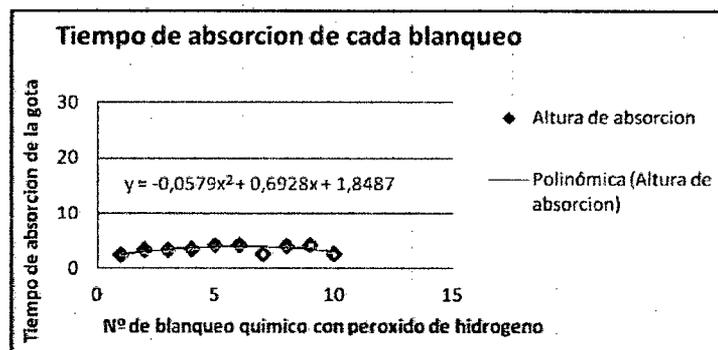


Figura 3.15 Tiempo de absorcion de cada muestra blanqueada

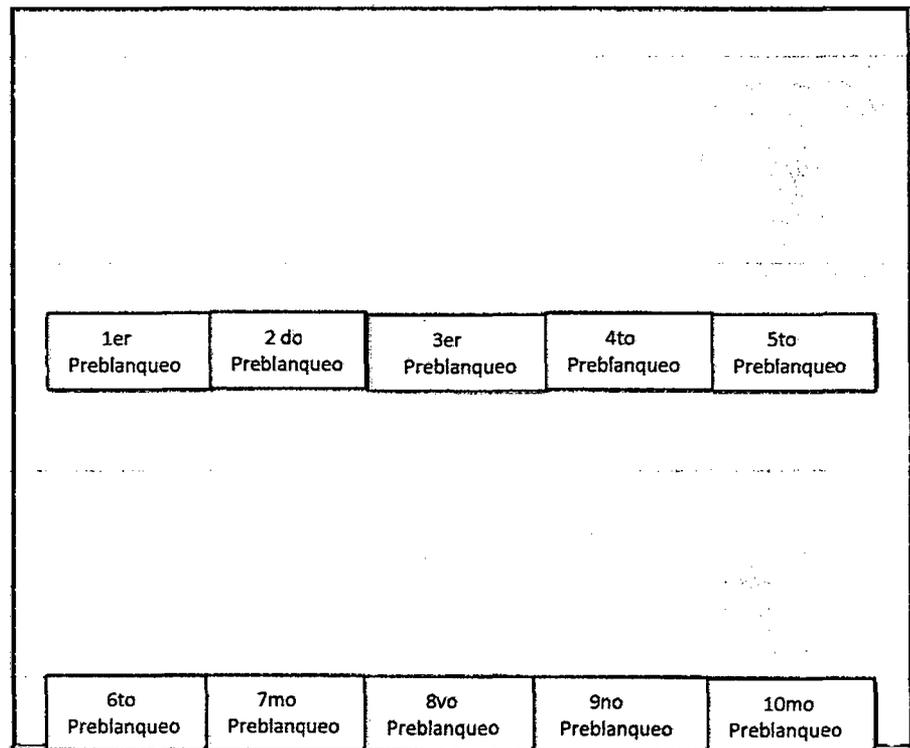


Figura 3.16 Prueba de la gota en las muestras blanqueadas.

f.2 Wicking vertical:

Este método consiste en colocar una muestra (2,5 cm x 17cm), en una solución de colorante, luego de un minuto sacar la muestra y medir la distancia que subió el colorante por el textil desde el borde.

Tabla 3.16 Hidrofilidad de cada muestra blanqueada

Muestra	Altura sentido de las columnas (cm)					
	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
Primer blanqueo	7,8	10,0	11,2	12,0	13,0	13,5
Segundo blanqueo	7,1	9,0	10,0	10,8	11,5	12,0
Tercer blanqueo	7,2	8,6	9,5	10,3	11,0	11,5
Cuarto blanqueo	5,5	7,0	8,6	9,5	10,0	10,5
Quinto blanqueo	6,8	8,8	10,0	10,8	11,3	12,0
Sexto blanqueo	6,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Octavo blanqueo	7,0	8,5	9,6	10,5	11,0	12,0
Noveno blanqueo	3,0	4,5	5,5	6,5	7,0	7,5

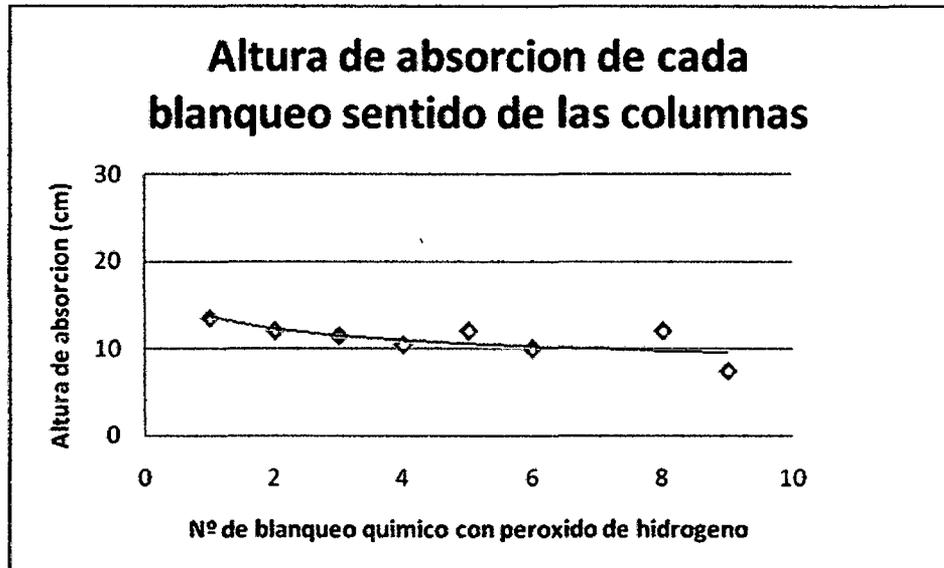


Figura 3.17 Altura de absorcion de cada muestra blanqueada

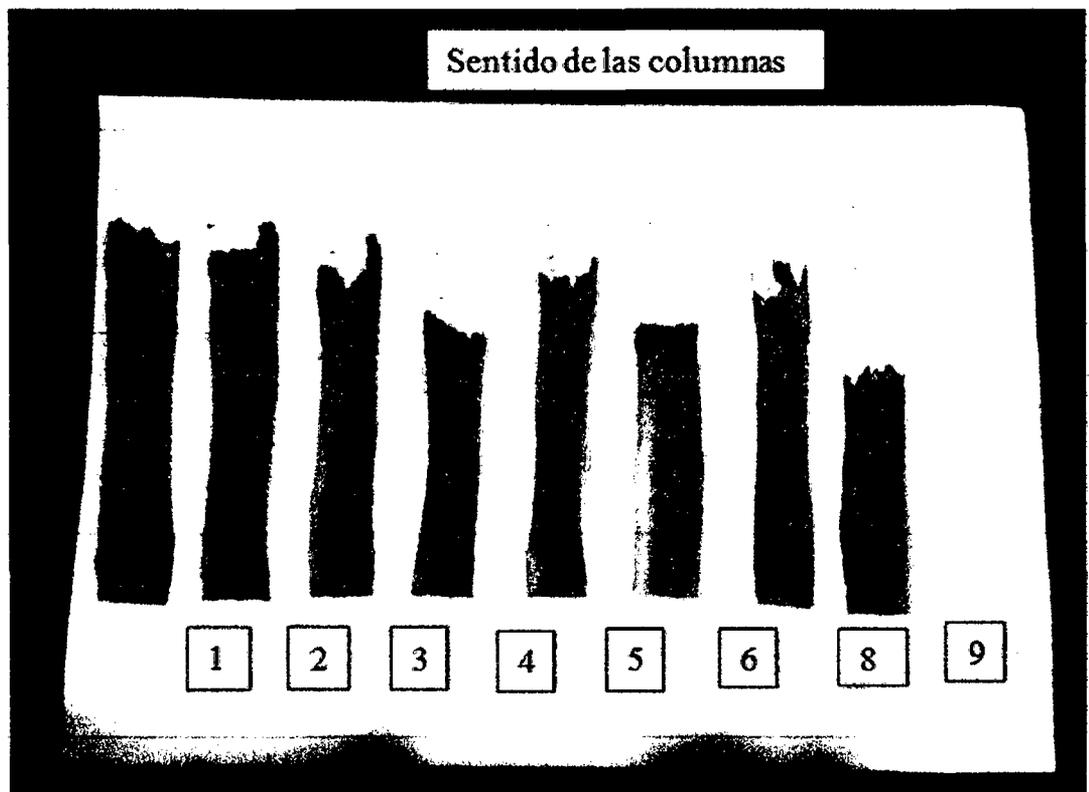


Figura 3.18 Prueba del wicking vertical en las muestras blanqueadas

g. Prueba de teñido

Esta prueba permite observar que tan apto está el material textil para la tinte, que tan uniforme es el blanqueo y que tan buenos resultados se obtienen con los blanqueos que emplean baños residuales en comparación con el blanqueo original. Para ello se usa un tono claro, en este caso 0.01 % de colorante turquesa reactivo. Ver anexo 2.

Este es un colorante de molécula muy pesada y necesita mayor energía de activación durante el agotamiento, para que cuando se suceda la fijación sea lo más uniforme posible. Este colorante de base Ftalocianina es sensible a la dureza y a la presencia de agentes no iónicos.

Tabla 3.17 Tonalidad de las telas

Nº de blanqueo teñido	Δ DE	% Fuerza	Igualación
Primero	STD	100	Buena
Segundo	0,93	108,27	Buena
Tercero	0,64	101,54	Buena
Cuarto	0,84	105,58	Buena
Quinto	0,60	104,22	Buena
Sexto	1,10	89,21	Buena
Séptimo	0,42	106,34	Buena
Octavo	0,67	108,01	Buena
Noveno	0,69	110,7	Buena

Tolerancias:	DL ^a tol	Da ^a tol	Db ^a tol	DC ^a tol	DH ^a tol	PF tol	Margín	t.c	
D65-10	2,35	1,55	1,45	1,70	1,25	1,00	0,10	2,00	
Estándar	L ^a	a ^a	b ^a	C ^a	h ^a				
0.01% Turqueza 1	76,40	-22,55	-15,35	27,28	214,25				
Muestra	DL ^a	Da ^a	Db ^a	DC ^a	DH ^a	DEcmc	P/F DEcmc	%FC: Apare...	
0.01% Turqueza 2	-1,38 Os	0,73 Ro	1,19 Am	-1,27 Ap	-0,59 Vd	0,93	Margen	108,27	
0.01% Turqueza 3	-0,66 Os	0,73 Ro	0,83 Am	-1,07 Ap	-0,28 Vd	0,64	Aprobado	101,54	
0.01% Turqueza 4	-1,26 Os	0,91 Ro	0,96 Am	-1,29 Ap	-0,29 Vd	0,84	Aprobado	105,58	
0.01% Turqueza 5	-0,91 Os	0,59 Ro	0,70 Am	-0,88 Ap	-0,25 Vd	0,60	Aprobado	104,22	
0.01% Turqueza 6	0,89 Cl	1,03 Ro	1,59 Am	-1,73 Ap	-0,76 Vd	1,10	Falló	89,21	
0.01% Turqueza 7	-0,93 Os	0,21 Ro	0,37 Am	-0,38 Ap	-0,19 Vd	0,42	Aprobado	106,34	
0.01% Turqueza 8	-0,96 Os	0,17 Ro	0,89 Am	-0,63 Ap	-0,65 Vd	0,67	Aprobado	108,01	
0.01% Turqueza 9	-1,56 Os	0,25 Ro	0,57 Am	-0,53 Ap	-0,33 Vd	0,69	Aprobado	110,70	

0.01% Turqueza 1	0.01% Turqueza 2	0.01% Turqueza 3	0.01% Turqueza 4	0.01% Turqueza 5
0.01% Turqueza 1				
0.01% Turqueza 6	0.01% Turqueza 7	0.01% Turqueza 8	0.01% Turqueza 9	

Figura 3.19 Comparación de la tonalidad de las muestras teñido

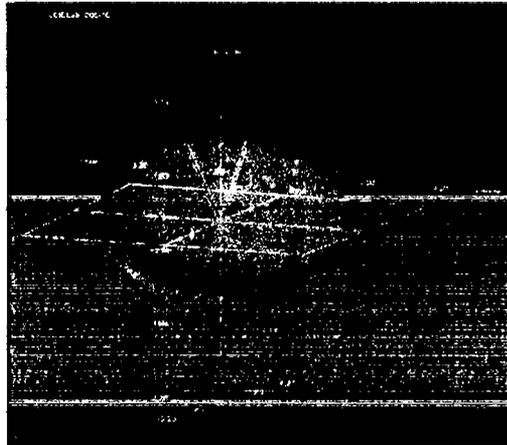


Figura 3.20 Ubicación de las muestras teñidas en el sistema CIELAB

Primera Prótesis
Segunda Prótesis
Tercera Prótesis
Cuarta Prótesis
Quinta Prótesis
Sexta Prótesis
Séptima Prótesis
Octava Prótesis
Novena Prótesis

Figura 3.21 Muestras teñidas con 0.01% del colorante turquesa

3.2.4 Reutilización de baños residuales

Luego de haber realizado las evaluaciones necesarias del baño residual, se procedió a calcular la cantidad de productos a utilizar en las recetas del baño de refuerzo.

1.- Luego de calcular el porcentaje de recuperación del baño residual, como se muestra en la tabla 25, se determinó la cantidad de baño de refuerzo que se necesitara agregar, para que de esta manera se complete hasta llegar al volumen inicial, manteniendo la relación de baño.

Tabla 3.18 Composición en (%) del baño de blanqueo

Volumen recuperado (%)	Volumen del baño de refuerzo (%)
60	40

2.- Luego de analizar el baño residual de cada blanqueo del algodón con peróxido de hidrógeno, se pudo determinar la composición del baño de refuerzo, de tal manera que al agregar este baño de refuerzo al baño residual, se obtenga una muestra de características parecidas.

Tabla 3.19 Receta del primer blanqueo con peróxido

PRODUCTO	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	4	g/l
Hidróxido de sodio 100%	2	g/l
Estabilizador de peróxido	1	g/l
Humectante- detergente	2	g/l
Desmineralizador	1	g/l

Tabla 3.20 Receta del baño de refuerzo para el segundo blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,00	g/l	3,2	g/l
Hidróxido de sodio 100%	4,22	g/l	1,69	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.21 Receta del baño de refuerzo para el tercer blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	7,13	g/l	2,85	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,68	g/l	1,47	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.22 Receta del baño de refuerzo para el cuarto blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,09	g/l	3,23	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,86	g/l	1,54	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.23 Receta del baño de refuerzo para el quinto blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	7,9	g/l	3,16	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,8	g/l	1,52	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.24 Receta del baño de refuerzo para el sexto blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,09	g/l	3,23	g/l
Hidróxido de sodio 100%	2,96	g/l	1,18	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.25 Receta del baño de refuerzo para el séptimo blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,29	g/l	3,31	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,32	g/l	1,32	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.26 Receta del baño de refuerzo para el octavo blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,14	g/l	3,26	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,62	g/l	1,44	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.27 Receta del baño de refuerzo para el noveno blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	7,72	g/l	3,08	g/l
Hidróxido de sodio 100%	4,37	g/l	1,75	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.28 Receta del baño de refuerzo para el décimo blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,47	g/l	3,38	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,5	g/l	1,4	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.29 Receta del baño de refuerzo para el décimo primer blanqueo

PRODUCTO	BAÑO DE REFUERZO (40%)		BAÑO COMPLETO (100%)	
	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Peróxido de hidrógeno 50%	8,86	g/l	3,54	g/l
Hidróxido de sodio 100%	3,65	g/l	1,46	g/l
Estabilizador de peróxido	2,5	g/l	1	g/l
Humectante- detergente	5	g/l	2	g/l
Desmineralizador	2,5	g/l	1	g/l

Tabla 3.30 Porcentaje de hidróxido de sodio y peróxido de hidrógeno ahorrado

Nº de blanqueo	Peróxido de hidrógeno 50% (ml/l)	Peróxido de hidrogeno 50% ahorrado (%)	Hidróxido de Sodio 100% (g)	Hidróxido de sodio ahorrado (%)
Primer blanqueo	4,00	---	2,00	--
Segundo blanqueo	3,20	20,00	1,69	26
Tercer blanqueo	2,85	28,70	1,47	44
Cuarto blanqueo	3,23	19,10	1,54	38
Quinto blanqueo	3,16	21,00	1,52	40
Sexto blanqueo	3,23	19,10	1,18	68
Séptimo blanqueo	3,31	17,10	1,32	56
Octavo blanqueo	3,26	18,60	1,44	46
Noveno blanqueo	3,08	22,80	1,75	21
Decimo blanqueo	3,38	15,30	1,40	45

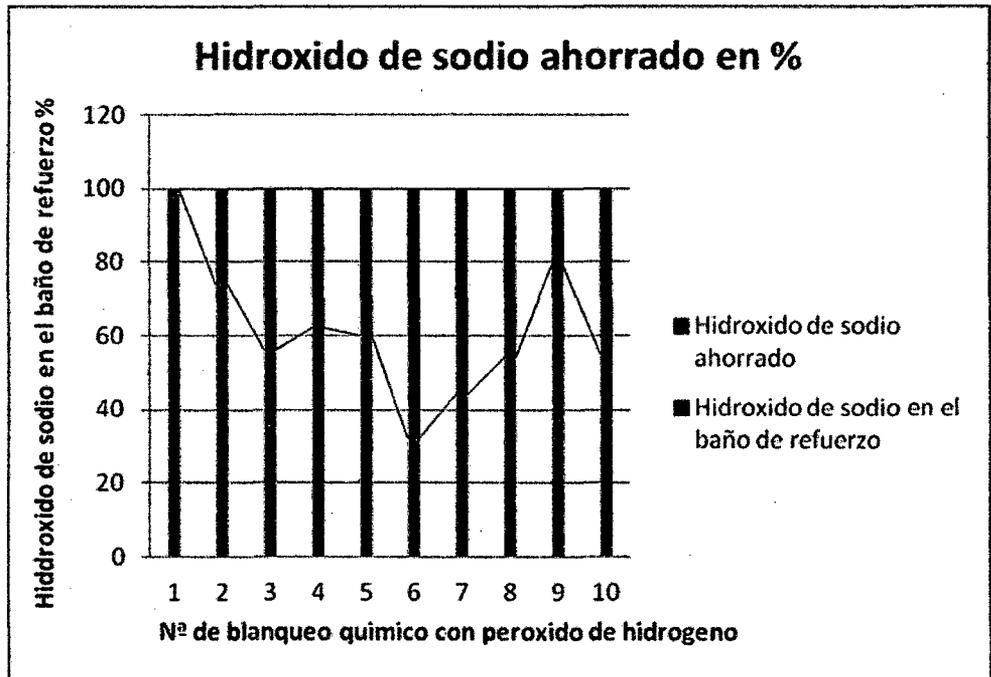


Figura 3.22 Hidróxido de sodio 100% ahorrado en porcentaje

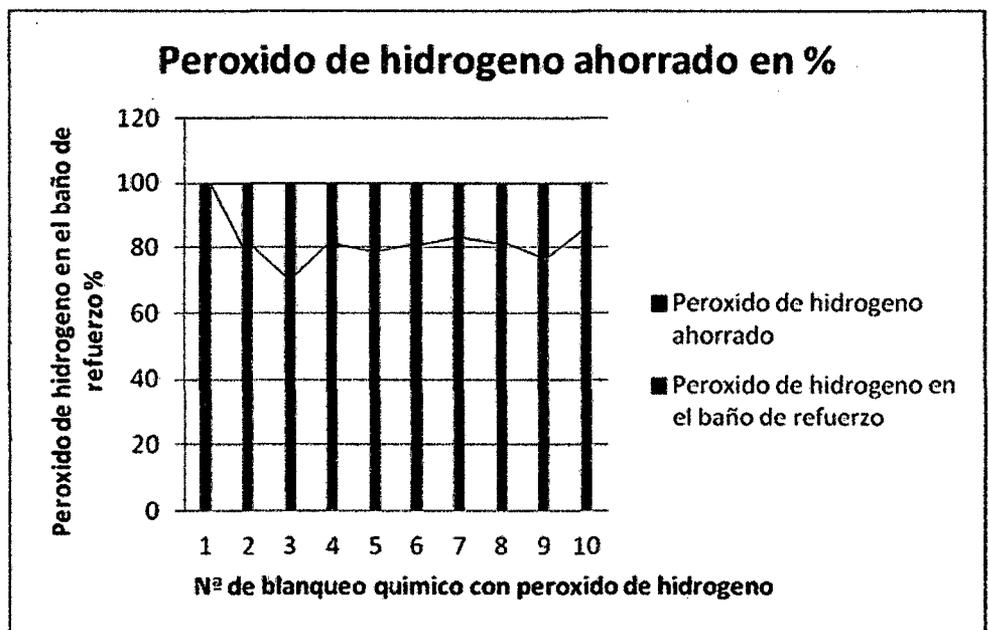


Figura 3.23 Peróxido de hidrogeno 50% ahorrado en porcentaje

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis de los baños iniciales y residuales

4.1.1 Pérdida del volumen del baño inicial en cada blanqueo

- La pérdida de volumen del baño inicial determina la cantidad de productos químicos a adicionar para el siguiente blanqueo.
- Condiciona el volumen de agua a ahorrar, así como la receta del baño de refuerzo.
- El porcentaje de volumen residual varía de acuerdo al textil a utilizar.

4.1.2 Características del baño residual de cada blanqueo

- El ahorro de los productos químicos, tal como el hidróxido de sodio y peróxido de hidrógeno, depende de la concentración final en el baño residual de cada blanqueo.
- La cantidad de grasas y ceras depositadas en el baño residual también condicionan la eficiencia del blanqueo posterior, influyendo sobre todo en el pH inicial del mismo.
- Luego de los análisis establecidos al baño residual, se pudo calcular la cantidad de productos químicos para el baño de refuerzo.
- El baño residual tenía una apariencia amarillenta, turbia debido a la presencia de grasas e impurezas.

4.1.3 Análisis de dureza

- La cantidad de metales contenidos en el baño residual influyen en el siguiente blanqueo, pudiendo formar oxixelulosa, debido a la aceleración de la descomposición del peróxido de hidrogeno en el baño, siendo necesarios en ciertos casos emplear una mayor cantidad de secuestrante que en la receta inicial.
- Debido a que en los blanqueos realizados, se ha utilizado una misma cantidad de secuestrante, la cantidad de metales presentes en el baño se ha

acumulado a lo largo de los blanqueos realizados al textil, obteniéndose en todos los baños una alta dureza.

- La presencia de metales resulta una caída en el pH, debido a su liberación de protones y la hidrólisis posterior que se produce, liberando de esta manera iones hidronios, motivo por el cual se necesitaría mayor cantidad de hidróxido de sodio en el baño de refuerzo que la calculada, si se desea llegar al mismo pH del inicial.

4.1.4 Análisis del PH

- El pH del baño influye en las características hidrofílicas y el grado de blanco del textil, que tiende a ser cada vez menor a medida que se sigue reutilizando el baño, debido a la presencia de metales.
- Al agregar el baño de refuerzo con la cantidad calculada de hidróxido de sodio al baño residual, no se llega al mismo pH, y esto debido a los metales presentes en el baño residual, así como las ceras.
- El baño de refuerzo utilizado en cada blanqueo permite llegar a un pH cercano al inicial permitiendo así un blanqueo adecuado.

4.1.5 Cantidad de Peróxido de hidrogeno

- La cantidad de peróxido de hidrogeno residual, determina qué tanto se deberá agregar de éste en el siguiente blanqueo, y según los resultados esto tiene una tendencia a disminuir a medida que se siga reutilizando en baño.
- Se observa en la curva que la cantidad de peróxido de hidrogeno residual va disminuyendo, debido a que el mismo se va consumiendo en cada uno de los blanqueos.
- El peróxido de hidrogeno residual obtenido en los diferentes blanqueos nos permite un ahorro en los costos.

4.1.6 Cantidad de Hidróxido de Sodio

- La cantidad de hidróxido de sodio presente en el baño residual determina la cantidad a adicionar de éste en el siguiente blanqueo.

- Se observa que la cantidad de hidróxido de sodio residual, no presenta gran variación, teniendo una tendencia casi lineal, debido a que el mismo es consumido en mínima proporción.
- El hidróxido de sodio residual obtenido en los diferentes blanqueos nos permite un ahorro en los costos.

4.2 Análisis de las muestras blanqueadas

4.2.1 Porcentaje de pérdida de peso

- La cantidad de pérdida de peso en cada muestra blanqueada, está acorde con la teoría, teniendo de esta manera una pérdida de peso de aproximadamente del 5%.
- La curva obtenida de acuerdo al porcentaje de pérdida de peso de cada blanqueo, tiene una tendencia lineal.

4.2.2 Contenido de ceniza

- El porcentaje de contenido de ceniza en cada muestra blanqueada, no es uniforme, debido a la irregularidad del contenido de impurezas en la tela.

4.2.3 Contenido de fibra inmadura.

- Debido a que al teñir las muestras blanqueadas se observo sombras rojizas mas no verdosas, salvo el caso de la tela cruda; es indicio que estas presentan solo fibras maduras después del blanqueo.

4.2.4 Grado de blanco

- La curva obtenida en cuanto al grado de blanco de cada muestra blanqueada, es una curva lineal; mostrando de esta forma que la variación del grado de blanco de cada muestra es mínima.
- Sabemos que el grado de blanco depende de la cantidad de oxígeno liberado del peróxido de hidrogeno, y de acuerdo a las lecturas realizadas a cada muestra, la muestra obtenida del primer blanqueo tiene un mayor grado de blanco, y esto es porque el baño usado es un baño limpio.

- La evaluación visual del grado de blanco de las muestras obtenidas, han sido muy parecidas.

4.2.5 pH de extracción

- El pH de extracción de las muestras evaluadas, tienen un valor cerca a 7, es decir tienen el pH adecuado para proceder a teñirlas.

4.2.6 Prueba de hidrofiliadad

- La curva obtenida de acuerdo a la hidrofiliadad de cada muestra blanqueada es lineal.
- De acuerdo a los datos obtenidos de las primeras muestras, estas presentan mayor hidrofiliadad y esto es por la composición de baño, ya que están menos contaminados de impurezas y grasas, respecto a los demás.

4.2.7 Prueba de teñido

- La variación de tonalidad de las muestras teñidas, es mínima; por lo cual el DEcmc (Diferencia de color) de las muestras blanqueadas respecto a la primera muestra es menor a uno.

CAPITULO V. COSTO DEL PREBLANQUEO

5.1 Costo variable de blanqueo

Se han considerado los costos variables (que varían con el volumen de producción) del proceso del blanqueo con peróxido de hidrogeno.

En este caso se ha considerado la cantidad de material que se blanquea en un mes.

Producción mensual	
Peso del Material	200 Ton
Relación de baño	1/7
Volumen total	1400 m ³

Tabla 5.1 Costos de insumos: Productos químicos y auxiliares

PQ y auxiliares	Costo \$/Kilo	Cantidad	U	Cantidad Kg	Costo total
					\$
Costo del peróxido de hidrogeno al 50 %	0,75	4	g/L	5600	4200
Costo del hidróxido de sodio al 100 %	0,60	2	g/L	2800	1680
Costo del estabilizador de peróxido	0,85	1	g/L	1400	1190
Costo del humectante – detergente	3,50	2	g/L	2800	9800
Costo del desmineralizador	1,60	1	g/L	1400	2240
Costo del ácido acético	0,80	0,5	g/L	700	560
Costo de la enzima catalaza	2,5	0,5	g/L	700	1750
Costo total de productos \$/mes					21 420
Costo total \$/ kg					0,1071

Tabla 5.2 Costo de energía eléctrica (\$/kg)

Costos de Energía Eléctrica	Costo \$/Kg	Cantidad	Costo total \$
Blanqueo químico del algodón	0,05	1000kg	50

Tabla 5.3 Costo de agua blanda (\$/ m³)

Costo de agua blanda	Costo \$/ m ³	Volumen (m ³)	Costo total \$/kg
Blanqueo químico del algodón	1,06	1400	0,00742
Costo total de agua blanda \$/mes			1 484

Tabla 5.4 Costo del blanqueo con peróxido de hidrógeno (\$/mes)

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	21420	0.1071
Costo de agua blanda	1484	0,00742
Costo total	22 804	0,11452

5.2. Comparación de costos de los 10 primeros blanqueos

Debido a que se realizó los blanqueos haciendo uso del baño residual del blanqueo anterior, a partir del segundo blanqueo ya hubo un ahorro en los costos, tanto en los productos como en el agua blanda; en los siguientes gráficos podremos observar la comparación de costos de los 10 blanqueos realizados.

Tabla 5.5 Productos químicos y auxiliares utilizados para el segundo blanqueo

PQ y auxiliares	Costo \$/Kilo	Cantidad	U	Cantidad Kg	Costo total \$
Costo del peróxido de hidrogeno al 50 %	0,75	3,2	g/L	22,4	3360
Costo del hidróxido de sodio al 100 %	0,6	1,69	g/L	11,83	1419,6
Costo del estabilizador de peróxido	0,85	1	g/L	7	1190
Costo del humectante - detergente	3,5	2	g/L	14	9800
Costo del desmineralizador	1,6	1	g/L	7	2240
Costo del ácido acético	0,8	0,5	g/L	3,5	560
Costo de la enzima	2,5	0,5	g/L	3,5	1750
Costo total de productos \$/mes					20 319,6
Costo total \$/ kg					0,101598

Debido a que en el agua blanda también hay un ahorro, el costo de agua blanda también se reduciría, ya que la cantidad que se reutilizará en el blanqueo es el 60% del volumen inicial, es decir solo tendríamos un costo del 40% del volumen inicial, que se necesitaría para completar el baño.

Tabla 5.6 Costo de agua blanda

Costo de agua blanda	Costo \$/ m ³	Volumen (m ³)	Costo total \$/kg
Blanqueo químico del algodón	1,06	560	0,002968
Costo total de agua blanda \$/mes			593,6

Tabla 5.7 Costo total para el segundo blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20319,6	0,101598
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20913,2	0,10456

Tabla 5.8 Costo total para el tercer blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	19767,3	0,098836
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 360,9	0,101804

Tabla 5.9 Costo total para el cuarto blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20 134,8	0,100674
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 728,4	0,103642

Tabla 5.10 Costo total para el quinto blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20 225,1	0,101125
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 818,7	0,104093

Tabla 5.11 Costo total para el sexto blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	19922,7	0,099613
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 516,3	0,102581

Tabla 5.12 Costo total para el séptimo blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20124,3	0,100621
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 717,9	0,103589

Tabla 5.13 Costo total para el octavo blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20172,6	0,100863
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 766,2	0,103831

Tabla 5.14 Costo total para el noveno blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20244	0,10122
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 837,6	0,104188

Tabla 5.15 Costo total para el décimo blanqueo

Costos	Costo total (\$/mes)	Costo total \$/kg
Costo de productos químicos y auxiliares	20 265	0,101325
Costo de agua blanda	593,6	0,002968
Costo total	20 858,6	0,104293

Tabla 5.16 Costo total de cada blanqueo

Nº de blanqueo	Costo total \$/mes	Ahorro (%)
Primer	22804,0	--
Segundo	20913,2	8,30
Tercer	20360,9	10,71
Cuarto	20818,7	8,70
Quinto	20728,4	9,00
Sexto	20516,3	10,00
Séptimo	20717,9	9,00
Octavo	20766,2	8,94
Noveno	20837,6	8,62
Decimo	20858,6	8,53
Promedio		9,10

Figura 5.1 Comparación de costo de cada blanqueo

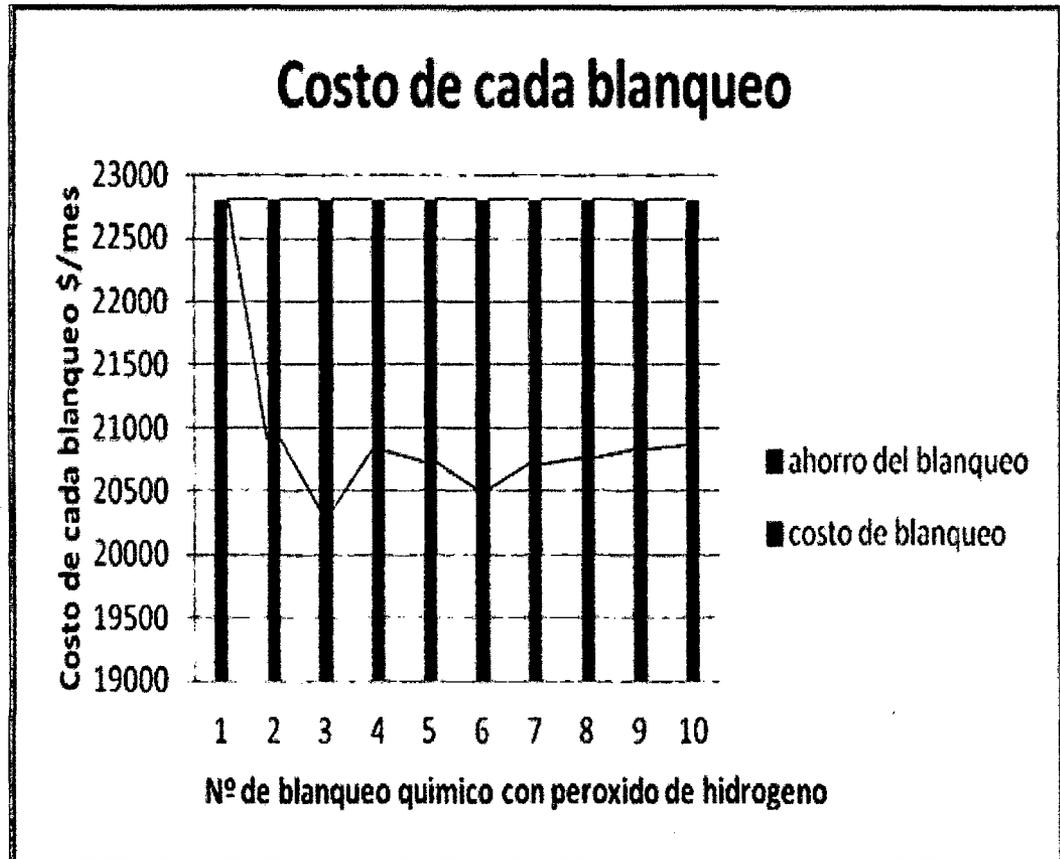


Tabla 5.17 Costo mensual del blanqueo químico con peróxido de hidrogeno

Proceso	Costo total \$/mes Sin baño de refuerzo	Costo total \$/mes con baño de refuerzo	Ahorro mensual \$/mes	Ahorro Anual \$/año
Blanqueo químico	22 804,0	20 751,64	2052,36	24 628,32

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Si se aplica el método propuesto en una planta con una producción promedio de 200 Toneladas/mes, el ahorro del costo total del blanqueo químico sería de alrededor de 9 % mensual, que viene a ser 2052,36 \$/mes y al año obtendríamos un ahorro de 24628,32\$/año.
- De acuerdo a las evaluaciones realizadas en el laboratorio, el baño residual de blanqueo se puede reutilizar 8 veces sin ningún problema, debido a que los resultados obtenidos en la prueba de hidrofiliadad y grado de blanco no presentan gran variación.
- Es posible reutilizar el baño residual del blanqueo de algodón con peróxido de hidrógeno, adicionando más productos químicos, con la finalidad de reforzar la concentración de los mismos en el baño. Obteniéndose así un baño con una concentración similar al inicial.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, a medida que se sigue reutilizando el baño de blanqueo, el pH con el cual se inicia el siguiente blanqueo químico va disminuyendo, y esto es porque las grasas presentes en el mismo se saponifican y actúan como un buffer, haciendo cada vez más complicado llegar al pH requerido para el blanqueo.
- La cantidad de grasas, ceras e impurezas contenidas en el material textil a blanquear influye de manera determinante en la cantidad de productos químicos a adicionar en el siguiente blanqueo, así como en la cantidad de blanqueos en los que se pueda reutilizar.
- Puede que los métodos utilizados para calcular el hidróxido de sodio residual y el peróxido de hidrogeno residual, no sean de todo exacto, por eso es que no se tiene una tendencia lineal de acuerdo a los datos obtenidos.

- A pesar de la presencia de grasa e impurezas en el baño residual, la hidrofiliidad obtenida en cada blanqueo fue óptima. Esto debido a que se reforzó la concentración de hidróxido de sodio.
- Es posible establecer un método general aplicable a distintos tipos de tejidos hechos de algodón para la reutilización de los baños de blanqueo de los mismos de tal forma que no sea necesario realizar el análisis del mismo luego de cada blanqueo
- Debido a que el método de blanqueo con peróxido de hidrógeno no produce contaminación en el vertido como ocurre con otros agentes blanqueadores, podríamos decir que una vez que se tenga que desechar el baño final se debería prestar mayor cuidado a los auxiliares, como los detergentes, los residuos de soda que hacen que el baño final tenga un pH de aproximadamente 9 a 9,5 el cual se podría controlar mediante la adición de un ácido débil. Si se desea reducir aún más el impacto del vertido de este baño se podría evaluar la posibilidad de usar auxiliares menos contaminantes o biodegradables.

6.2 Recomendaciones

- Asegurarse de adicionar la cantidad necesaria de humectante- detergente en cada blanqueo, pues su presencia en el baño es muy importante para dispersar las grasas y por consiguiente obtener buenos resultados al final del proceso. En algunos casos habrá que adicionar más que en otros.
- Adicionar la cantidad necesaria de soda y peróxido en el baño de refuerzo con la finalidad de no desperdiciar dichos productos, pues es suficiente con obtener una concentración similar a la inicial para obtener buenos resultados.
- Orientar las futuras investigaciones a un mayor estudio de las características del baño residual del blanqueo con peróxido de hidrogeno, como el contenido de grasa, metales, para así obtener una mejor receta de baño de refuerzo.
- Llevar un control adecuado en el proceso de blanqueo, así como la reutilización del mismo, para que las características del textil, tanto como el

grado de blanco, hidrofiliidad y pH de la muestra, sean aceptables; y así teñir la muestra de manera adecuada.

- Se puede reusar agua de enjuague, utilizando los baños mas contaminados para los primeros enjuagues y los menos contaminados para los enjuagues finales.
- Se recomienda hacer estudio para el descruce, pues también se podrían reforzar los productos químicos y reutilizar el baño del mismo.
- Se recomienda hacer pruebas en planta, para ello es importante tener en cuenta las condiciones a las que el baño debe ser almacenado, conexiones como tuberías y válvulas con la finalidad de conducir el baño almacenado a la maquina donde se realizara el blanqueo.

CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA

7.1.- Libros y tesis

1. Mirko Raimondo Costa (2009). Química Textil Volumen I, Las Fibras Textiles y su preparación. Págs.: 151-169, 419-434.
2. Vidal Salem. Tengimento Textil. Fibras, conceitos e tecnologías. Págs. 30-31. Editorial Blucher Año 2010

7.2.-ARTICULOS

1. American Association of Textile Chemist and Colorist (1994). Flow rate, affinity and levelness in exhaustion dyeing.

<http://infohouse.p2ric.org/ref/39/38429.pdf>

2. Ciencias y Tecnologia Textil. Manufactura Textil (2010).

<http://www.solvaychemicals.us/static/wma/pdf/6/6/0/5/HH-2323-sp.pdf>

3. Cotton Incorporated (2012). Algodón para productos no tejidos (USA).

http://es.cottoninc.com/NonWovens_es/CottonNonwovens_es/

4. Ing Mabel Luna. (2009). Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingenieria Quimica. Química Textil. Productos Auxiliares.

http://www.slidefinder.net/p/productos_auxiliares_universidad_nacional_del/3431

CAPITULO VIII. ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de control de calidad para productos químicos y auxiliares

1.1 Pruebas de control de calidad

1.1.1 Análisis del detergente/ humectante 195/15 (Prodotto)

Materiales:

- Vaso de precipitados
- Probeta
- Textil crudo
- Gotero o pipeta
- Tijeras

Productos Químicos:

- Prodotto (humectante- detergente)
- Hidróxido de sodio 100 %

Equipos:

- Máquina de tintura LABTEC
- Balanza electrónica.

Procedimiento:

Se realizaron pruebas empleando distintas concentraciones del detergente/humectante (prodotto):

Nº de Prueba	Detergente /humectante (Prodotto) (g/L)	NaOH (g/L)	R:B
1	2	2	1:20
2	1	2	1:20
3	0,5	2	1:20

La prueba se realizo por un tiempo de 30 minutos a 98°C.

Resultados:

Evaluación de hidrofiliidad

Concentración de Humectante (g/l)	Tiempo de absorción de la gota (s)
2,0	4,96
1,0	6,85
0,5	7,56

1.1.2.- Análisis del desmineralizador:

Materiales:

- Vaso de precipitados
- Probeta
- Textil crudo
- Gotero o pipeta
- Tijeras

Productos Químicos:

- Prodotto (humectante- detergente)
- Hidróxido de sodio 100 %

Equipos:

- Máquina de tintura LABTEC
- Balanza electrónica

Procedimiento:

Se realizó la desmineralización a 98 °C por 45 minutos con la siguiente receta:

Evaluación del desmineralizador

PRODUCTOS	CONCENTRACION (g/l)
Humectante – Detergente	0.5
Estabilizador de Peróxido de hidrogeno (50%)	0.5
Hidróxido de sodio (100%)	1
Peróxido de hidrógeno (50%)	0.3
Desmineralizador	0.5-1-2

Resultados:

CONCENTRACION (g/l)	Grado de Blanco (CIE lab)
0.5	70,1
1.0	72,2
2.0	72,6

Según los resultados obtenidos se observa que a una concentración de 1g/l del desmineralizador el grado de blanco es el adecuado, al aumentar la concentración el grado de blanco no varía de manera considerable.

Anexo 2. Métodos utilizados en las evaluaciones

2.1.-Análisis del poder humectante

Materiales:

- Tela cruda de algodón
- Moneda de un sol
- Vaso de precipitados de 500ml
- Cronometro
- Tijeras

Procedimiento:

1. Cortar 5 círculos de tela patrón usando como patrón la moneda de un sol.
2. Preparar 500 ml de una solución de 1.0g/l de la muestra de tensoactivo a evaluar.
3. Colocar un círculo en la superficie de la solución.
4. Tomar el tiempo de humectación total hasta que el círculo llegue al fondo del vaso.
5. Realizar esta prueba 3 veces.

Tiempo de humectación Promedio= $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5/5$

Nota:

Cuando se trata de evaluar un nuevo tensoactivo y no sabe cuál es la concentración de trabajo se pueden hacer pruebas con 1.5, 1.0, 2.0 g/l

2.2.-Determinación del peróxido de hidrógeno en el baño

Reactivos:

- Solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N
- Solución de KI 10%

- Solución de H_2SO_4 25% ($d=1,8 \text{ g/l}$)
- Solución indicadora de almidón 0,5%
- Agua Oxigenada H_2O_2 (50%)
- Solución de detergente (Kieralon Jet)

Procedimiento:

Para cada muestra tomar una alícuota de 2 ml

- Añadir agua blanda hasta 50 ml
- Agregar 5 ml de H_2SO_4 25% y 2,5 ml de KI 10%
- Agitar bien, dejar en reposo 10 minutos en oscuridad y tapado con una luna de reloj.
- Valorar con solución $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N hasta que el color cambie de pardo a amarillo pálido.
- Agregar 1 ml de solución de almidón.
- Seguir titulado hasta que aparezca el color azul y anotar el volumen gastado (V_g).

Cálculos:

$$1\text{-ml/l } \text{H}_2\text{O}_2 \text{ (50\%)} = V_g \times f_c \times 1,4$$

Donde:

V_g : Volumen gastado de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

f_c : Factor de corrección de la solución

Tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N

2.3.-Contenido de ceniza de la fibra

Materiales:

- Textil
- Tijera
- Vaso de precipitados

Equipos:

- Balanza electrónica

Procedimiento:

- Pesar la muestra de tela seca previamente cortada en un recipiente.
- Colocar la muestra dentro de un vaso de precipitados y proceder con el quemado utilizando el mechero bunsen.
- Enfriar el recipiente y volver a pesar los residuos.
- Hacer el cálculo para determinar el porcentaje del peso original de tela seca.

2.4.-Evaluación de fibras inmaduras**Materiales:**

- Bagueta
- Vaso de precipitados
- Fiola
- Probeta
- Pipetas

Productos Químicos:

- Rojo Directo 81
- Verde Directo 27
- Cloruro de sodio

Procedimiento:

- Preparar una solución de tintura con las siguientes concentraciones de colorante:
 - 1.2% C.I. Rojo Directo 81
 - 2.8% C.I. Verde Directo 27
- Tratar por completa la muestra húmeda con la receta de arriba a R:B 1:40, temp. 95°C por 15 min.
- Luego agregar 2.5% NaCl, y tratar por 15 min. más.
- Remover, enjuagar con agua fría dos veces, tratar con agua hirviendo a R:B 1:40 por 30 segundos.
- Enjuagar dos veces con agua fría y secar con aire.

- Medir la muestra húmeda. Las fibras maduras del algodón muestran una sombra rojiza, mientras que las inmaduras se reconocen por una sombra verdosa. Las fibras muertas e inmaduras pueden ser eliminadas con Biopol-H/C o cubiertas por residuos de colorante

2.5.- Determinación del hidróxido de sodio en el baño de blanqueo con peróxido.

Materiales:

- Bureta
- Soporte Universal
- Matraz de vidrio.

Productos Químicos:

- Acido Sulfúrico
- Fenolftaleína

Procedimiento:

- Extraer una alícuota de Una alícuota 10 ml del licor de blanqueo.
- Titularla con 0.1 N de ácido sulfúrico, utilizando un indicador (fenolftaleína) ya que tiene un punto final muy claro, de rosado a transparente.
- Por una muestra de, la concentración de soda cáustica en g/l de sólido = vol. (en ml) de 0.1 N H₂SO₄ utilizado X 0.4

2.6.- Ensayo de gotas de colorante

Materiales:

- Pipeta
- Sustrato textil

Productos Químicos:

- Colorante

Procedimiento:

- Preparar una solución de colorante en una dilución 1:1000.
- Con ayuda de una pipeta dejar caer una gota del colorante sobre el textil blanqueado a evaluar.
- Determinar el tiempo que demora en hundirse la gota en el tejido hidrofiliidad (tiempo en que la gota desaparece en el género)

2.7.- Prueba de teñido**Materiales:**

- Textil blanqueado.
- Bagueta.
- Vaso de precipitados.
- Probeta.
- Pipetas graduadas.

Equipos:

- Máquina de tintura.
- Balanza Electrónica.

Productos Químicos:

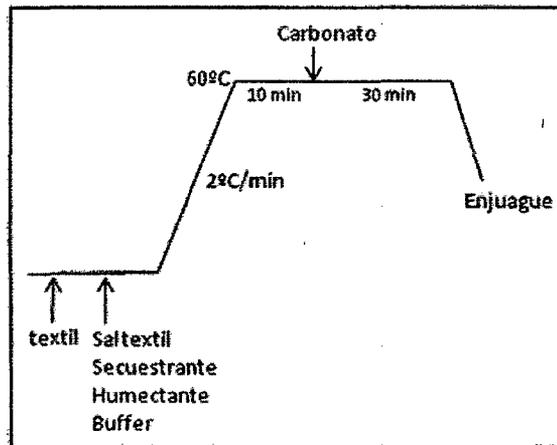
- Colorante Turquesa Reactivo.
- Sulfato químicamente pura.
- Carbonato de sodio anhidro.

Procedimiento:

Esta prueba se realiza para determinar que tan apta está la tela para la tintura.

- Se realiza una tintura con colorantes reactivos de un tono claro con una concentración de colorante menor a 0,5 %.
- La relación de baño es de 1:10 y el peso del textil de 2g.
- Posteriormente se realiza la lectura para determinar el DE y la Fuerza tomando como estándar el primer pre blanqueo.

Curva de tintura



Receta de teñido utilizada

Colorante	0.01% del turquesa reactivo
Sulfato	20 g/l
Carbonato	10g/l
R : B	1 : 10
Peso textil	2g

2.8.- Prueba del wicking vertical

Objetivo:

Esta prueba se hace con la finalidad de determinar el poder de absorción del textil luego del blanqueo.

Materiales:

- Textil blanqueado
- Vaso de precipitados
- Soporte con gancho

Procedimiento:

- Se sumerge 1 cm de la muestra la cual debe tener 2,5 cm de ancho por 17 cm de largo en el colorante elegido.
- Luego de 1, 5, 10 y 30 min se hace la medición de que tanto ha subido el colorante a lo largo del textil.

Anexo 3. Cálculos para determinar la composición de los baños de refuerzo

3.1 Cálculos para determinar la cantidad de hidróxido de sodio en los baños de refuerzo

3.1.1 Cálculo de la cantidad de hidróxido de sodio en el primer baño de refuerzo

Se tiene que la concentración de soda caustica restante del primer blanqueo es de 0,52 g/l Como el volumen restante es de 21 ml, entonces en ese volumen la cantidad de soda será:

$$\begin{array}{l} 0,52 \text{ g} \text{ -----} 1 \text{ l} \\ X \text{ -----} 21 \text{ ml} \\ X = 0,01092 \text{ g} \end{array}$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de soda requerida de 2 g / l , por lo tanto la cantidad de soda que se requiere es de:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ g} \text{ -----} 1 \text{ 000 ml} \\ X \text{ -----} 35 \text{ ml} \\ X = 0,07 \text{ g} \end{array}$$

Por lo tanto la cantidad de soda a agregar se obtendrá restando la cantidad de soda requerida menos la cantidad de soda en el baño residual, obteniéndose:

$$0,07 \text{ g} - 0,01092 = 0,05908 \text{ g}$$

Teniendo en cuenta entonces que el volumen a agregar es de 14 ml ya que restaron 21 ml del primer blanqueo, entonces se calcula la cantidad de soda para un volumen de 1 L que es la cantidad de baño que se va a preparar para de ahí tomar los 25 ml a agregar:

$$0,05908 \text{ g} \text{ ---- } 14 \text{ ml}$$

$$X \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ ml}$$

$$X = 4,22 \text{ g/l}$$

3.1.2 Cálculo de la cantidad de soda cáustica en el segundo baño de refuerzo

Se tiene que la concentración de soda caustica restante del segundo blanqueo es de 0,88 g/l Como el volumen restante es de 21 ml, entonces en ese volumen la cantidad de soda será:

$$0,88 \text{ g} \text{ ----- } 1 \text{ l}$$

$$X \text{ ----- } 21 \text{ ml}$$

$$X = 0,01848 \text{ g}$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de soda requerida de 2 g/l , por lo tanto la cantidad de soda que se requiere es de:

$$2 \text{ g} \text{ ---- } 1000 \text{ ml}$$

$$X \text{ ---- } 35 \text{ ml}$$

$$X = 0,07 \text{ g}$$

Por lo tanto la cantidad de soda agregar se obtendrá restando la cantidad de soda requerida menos la cantidad de soda en el baño residual, obteniéndose:

$$0,07 \text{ g} - 0,01848 = 0,05152 \text{ g}$$

Teniendo en cuenta entonces que el volumen a agregar es de 14 ml ya que restaron 21 ml del primer blanqueo, entonces se calcula la cantidad de soda para un volumen de 1 l que es la cantidad de baño que se va a preparar para de ahí tomar los 14 ml a agregar:

$$0,05152 \text{ g} \text{ ---- } 14 \text{ ml}$$

$$X \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ ml}$$

$$X = 3,68 \text{ g/l}$$

3.1.3 Cálculo de la cantidad de soda cáustica en el tercer baño de refuerzo

Se tiene que la concentración de soda caustica restante del tercer blanqueo es de 0,76 g/l Como el volumen restante es de 21 ml, entonces en ese volumen la cantidad de soda será:

$$\begin{aligned} 0,76 \text{ g} & \text{-----} 1 \text{ l} \\ X & \text{-----} 21 \text{ ml} \\ X & = 0,01596 \text{ g} \end{aligned}$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de soda requerida de 2 g/l , por lo tanto la cantidad de soda que se requiere es de:

$$\begin{aligned} 2 \text{ g} & \text{-----} 1000 \text{ ml} \\ X & \text{-----} 35 \text{ ml} \\ X & = 0,07 \text{ g} \end{aligned}$$

Por lo tanto la cantidad de soda agregar se obtendrá restando la cantidad de soda requerida menos la cantidad de soda en el baño residual, obteniéndose:

$$0,07 \text{ g} - 0,01609 = 0,05404 \text{ g}$$

Teniendo en cuenta entonces que el volumen a agregar es de 14 ml ya que restaron 21 ml del primer blanqueo, entonces se calcula la cantidad de soda para un volumen de 1 l que es la cantidad de baño que se va a preparar para de ahí tomar los 14 ml a agregar:

$$\begin{aligned} 0,05404 \text{ g} & \text{-----} 14 \text{ ml} \\ X \text{ g} & \text{-----} 1000 \text{ ml} \\ X & = 3,86 \text{ g/l} \end{aligned}$$

3.1.3 Cálculo de la cantidad de soda cáustica en el cuatro baño de refuerzo

Se tiene que la concentración de soda caustica restante del tercer blanqueo es de 0,8 g/l Como el volumen restante es de 21 ml, entonces en ese volumen la cantidad de soda será:

$$0,8 \text{ g} \text{ ----- } 1 \text{ l}$$

$$X \text{ ----- } 21 \text{ ml}$$

$$X = 0,0168 \text{ g}$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de soda requerida de 2 g / l , por lo tanto la cantidad de soda que se requiere es de:

$$2 \text{ g} \text{ ----- } 1 \text{ 000 ml}$$

$$X \text{ ----- } 35 \text{ ml}$$

$$X = 0,07 \text{ g}$$

Por lo tanto la cantidad de soda agregar se obtendrá restando la cantidad de soda requerida menos la cantidad de soda en el baño residual, obteniéndose:

$$0,07 \text{ g} - 0,01428 = 0,0532 \text{ g}$$

Teniendo en cuenta entonces que el volumen a agregar es de 14 ml ya que restaron 21 ml del primer blanqueo, entonces se calcula la cantidad de soda para un volumen de 1 l que es la cantidad de baño que se va a preparar para de ahí tomar los 14 ml a agregar:

$$0,05572 \text{ g} \text{ ----- } 14 \text{ ml}$$

$$X \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ ml}$$

$$X = 3,8 \text{ g/l}$$

Se procedió de la misma manera para realizar los cálculos del hidróxido de sodio residual hasta el décimo baño de blanqueo.

3.2 Cálculos para determinar la cantidad de peróxido de hidrógeno en los baños de refuerzo

3.2.1 Cálculo de la cantidad de peróxido en el primer baño de refuerzo

Primero tuvo que calcularse el peróxido residual del primer baño, de acuerdo al método establecido en el anexo 2.8, y se obtuvo los siguientes resultados:

$$50\% \text{ peróxido de hidrógeno utilizado} = Vg \times Fc \times 1,4$$

Vg = Volumen gastado de Tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1N

Fc = Factor de corrección de la solución (0.91).

Peróxido residual en el primer baño

Volumen de 0.1N Na ₂ S ₂ O ₃ utilizado	Peróxido residual
1.05 ml	1.33 ml/l

$$\% \text{ Peróxido residual} = \frac{1,33 \text{ ml/l} \times 100\%}{4 \text{ ml/l}} = 33.25\%$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de peróxido requerida de 4 ml /l, por lo tanto la cantidad de peróxido en 35ml es:

$$4 \text{ ----- } 1000 \text{ ml}$$

$$X \text{ ----- } 35 \text{ ml}$$

$$X = 0,14 \text{ ml}$$

Pero sabemos que el volumen recuperado es de 21 ml, y procederemos a calcular la cantidad de peróxido en ese volumen:

$$4 \text{ ----- } 1000 \text{ ml}$$

$$X \text{ ----- } 21 \text{ ml}$$

$$X = 0,084 \text{ ml}$$

Pero como el porcentaje de rendimiento es: 33.25% entonces:

$$\text{Queda} = 0.084 \times (33.25\%) = 0.028 \text{ ml}$$

Pero debería haber 0.14ml por lo que la cantidad a agregar es:

$$\text{En el baño de refuerzo (14ml)} = 0.14 \text{ ml} - 0.028 \text{ ml} = 0.1112 \text{ ml}$$

$$0.1112 \text{ ml} \text{ ----- } 14 \text{ ml de baño}$$

$$X \text{ ----- } 1000 \text{ ml de baño}$$

Concentración del peróxido en el baño de refuerzo = 8 ml/l

3.2.2 Cálculo de la cantidad de peróxido en el segundo baño de refuerzo

Peróxido residual en el segundo baño

Volumen de 0.1N Na ₂ S ₂ O ₃ utilizado	Peróxido residual
1.5 ml	1.91 ml/l

$$\% \text{ Peróxido residual} = \frac{1,91 \text{ ml/l} \times 100\%}{4 \text{ ml/l}} = 47.77\%$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de peróxido requerida de 4 ml /l, por lo tanto la cantidad de peróxido en 35ml es:

$$4 \text{ ---- } 1000 \text{ ml}$$

$$X \text{ ---- } 35 \text{ ml}$$

$$X = 0,14 \text{ ml}$$

Pero sabemos que el volumen recuperado es de 21 ml, y procederemos a calcular la cantidad de peróxido en ese volumen:

$$4 \text{ ---- } 1000 \text{ ml}$$

$$X \text{ ---- } 21 \text{ ml}$$

$$X = 0,084 \text{ ml}$$

Pero como el porcentaje de rendimiento es: 47.77% entonces:

$$\text{Queda} = 0.084 \times (47.77\%) = 0.04 \text{ ml}$$

Pero debería haber 0.14ml por lo que la cantidad a agregar es:

$$\text{En el baño de refuerzo (14ml)} = 0.14 \text{ ml} - 0.04 \text{ ml} = 0.0988 \text{ ml}$$

$$0.0998 \text{ ml} \text{ ---- } 14 \text{ ml de baño}$$

$$X \text{ ---- } 1000 \text{ ml de baño}$$

$$\text{Concentración del peróxido en el baño de refuerzo} = 7,13 \text{ ml/l}$$

3.2.3 Cálculo de la cantidad de peróxido en el tercer baño de refuerzo

Tabla A3. Peróxido residual en el tercer baño

Volumen de 0.1N Na ₂ S ₂ O ₃ utilizado	Peróxido residual
1 ml	1.27 ml/l

$$\% \text{ Peróxido residual} = \frac{1,27\text{ml/l} \times 100\%}{4\text{ml/l}} = 31.83\%$$

Como el volumen a usar en el blanqueo es de 35 ml y la concentración de peróxido requerida de 4 ml /l, por lo tanto la cantidad de peróxido en 35ml es:

$$\begin{aligned} 4 & \text{ ---- } 1\ 000\ \text{m l} \\ X & \text{ ---- } 35\ \text{ml} \\ X & = 0,14\ \text{ml} \end{aligned}$$

Pero sabemos que el volumen recuperado es de 21 ml, y procederemos a calcular la cantidad de peróxido en ese volumen:

$$\begin{aligned} 4 & \text{ ---- } 1\ 000\ \text{m l} \\ X & \text{ ---- } 21\ \text{ml} \\ X & = 0,084\ \text{ml} \end{aligned}$$

Pero como el porcentaje de rendimiento es: 31.83% entonces:

$$\text{Queda} = 0.084 \times (31.83\%) = 0.0267\ \text{ml}$$

Pero debería haber 0.14ml por lo que la cantidad a agregar es:

$$\text{En el baño de refuerzo (14ml)} = 0.14\text{ml} - 0.0267\text{ml} = 0.113\text{ml}$$

$$0.113\text{ml} \text{ ---- } 14\ \text{m l de baño}$$

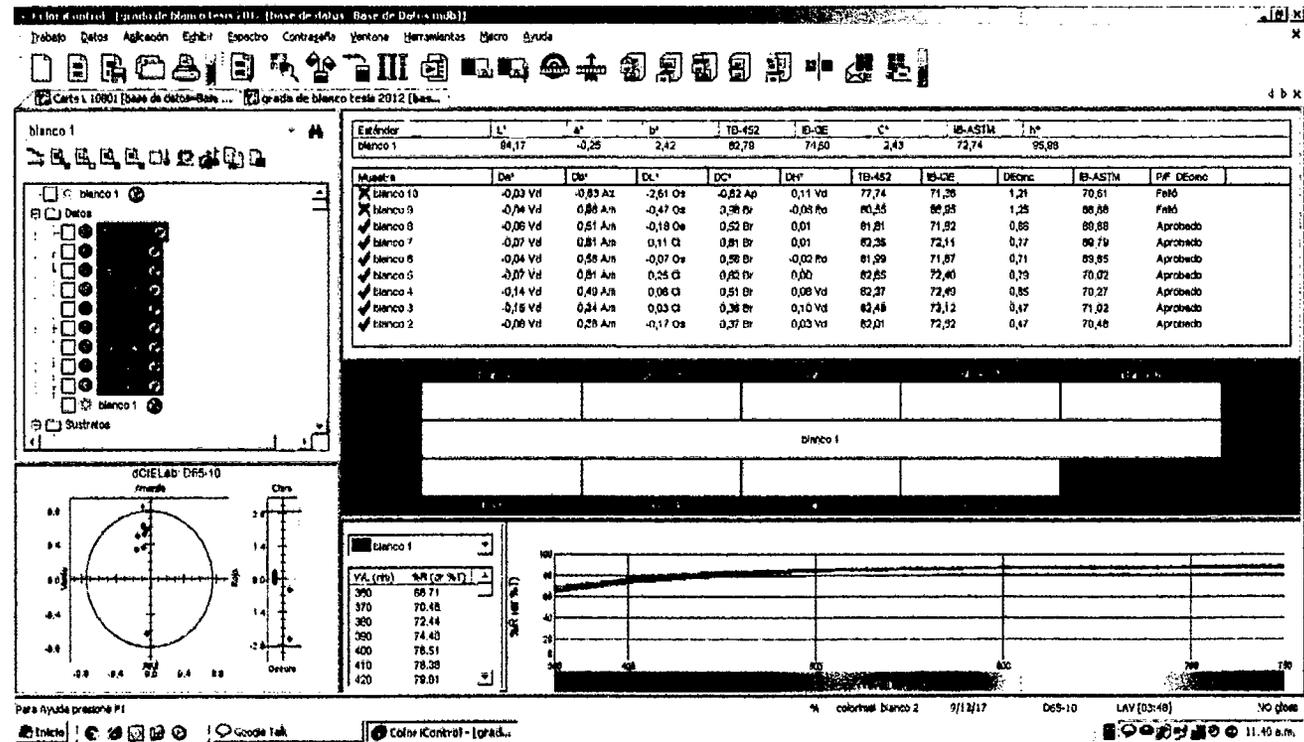
$$X \text{ ---- } 1000\ \text{ml de baño}$$

$$\text{Concentración del peróxido en el baño de refuerzo} = 8,09\text{ml/l}$$

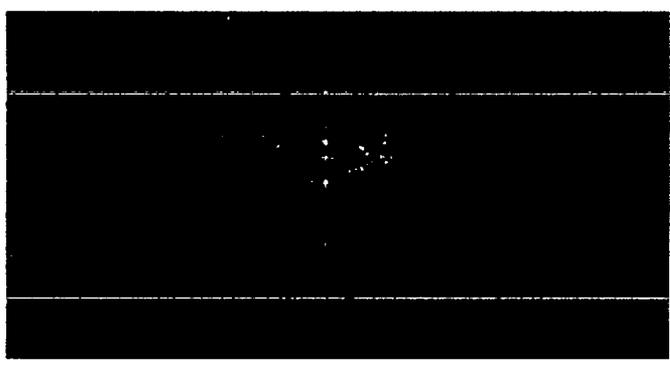
Se procedió de la misma manera para realizar los cálculos de peróxido de hidrógeno residual hasta el décimo baño de blanqueo.

Anexo 4. Análisis de la tela

4.1.- Lectura del grado de blanco



4.2.- Lectura de prueba de tintura con colorante turqueza everzol G 133%



Software interface for dyeing control. It includes a data table, a control chart, and a process flow diagram.

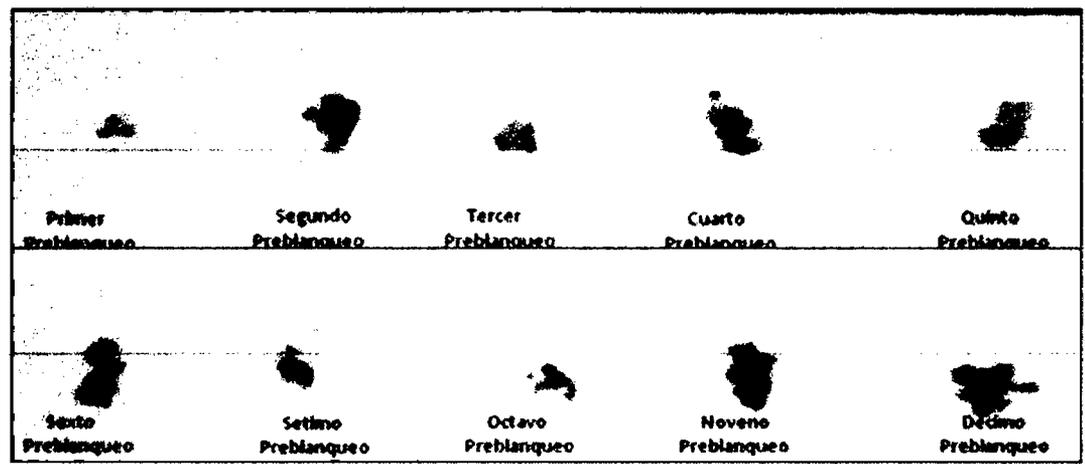
Operación	DT (m)							
Dyeing	2.25	1.25	1.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

Operación	DT (m)							
1.00% Turquesa 1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 4	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 6	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 7	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 8	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.00% Turquesa 9	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Control Chart: A circular chart with a vertical axis and a horizontal axis, showing data points and a central circle.

Process Flow Diagram: A series of rectangular boxes connected by arrows, representing the sequence of operations in the dyeing process.

4.3.- Prueba de control de impurezas:



Anexo 5. Fichas técnicas de productos químicos

5.1.-PERÓXIDO DE HIDROGENO 50%

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Peróxido de Hidrógeno
Formula Molecular	H ₂ O ₂
Peso Molecular	34.016 g/mol
Sinónimos	Dióxido de hidrógeno, Agua oxigenada

El peróxido de Hidrógeno o Agua Oxigenada como se conoce comúnmente es un agente oxidante fuerte, relativamente fácil de manejar, es producido a partir de gas de hidrógeno y oxígeno del aire mediante el método AO (Oxidación de Antraquinona).

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Contenido, % peso	49.9 - 50.5	pH	3.0 máx.
Densidad, g/cm ³	1.195 - 1.197		
Color, APHA	<15		
Acidez % ppm	<300		
Aspecto	Líquido Incoloro		
Tiempo de vida útil	6 meses		

PROPIEDADES

Presentación	Líquido Cristalino
Color	max 15° APHA
Olor	inoloro
Densidad (20°C, g/cm ³)	1.2 máx.
Punto de Ebullición (°C)	114
Punto de Fusión (°C)	-52
pH	2.5 máx.

5.2.-HIDROXIDO DE SODIO**COMPOSICION**

Nombre Técnico	Soda caustica en microperlas o escamas
Formula química	NaOH

PROPIEDADES QUIMICO-FISICAS

Color	blanco (en sólido como lenteja)
Olor	inoloro
Valor pH	13-14
Peso molecular	40.00
Estado	Sólido o en solución.
Función química	Hidróxido
Tipo de reacción	Corrosiva, exotérmica.

PREPARACION

Disolvente	agua (H ₂ O)
Neutralizante	Acido (HCL preferiblemente)
Estandarizar frente: potasio	F.A.P., ácido benzóico, o yodato ácido de

MANEJO Y PRECAUCIONES

Tener mucha precaución al manejar soluciones concentradas, ya que es muy corrosivo (tanto en solución como en sólido). Siempre que se preparen soluciones patrón de álcalis como NaOH o KOH se debe proteger la cara, así como usar guantes y ropa adecuada. Si el reactivo entra en contacto con la piel, inmediatamente lave el área con abundantes cantidades de agua. En caso de ingestión acuda lo más pronto posible a un centro de salud.

5.3.- CELIDON E-21

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Estabilizador para el blanqueo alcalino con agua oxigenada

COMPOSICION

Ácidos orgánicos salificados

ESPECIFICACIONES

Aspecto	Líquido limpio amarillento
Peso específico a 20°C	1,1 g/ml
Carga iónica	ausente
pH de solución .10g/l	10.5

CARACTERISTICAS QUIMICO-FISICAS

Solubilidad en agua	completa
Estabilidad en agua dura	optima hasta 40°dH
Estabilidad en hidróxido de sodio	optima hasta 20°Be
Poder espumante	nulo
Estabilidad al almacenaje durante 9 meses	buenas en condiciones normales
Poder secuestrante	mg. Secuestrados por 1gr de

CELIDON

CELIDON E-21 es un auxiliar y ecológicamente avanzado debido a la ausencia de tenso activos, silicatos y por su fácil eliminación en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Ofrece un alto grado de estabilización del agua oxigenada en los procesos de blanqueo alcalino.

CELIDON E-21 reemplaza totalmente el silicato logrando una mejor hidrofiliidad de los materiales blanqueados, además de evitar incrustaciones o depósitos en la maquinaria.

CELIDON E-21 posee un elevado poder secuestrante, especialmente para iones Fe, Cu evitando la acción catalítica de estos sobre el agua oxigenada.

CELIDON E-21 por sus características químico-físicas tiene la ventaja de ser estable en soluciones madres que contengan elevadas cantidades de álcali cáusticos y de tensoactivos.

Preparación de las soluciones

CELIDON E-21 se disuelve en agua por simple agitación, también se puede agregar directamente al baño antes de agua oxigenada.

5.4.- PRODUCTO DIL

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Detergente humectante de alta concentración y baja espuma

COMPOSICION

Mezcla de tensoactivos poliglicolicos de alta concentración.

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

- Apariencia Líquido limpio transparente
- Peso específico 1.01 g/ml
- Carga iónica No ionico
- pH solución 10 g/l 7.0

CARACTERISTICAS FISICAS-QUIMICAS

- Aspecto de la solución acuosa Ligeramente opalescente.
- Estabilidad al agua dura Óptima hasta 30 °dH
- Estabilidad a las variaciones de pH Todo el espectro del pH
- Estabilidad a los electrolitos Óptima hasta 50g/l

- Poder humectante a 25°C 1.2 g/l para humectar en 100"

5.5.- TEXTOL 603

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Agente secuestrante multifuncional de metales pesados.

PROPIEDADES

Actúa como un agente quelante en un rango de pH de 7 a 13 contra metales como el Mg, Ca, etc así como metales pesados como el Fe y Cu.

Actúa como un estabilizador orgánico para blanqueo con peróxido. Por lo tanto mejora la blancura del algodón.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Apariencia	Líquido claro
Olor	Débil
Color	Amarillo claro
Ionicidad	Aniónico
pH solución al 10%	10.0 +- 0.5
Viscosidad	≤100
Gravedad específica a 20°C	1.225
Estabilidad al almacenamiento	Buena, 6 meses a temperatura ambiente
Estabilidad a	
• Agua dura	Buena
• Iones metálicos	Buena