

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**TEÑIDO DE TELA POLIESTER CON CONTENIDO DE ELASTANO
UTILIZANDO COLORANTES DISPERSOS DE ALTA ENERGÍA”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUIMICO

AUTORES

VICTORIA ISABEL MAS GUIVIN 

CARLOS EMILIANO JARA MORY 

ASESOR

DR. CARLOS ALEJANDRO ANCIETA DEXTRE 

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería y Tecnología.

Callao, 2023

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD : Ingeniería Química

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Química

TÍTULO: “Teñido de tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes dispersos de alta energía”

AUTOR/CÓDIGO ORCID/DNI: Victoria Isabel Mas Guivin / 0000-0003-1950-6477 / 09777158
Carlos Emiliano Jara Mory/ 0000-0003-4228-9319 / 09447244

ASESOR/CÓDIGO ORCID/DNI: Dr. Carlos Alejandro Ancieta Dextre / 0000-0003-3532-0875 / 25625420

LUGAR DE EJECUCIÓN :Laboratorio de la empresa Coltex Perú SAC

UNIDAD DE ANÁLISIS :Fibra de poliéster con elastano.

TIPO/ENFOQUE/ DISEÑO DE INVESTIGACIÓN : Aplicada/Cuantitativo/ Experimental

TEMA OCDE : Ingeniería de proceso.

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

La presente Tesis fue expuesta por los Bachilleres VICTORIA MAS GUIVIN, CARLOS JARA MORY ante el Jurado de Tesis con Ciclo de Tesis conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

MG. DIAZ BRAVO, PABLO	PRESIDENTE
MG. MACHACA GONZALES, LEONARDO FELIX	SECRETARIO
MG. RODRIGUEZ CHUQUIMANGO, SANTOS PANTALEÓN	VOCAL
DR. TRUJILLO PEREZ, SALVADOR APOLINAR	SUPLENTE
DR. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de actas N° 1 Folio N° 120 y Acta N° 119 de fecha 30 de abril del 2023, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021

DEDICATORIA

Victoria : Esta tesis se la dedico a mi pequeño hijo Josué por ser mi motivación de vida.

Carlos: Esta tesis va dedicado a mi hermana Norma Amelia por su apoyo incondicional

AGREDECIMIENTO

Quiero agradecer a la Empresa COLTEX PERU SAC. por ser nuestro Soporte técnico y a nuestro Asesor Ing° Carlos Alejandro Ancieta Dextre por su Apoyo.

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS.....	3
INDICE DE FIGURAS.....	4
INDICE DE ABREVIATURAS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRAC.....	7
INTRODUCCION.....	8
I.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1.-Descripcopn de la problemática.....	9
1.2.-Formulacion del problema.....	9
1.2.1. Problema general.....	9
1.2.2. Problemas específicos.....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.2 Objetivos especificos.....	10
1.4. Justificación.....	10
1.5.Delimitaciones de la investigación.....	10
1.5.1. Teórico.....	10
1.5.2.Temporal.....	11
1.5.3.Espacial.....	11
II.-MARCO TEORICO.....	12
2.1 Antecedentes: Internacionales y nacionales.....	12
2.1.1.Internacionales.....	12
2.1.2.Nacionales.....	13
2.2.Bases Teóricas.....	13
2.2.1 Fibras textiles.....	13
2.2.2 Color.....	17
2.2.3 Teñido de telas de punto poliéster/elastano con colorantes dispersos....	22
2.2.4 Tejidos.....	26
2.3 Marco conceptual.....	29
2.3.1 Fibras Textiles.....	29

2.3.2 Colorantes dispersos.....	30
2.4 Definición de términos básicos.....	32
III. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	33
3.1 Hipótesis(Hipótesis general y específica).....	33
3.1.1 Operacionalización de variables.....	34
IV METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	35
4.1 Diseño metodológico.....	35
4.2 Método de investigación.....	36
4.3 Población y muestra.....	37
4.3.1 Población.....	37
4.3.2 Muestra.....	37
4.4 Lugar de estudio y periodo de desarrollo.....	37
4.5 Técnica e instrumentos de recolección de la información.....	38
4.5.1 Materiales y equipos.....	39
4.6 Análisis y procesamiento de datos.....	40
4.7 Aspecto ético de la investigación.....	40
V RESULTADOS.....	41
5.1 Resultados descriptivos.....	41
5.2 Resultados inferenciales.....	49
VI DISCUSION DE RESULTADOS.....	55
6.1Contrastacion y demostración de la hipótesis con los resultados	55
6.1.1 Hipótesis específica.....	55
6.1.2 Hipótesis general.....	55
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	56
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	56
VII CONCLUSIONES.....	57
VIII RECOMENDACIONES.....	58
IX REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura química de la fibra poliéster.....	14
Figura 2: Estructura de la fibra poliéster.....	14
Figura 3: Estructura molecular del poliuretano.....	15
Figura 4: Elemento del color.....	16
Figura 5: Color observado según la longitud de la onda.....	17
Figura 6: Curva de teñido de poliéster.....	21
Figura 7: Curva de teñido Mezcla poliéster/elastano.....	22
Figura 8: Escala de grises para evaluar el cambio de color.....	23
Figura 9: Figura punto trama.....	25
Figura 10: Formación del tejido de punto por urdimbre.....	26
Figura 11: Sentido del hilado de la urdimbre y del trama.....	27
Figura 12: Curva de teñido mezcla poliéster/elastano.....	29
Figura 13: Receta de laboratorio.....	30
Figura 14: Prueba de normalidad de solidez al lavado.....	52
Figura 15: Prueba de solidez al sublimado.....	53
Figura 16: Gráfica de intervalos de Solidez al lav., al frote, al sub..	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Clasificación de colorantes.....	19
Tabla N°2 Clasificación de colorantes de alta, media y baja energía.....	20
Tabla N°3 Operacionalización de Variables.....	23
Tabla N°4 Diseño Experimental.....	24
Tabla N°5 Solidez del color para tiempo de teñido de 45 min.....	31
Tabla N°6 Solidez del color para tiempo de teñido de 60 min.....	32
Tabla N°7 Solidez de teñido para R:B 1/8.....	33
Tabla N°8 Solidez de teñido para R:B 1/10	34
Tabla N°9 Solidez de teñido para R:B 1/12.....	35
Tabla N°10 Solidez de teñido para muestra de color azul.....	36
Tabla N°11 Solidez de teñido para muestra de color amarillo.....	37
Tabla N°12 Solidez de teñido para muestra de color rojo.....	38
Tabla N°13 Datos experimentales que para el desarrollo del MANOVA.....	49
Tabla N°14 Análisis de Varianza del parámetro tiempo.....	51
Tabla N°15 Análisis de Varianza del parámetro R:B.....	51
Tabla N°16 Análisis de Varianza del parámetro Color.....	52
Tabla N°17 Prueba de Wilcoxon para Solidez.....	53

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AATCC: Asociación Estado Unidenses de Químicos y Coloristas Textiles.

g/cc: gramos por centímetro cubico

R:B: Relación de Baño

°C: Grados Centígrados

MANOVA: Análisis Multivariado del Varianza

Unidad de medida Nm: Unidad de medida Nanómetro

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes dispersos de alta energía. La metodología utilizada se realizó a nivel de laboratorio, es una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, de diseño experimental y de nivel explicativo. Se buscó la influencia de los factores de teñido: relación de baño (peso de la tela/volumen de solución), tiempo de teñido (45,60 min) y color (azul, amarillo y rojo) sobre la solidez al lavado, al frote en seco y húmedo y a la sublimación. Los resultados mostraron que el factor influencia sobre la solidez de la tela (poliéster-elastano) es el color de teñido (azul), obteniéndose valores de 4 y 5 con la solidez al lavado y al sublimado según la norma inglesa AATCC. En conclusión. La ventaja que presenta el teñido de la tela poliéster con elastano con colorantes dispersos de alta energía es su buena solidez al lavado, frote seco, frote en húmedo y sublimado ; en teñidos al 2% de colorante. los factores tiempo de teñido y relación de baño no influyen significativamente , el color si influye de manera significativa en e teñido de la tela poliéster con elastano utilizan colorantes de alta energía

Palabras clave: *Solidez del color, colorantes dispersos de alta energía, poliéster/elastano.*

ABSTRACT

The objective of the research paper was the dyeing of polyester fabric with elastane content using high energy disperse dyes. The methodology used was carried out at laboratory level, it is an applied research, with quantitative approach, experimental design and explanatory level. The influence of the dyeing factors: bath ratio (fabric weight/solution volume), dyeing time (45.60 min) and color (blue, yellow and red) on fastness to washing, dry and wet rubbing and sublimation was sought. The results showed that the factor influencing the fastness of the fabric (polyester-elastane) is the dyeing color (blue), obtaining values of 4 and 5 with fastness to washing and sublimation according to the English standard AATCC. In conclusion. The advantage of dyeing polyester fabric with elastane with high energy disperse dyes is its good fastness to washing, dry rubbing, wet rubbing and sublimation; in dyeing with 2% of dye. The dyeing time and bath ratio factors do not influence significantly; the color does influence significantly in the dyeing of polyester fabric with elastane using high energy dyes

Keywords: Color fastness, high energy disperse dyes, polyester/elastane.

INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de fibra de poliéster se ha ido incrementando desde su aparición en el mercado, entre los factores que contribuyen a este incremento podemos citar a su precio competitivo, textura y la preferencia de los consumidores por géneros de punto ligeros que, además, presentan resistencia a arrugarse, flexibilidad, suavidad y comodidad.

El Perú no se encuentra ajeno a este consumo de telas con mezcla de fibras poliéster/ elastano, siendo su uso de tendencia en el mercado nacional por el tema de costo, moda y comodidad. Sin embargo, al ser el elastano un copolímero uretano-urea es más difícil de teñir con colorantes dispersos que el poliéster.

Las telas de mezcla poliéster /elastano al ser teñidos con colorantes dispersos presentan baja solidez (resistencia del colorante a permanecer en la fibra), mucho más notoria cuando se trata de colorantes de baja energía. La energía es un factor diferenciado por la estructura y tamaño molecular que permite distinguir a los colorantes dispersos como de mediana, baja y alta energía[10], por ello el objetivo del trabajo de investigación es demostrar la mejora del teñido de tela poliéster con elastano utilizando colorantes dispersos de alta energía, que nos brindaran mejor producto terminado con mejores propiedades, calidad y competitivas, comprobado mediante los resultados de las pruebas de solidez.

Según la encuesta ITMF (Federación internacional de fabricantes textiles), la pandemia del Covid -19 impactó negativamente en la industria textil durante el 2020, siendo 9% menor en comparación con el año 2019, la mayoría de las cadenas textiles se vieron muy afectadas; pero el segmento de productores de no tejidos y de fibras sintéticas destacó positivamente, probablemente por la demanda de mascarillas durante 2020.

I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- Descripción de la realidad problemática

Hace más de una década la producción de algodón va disminuyendo, a nivel mundial se busca alternativa de hilados que puedan suplir al algodón, la fibra poliéster por sus características físicas es una alternativa muy usada cada vez más; las fibras de poliéster han tenido tanto realce que si bien es cierto se empezaron usando en pequeños porcentajes, hoy en día ya se usan para prendas de vestir con telas de poliéster al 100%. Los hilos de poliéster por tener características similares a los hilos de algodón también se están usando con otros tipos de hilados, tales como el nylon, elastano.

El tipo de prendas de poliéster con elastano es uno de los más requeridos y se vienen importando desde un tiempo atrás, como consecuencia a nivel nacional se tiene nuevas alternativas de teñido con la opción de que el costo de prendas sea más cómodas o igual a las que se importan. El teñido de mezclas a nivel de mercado nacional son muy requeridas debido a su textura, apariencia y costo, si bien en el mercado nacional contamos con todo tipos de calidad de prendas poliéster con elastano sus característica depende de mucho del tipo de productos que se usan tales como colorantes, auxiliares, suavizantes, procesos. La telas de poliéster con elastano son muy requeridas en el mercado, pero como es sabido el elastano por su estructura molecular es difícil de teñir solo lográndose un breve manchado, es por ello el trabajo de investigación muestra la alternativa de desarrollar el teñido de la tela poliéster / elastano con colorantes dispersos de alta energía.

1.2.- Formulación del problema

1.2.1.- Problema general

¿Qué ventajas presenta el teñido de la tela poliéster/elastano con los colorantes de alta energía?

1.2.2.- Problemas específicos

¿Qué factores influyen en el teñido de la tela poliéster con elastano con colorantes de alta energía?

¿Cómo influye el color en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar las ventajas que presenta el teñido de la tela poliéster/elastano con colorantes de alta energía

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar la influencia del tiempo y la relación de baño en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía
- b) Evaluar la influencia del color, en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía.

1.4 Justificación

Los resultados de la investigación aportan una nueva alternativa de teñido en el campo de telas poliéster / elastano utilizando colorantes dispersos de alta energía lo que permitirá una opción en el mercado con mejoras de calidad ya que los colorantes de alta energía presentan muy buena solidez. En consecuencia, las empresas que tiñen este tipo de telas, mezcla poliéster /elastano tienen una nueva alternativa para ofrecer al mercado teñidos de mejor calidad.

El resultado obtenido aportará conocimiento sobre las ventajas del teñido de la mezcla poliéster/elastano con los colorantes dispersos que poseen mayor rendimiento y mejores características físicas y químicas en comparación con los presentes en el mercado.

1.5. Delimitantes de la Investigación

1.5.1 Teórico

Esta investigación se enmarca en la teoría de adsorción, el comportamiento de los polímeros, la teoría del color, los principios básicos de teñido y bajo las normas técnicas para los ensayos de solidez del color (norma de solidez al lavado AATCC 61, norma de solidez al frote AATCC 8, norma de solidez a la

sublimación AATCC 92).

1.5.2 Temporal

La demanda de teñidos de tela poliéster/ elastano es muy alta en el mercado y con proyección a seguir incrementando, por lo que son procesos requeridos sin interrupción, sólo dependientes de la disponibilidad de la materia prima y colorantes.

1.5.3 Espacial

Las pruebas se realizaron en la empresa Coltex Perú SAC, sin embargo, son aplicables en cualquier empresa o laboratorio que cuente con los equipos necesarios.

II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

2.1.1. Internacionales

Los autores del estudio titulado “Disperse dyeing properties of (easy dyeable polyester)/spandex blend “ , utilizaron tintes dispersos de baja y alta energía, investigaron exhaustivamente varias propiedades de teñido, como la profundidad del color, la relación de partición, el grado de agotamiento del tinte, la acumulación y las propiedades de solidez ,tiñeron la mezcla (poliéster fácil de teñir)/spandex y de manera paralela la mezcla convencional (poliéster regular/spandex) dando como resultado que la mezcla (poliéster teñible fácil)/spandex mostró una mayor capacidad de teñido en el poliéster y menor afinidad de teñido en el spandex a baja temperatura en comparación con la mezcla (poliéster normal)/spandex. El resultado de este estudio mostró que la mezcla de EDP/spandex presentó excelentes propiedades de teñido a una temperatura inferior a 120 °C, una temperatura diseñada para mantener el spandex flexible. la mezcla de spandex también necesita una baja concentración de tinte para acumularse bien a baja temperatura que la mezcla de PET/spandex [1]

En el estudio “Successful dyeing of polyester/elastane blends with dispersol and palanil dyes”. Al teñir las mezclas de poliéster/elastano con colorantes palanil usando el auxiliar dispersol, la tintura se dio a partir de 80°C hasta 130 °C con un tiempo adicional de agotamiento de 30 min, los resultados mostraron que al teñir las mezclas la acumulación de tintes es mayor en el elastano que en el poliéster, el colorante disperso tiñe preferentemente la fibra de elastano con lenta migración del elastano y poliéster [2]

En el estudio “Proceso de tintura de poliéster a bajas temperaturas: Cinética de tintura con colorantes dispersos”, los autores proponen un proceso de tintura para el poliéster a bajas temperaturas (40°C y menores), con colorantes dispersos, utilizando una micro emulsión formada por una pequeña proporción

de solvente orgánico (halogenuro de alquilo) y un fosfoglicérido como emulsionante y preparada mediante agitación con ultrasonidos. La cinética de este sistema tintóreo fue determinada en función de la temperatura, mediante varios colorantes dispersos de diferentes pesos moleculares. Como resultado obtuvieron que los colorantes con bajo peso molecular tuvieron una elevada velocidad de tintura y los colorantes con peso molecular elevado presentaron una menor velocidad de tintura. Las energías de activación se presentaron entre 20-40 Kcal/mol, estos valores fueron similares a los correspondientes a los sistemas tradicionales con un Carrier.[3]

2.1.2. Nacionales

Existe escasa o casi nula información sobre el teñido de esta mezcla de fibras. En “Técnicas para el teñido de poliéster”, el autor resume su experiencia en planta sobre el teñido de poliéster con colorantes dispersos, indicando la importancia de los parámetros: selección homogénea de tricromía según el tamaño molecular de los colorantes a usar; disolución de colorantes previo a su dosificación en el baño; limpieza y preparación del material a teñir; uso de dispersantes adecuados como auxiliares textiles; control y regulación del pH; gradiente de la subida de temperatura; isoterma de teñido; dureza del agua; eliminación de colorantes no fijados generalmente a través de un lavado reductivo. [4]

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fibras textiles

Una fibra textil es un conjunto de microfibrillas poliméricas que forman un “sólido relativamente flexible, macroscópicamente homogéneo, con una pequeña sección transversal y una elevada relación longitud-anchura” [5]. También se dice de un “conjunto de filamentos o hebras” que pueden ser utilizados para producir hilos o telas [6]

Clasificación. Existen varias formas de clasificar a las fibras textiles, por su morfología, por su naturaleza y por su composición química.

Por su morfología. Se pueden clasificar como fibras amorfas a las que presentan mayor cantidad de zonas con fibras desordenadas; cristalinas a las

que presentan mayor cantidad de zonas con fibras ordenadas paralelamente a su eje. [6]

Por su naturaleza. Se pueden clasificar como naturales y químicas. Las fibras naturales están formadas por polímeros naturales de origen vegetal como el algodón o animal como la lana [5]. Las fibras químicas pueden ser artificiales o sintéticas. Las fibras artificiales son aquellas obtenidas a partir de polímeros naturales ya sea regeneradas o modificadas; mientras que las fibras sintéticas son obtenidas por polimerización o policondensación a partir de polímeros sintéticos generalmente derivados del petróleo. [5, 6]

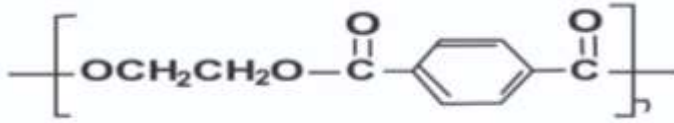
Por su composición química. Se pueden clasificar como celulósicas las que están formadas por polímeros de celulosa; proteicas las que están compuestas por queratina (lana) y fibroína (seda), también podemos encontrar fibras de celulosa regenerada. Entre las fibras sintéticas se encuentran más de 70 familias químicas agrupadas de acuerdo a su monómero base, entre ellas están los poliuretanos, los poliésteres, acrílicas, etc. [5, 6]

Poliéster. Fibra textil sintética, hidrofóbica elaborada con polímeros que contienen grupos éster en su cadena polimérica principal [7]. Los poliésteres se obtienen por policondensación entre ácidos dicarboxílicos y dioles, se pueden clasificar ampliamente en dos tipos: poliésteres termoplásticos, con los que se elaboran fibras, formadores de película y de aplicación de ingeniería como el PET y poliésteres termoestables, que son básicamente resinas de poliéster insaturado (forma líquida) con estructuras altamente reticuladas (sólidas) que son ampliamente utilizados como matriz para la preparación de materiales compuestos reforzados con fibra para unir la estructura fibrosa.[8]

Estructura de la fibra poliéster. La estructura morfológica de las fibras de poliéster es similar a la de las fibras de poliamida, ya que ambas son fibras poliméricas formadas por un proceso de hilado y trefilado por fusión. En la figura 1 se muestra su estructura molecular.

Figura 1

Estructura química de la fibra poliéster

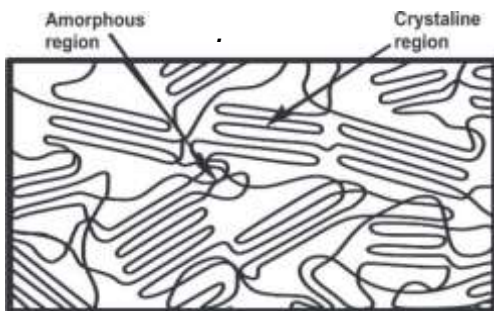


Nota: tomado de [8]

Las fibras de poliéster están compuestas morfológicamente por microfibrillas en su mayor parte ordenadas paralelamente con respecto a su eje, lo que se conoce como zonas cristalinas, aunque también posee en mucho menor porcentaje zonas amorfas [5,8]. Un esquema de su estructura puede observarse en la figura 2.

Figura 2

Estructura de la fibra poliéster



Fuente: B.L. Deopura, N.V. Padaki(2015)

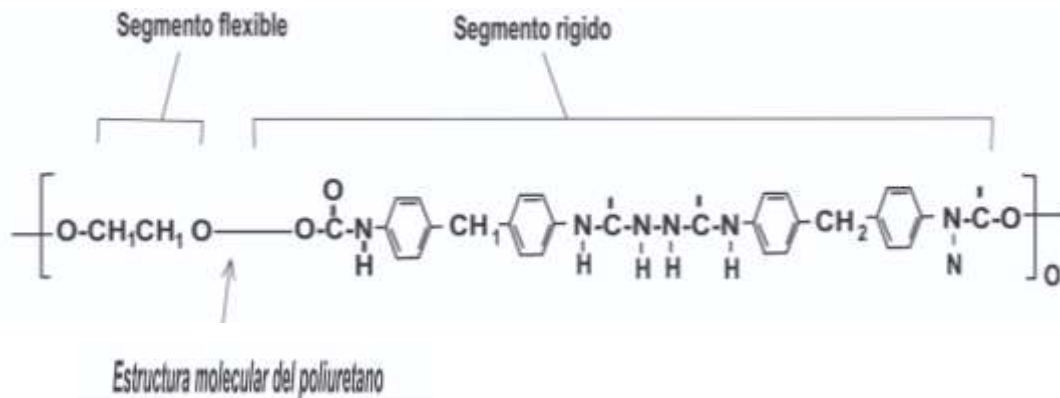
Normalmente, el grado de cristalinidad de la fibra de poliéster estirada es del 55%. La temperatura de transición vítrea de las fibras de poliéster es de aproximadamente 70 ° C y el punto de fusión está en el rango de 255-270 ° C. La densidad de la fibra de poliéster es de 1,39 g/cc. [8]

El Elastano(spandex). Es una fibra sintética que se caracteriza por su enorme elasticidad. También conocida como spandex (por la marca Spandex) o licra (por Lycra, otra denominación comercial), se trata de un material elaborado con poliuretano que se utiliza, entre otras cosas, para la confección. En 1958,

Shivers creó el elastano y DuPont lo patentó con el nombre de Lycra. [9]. La estructura química del elastano responde a la unión de urea y uretano en su cadena principal, como se puede ver en la figura 3.

Figura 3

Estructura molecular del poliuretano



Fuente: Información técnica de Coltex Perú (2019)

Mezcla poliéster/ elastano. Frente a la poca elasticidad del poliéster, se ha desarrollado un tejido mezclándolo con el elastano a fin de conseguir un mayor estiramiento. La adición de 3-5% de fibras de PU a las fibras naturales evita la aparición de efectos indeseables como la contracción, enganche y arrugas, de esta manera el tejido adquiere elasticidad adicional y son confortables al tacto. [11]

2.2.2 Color

Es una percepción subjetiva causada en el cerebro como consecuencia de la energía radiante transmitida a los ojos desde un objeto. Para la percepción de color son necesarios 3 elementos: La fuente de luz, objeto colorido y el observador los cuales interactúan, según se observa en la figura 4.

Figura 4

Elementos del color



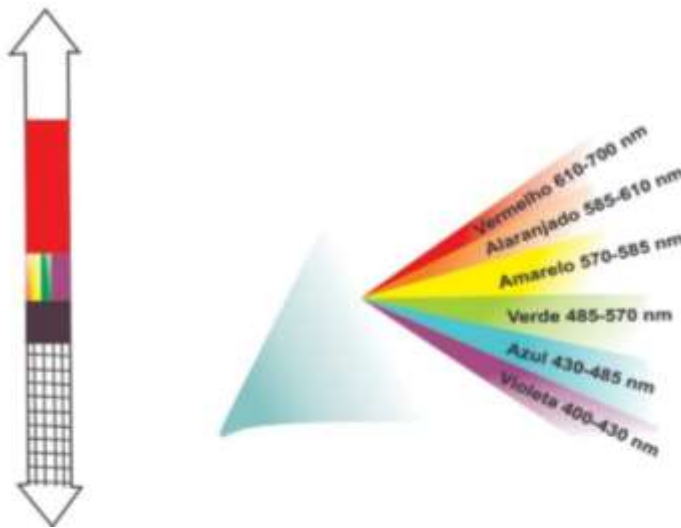
Fuente: Vidal Salem(2010)

La Luz es radiación electromagnética, que se presenta visible para el ser humano en la banda de 400 a 700 nm, . La luz cae sobre un objeto y es absorbida por éste, el objeto refleja la parte de ella en una longitud de onda menor a la que absorbió, si esta longitud está dentro del espectro visible el observador verá un determinado color. “Cuando un haz de luz atraviesa un prisma (experimento de newton) se descompone en bandas de luz coloridas (colores del arco iris) y con longitudes diferentes que varían desde el rojo (700 nm) hasta el violeta (400 nm)”. [12]. El espectro de acuerdo a la longitud de onda puede verse en la figura 5

El objeto observado que produce el cambio de color es el colorante aplicado y el color que se percibirá es la luz que se refleja de éste. Los colores cromáticos son: violeta, azulino, azul, verde, amarillo, anaranjado, rojo. El blanco y el negro, no son colores cromáticos, son propiedades del objeto que se presentan cuando refleja toda la longitud de onda absorbida o cuando absorbe toda la longitud de onda sin reflejar ninguna [5]

Figura 5

Color observado según longitud de onda



Fuente: Vidal Salem(2010)

Los sustratos son coloridos cuando absorben ciertos rayos de espectro y remiten los restantes, por ejemplo, decimos que un sustrato es azul, cuando al incidir sobre este sustrato luz blanca, refleja azul y absorbe los demás componentes del espectro, por esta razón al teñirse un artículo textil se está trabajando con una sustracción de colores, para cada cuerpo colorido existen 2 tipos de colores: color absorbido o físico y color reflejado o psicológico este par de colores es llamado colores complementarios.

Colorantes. Son sustancias químicas que son capaces de colorear a otra sustancia y permanecer en ella por un tiempo prolongado. [5]. La gran mayoría de los colorantes se aplican a las fibras desde un baño acuoso permitiéndole mantener constantes de distribución que varía de acuerdo a la fibra a la que se le está aplicando y a los auxiliares que acompañan a cada tipo de colorante.

La clasificación de colorantes a nivel industrial considera el método de aplicación pudiendo ser:

Colorantes directos o sustantivos: Son los que tiñen directamente a las fibras celulósicas, sin necesidad de mordiente. Se caracterizan por que generalmente son moléculas de gran tamaño molecular, solubles en agua [15]

Colorantes básicos: Tiñen a las fibras animales de forma directa y entre las naturales vegetales solo tiñen al yute. Tiñen a las fibras artificiales celulósicas

con uso de mordientes. El uso más común de los colorantes básicos es para el teñido de fibras acrílicas y de algunos poliésteres (los modificados). [5]

Colorantes a la tina: Se aplican a la fibra mediante un proceso de reducción a una de oxidación. Son insolubles en agua. Por su reducción en un medio alcalino se transforman en leuco derivados hidrosolubles. [15]

Colorantes azoicos: Son un tipo especial de colorante del grupo de los colorantes desarrollados, en los cuales la última etapa de la síntesis del colorante se realiza sobre la fibra. Constituyen la clase más numerosa de los tintes [12]

Colorantes dispersos: son compuestos orgánicos no iónicos. Se aplican con un dispersante, porque son insolubles en agua, y se caracterizan porque tienen un alto grado de dispersión. Se emplean para la tintura de rayón, acetatos y poliésteres; también se usan con auxiliares carriers [5]

Colorantes sulfurosos: Llamados así por la presencia de azufre en su molécula. Este azufre se caracteriza porque puede ser oxidado con facilidad lo que se usa para facilitar su teñido. Tiñen las fibras en estado reducido y se combinan con los colorantes básicos para dar una laca insoluble. [15]

Colorantes premetalizados: Son aquellos que requieren ser preparados en solución previo a la fase de tintura; desde el procedimiento es el siguiente: se asocian con un átomo metálico formando un complejo molecular con afinidad por las fibras proteicas y poliamídicas. [5]

Colorantes sobre Mordiente: los que se fijan utilizando una sustancia llamada mordiente.[15]

Colorantes reactivos: Son colorantes empleados en la tintura de fibras celulósicas, mediante reacción química con las moléculas de celulosa. Existen dos formas en que el colorante reactivo se une a la celulosa: formando ésteres de celulosa o formando éteres de celulosa.[5]

Colorantes dispersos. Son colorantes no iónicos, prácticamente insolubles en el agua que se usan en dispersión acuosa [12]. Los colorantes dispersos fueron ideados en la década de 1920 para la coloración de las fibras secundarias de acetato de celulosa relativamente hidrófobas. [8]

Los colorantes dispersos son del tipo azoico o antraquinona, con poca solubilidad en frío que va mejorando con el aumento de la temperatura, son susceptibles de sublimarse, lo cual es una propiedad característica de este tipo de colorantes.[12]

El Comité de tintes dispersos de la Sociedad de tintoreros y coloristas (SDC) ha clasificado a los colorantes dispersos como tintes dispersos de baja y alta energía según sea el tamaño de sus moléculas, polaridad y resistencia al calor [13], una representación de esta clasificación puede observarse en la tabla 1

Tabla 1

Clasificación de colorantes dispersos

Nivel de Energía	Bajo	Medio	Alto
Peso molecular del colorante	300		700
Solidez al lavado(50-60°C)	Pobre		Mejor
Solidez a la sublimación	Pobre		Mejor
Termo-migración(dentro-fuera)	Rápido		Lento
Barra de protección	Mejor		Pobre
Velocidad de difusión	Rápido		lento

Fuente: <https://www.colorfuldyes.com/>

Otras fuentes [13] señalan que estos colorantes pueden ser clasificados como de baja, mediana y alta energía, de acuerdo al tamaño molecular, los de baja energía corresponden a los de bajo tamaño molecular y los de alta a los de gran tamaño molecular.

El grupo de colorantes de baja energía son empleados en el teñido de acetatos y poliamidas y no son recomendados para poliéster debido a su baja solidez a la sublimación aun cuando migran más fácilmente hacia la fibra. [12,14]. Los colorantes de alta energía al tener moléculas grandes requieren de teñido a temperaturas más altas y mayor tiempo de tintura, son colorantes de baja migración y muy buena solidez a la sublimación. [12,14]. Los de mediana energía tienen tamaño molecular medio, moderada solidez a la sublimación y grado de migración promedio entre los de alta y baja energía. [12,13,14]. Un resumen de sus propiedades relacionadas a su energía se presenta en la tabla 2

Tabla 2*Clasificación de Colorante de Alta, Mediana, Baja energía*

Propiedades	Colorante de baja energía	Colorante de mediana energía	Colorante de alta energía
Tamaño molecular	Pequeño	Mediano	Grande
Sublimación	Baja/Mediana	Mediana/Buena	Muy buena
Migración	Buena	Moderada	Baja
Difusión en la fibra	Rápida	Mediana	Lenta
Afinidad	Baja	Mediana	Mediana/Alta
Intensidad	Clara/Mediana	Mediana/Oscura	Oscura

Nota: Tabla elaborada a partir de la información técnica alcanzada durante la capacitación en planta.

2.2.3 Teñido de telas de punto poliéster/ elastano con colorantes dispersos

Tanto la fibra poliéster como el elastano pueden teñirse con colorantes dispersos debido a su afinidad, sin embargo, la migración del colorante a las fibras no siempre es homogénea, por ello el teñido de la mezcla está en constante proceso de búsqueda de soluciones a los problemas de migración y solidez del color para satisfacer las necesidades del cliente. La elasticidad y la fuerza de tensión de las fibras de elastano pueden ser afectadas durante su tintura por daños físicos y químicos; por lo que no es recomendable trabajar las fibras de poliuretano por encima de los 106°C; mientras que el poliéster requiere de temperaturas de hasta 130°C

Cuando la mezcla poliéster/elastano debe teñirse en un solo baño (solución tintórea) el teñido debe realizarse a la temperatura requerida para el poliéster es decir a temperaturas más altas de las recomendadas para el elastano; en ese caso la tela mezcla se puede teñir a 130°C pero se recomienda que el elastano este en el rango 3 al 5% sobre el peso de la tela total.[12]

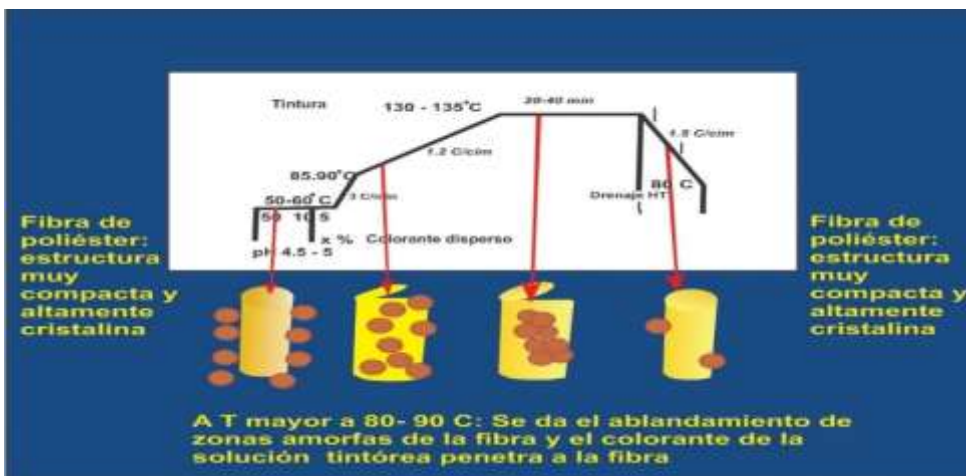
Entre los problemas que puede presentar el teñido de la mezcla están: la pérdida de poder de recuperación del estiramiento, tintura desigual en las fibras, mala solidez del teñido, de acuerdo a los informes sobre reclamos de clientes en plantas donde se tiñen estas mezclas.

Curva de Teñido. El proceso de teñido con colorantes dispersos presenta tres etapas. Disolución del colorante en el baño de tintura, adsorción del colorante sobre la superficie de la tela y su difusión al interior de la fibra.

La curva de teñido es la representación gráfica en coordenadas tiempo temperatura del proceso de teñido [5], la cual reemplaza fácilmente a la lectura del procedimiento que se debe seguir. La representación de este proceso puede observarse en la figura 6

Figura 6

Curva de teñido del poliéster

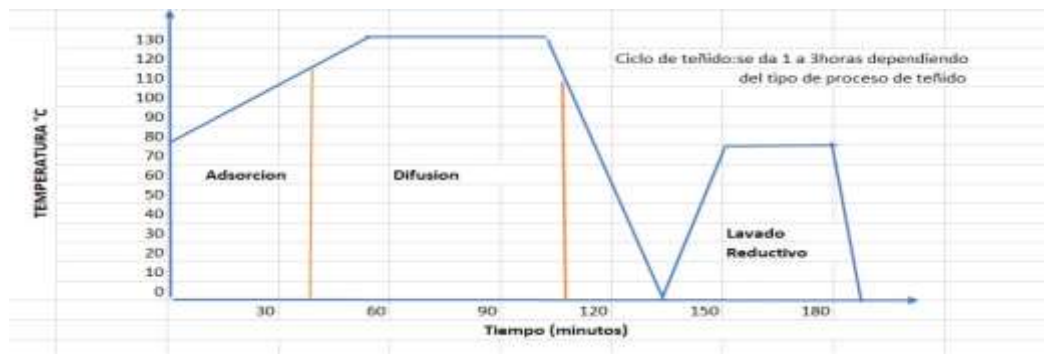


Nota: En la parte superior de la figura se presenta la curva de teñido para la fibra de poliéster y en la parte inferior el mecanismo de interacción colorante- fibra. Fuente: Información tomada de Coltex Perú.

En las diferentes plantas de teñido suelen utilizarse diferentes curvas, sin embargo, en la mayoría de los casos ya existe un procedimiento estandarizado de acuerdo al tipo de colorante empleado como en el caso de la curva para el teñido la mezcla poliéster/ elastano en tejido de punto bajo un sistema por agotamiento, la que se presenta en la figura 7

Figura 7

Curva de teñido mezclas poliéster-elastano



Fuente :Información tomada de Coltex Perú (2019)

Solidez del color. La solidez del color es la resistencia de un material a cambiar en algunas de sus características de color (tono, saturación o claridad), a transferir sus colorantes a materiales adyacentes, o ambas, como resultado de la exposición del material a algún ambiente que pudiese encontrar durante su procesamiento, análisis, almacenamiento o uso final, cualquier cambio de color sea tono, claridad o saturación en la dirección que se de indica una baja solidez [16] Todas las pruebas de solidez se realizan conforme a un procedimiento o norma estándar. El material que se analizará es sometido a algún ambiente de desgaste y después es evaluado para encontrar algún cambio de color [16]

Evaluación de la solidez al color. Los ensayos de solidez se realizan conforme a procedimientos generales, aceptados a escala internacional. Aunque cada país desarrolla sus propios métodos, todos, de alguna forma, convergen en los procedimientos y formas de realizarlos, de tal manera que los resultados sean similares, aunque no intercambiables. Los procedimientos más aceptados internacionalmente son los desarrollados por la “American Association of Textiles, Chemists and Colourists” (AATCC), que, a través de numerosos comités técnicos, no solo desarrolla, revisa y actualiza los procedimientos específicos para determinar la solidez del color a diferentes agentes [16]

Factores que afectan la solidez: Entre los factores que afectan la estabilidad del color tenemos: a) Colorante. La estructura química del colorante es

fundamental para las propiedades de solidez, es el cromóforo quien realiza una resistencia ante un ataque fotoquímico, a mayor agresión mayor solidez [5] b) La fibra. En el mercado existen familias de colorantes que poseen mejor solidez sobre una fibra que sobre otra, dentro de una misma clase de fibra, existen diferencias de solideces de acuerdo a los tratamientos a los que han sido sometidas y que puede influir sobre el estado de la fibra[16] y c) La intensidad de la tintura. La variación de la solidez del color se debe a la destrucción de las moléculas de colorante o a las pérdidas de las mismas, esta va a depender de la cantidad de colorante depositado inicialmente sobre la fibra [16]

Evaluación de la solidez del color. Según la AATCC la evaluación de la solidez del color puede referirse a 62 agentes, las pruebas se deben seleccionar básicamente en función al uso del sustrato o tejido usando como patrón la escala de grises.

Escala de grises para el cambio de color. Esta escala consiste en cinco pares de cuadros de un color gris estándar, cada par representa un contraste o la diferencia de color. Los resultados de la solidez al color son evaluados visualmente comparando la diferencia de color entre la muestra sin ensayar que esta como patrón y el ensayado [5]. Este patrón puede observarse en la figura 8

Figura 8

Escala de grises para evaluar el cambio de color.



Fuente: Technical Manual AATCC (2003)

Las clases de solidez son definidas del 5 al 1, la clase 5 indica que no hay

diferencia de color entre la muestra patrón y el ensayo, la clase 1 es el valor más bajo que indica un cambio notable de color entre la muestra patrón y el ensayo, las muestras que presentan resultado solidez 1 o 2 son considerados de baja calidad, la escala de grises también puede ser descrita cuantitativamente [5,16]:

Clase 5, Excelente

Clase 4, Muy buena

Clase 3, Buena(promedio)

Clase 2, Regular

Clase 1, Pobre

2.2.4 Tejidos

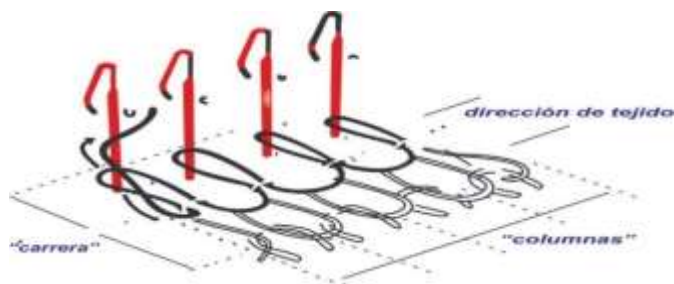
Tejido es cualquier material que resulta del entrecruzamiento y /o entrelazamiento de hilos textiles para conformar el material flexible llamado tela.[17]

Tejidos de punto Es el procedimiento de elaboración de telas en el que cual se usan agujas de tipo crochet para elaborar una serie de mallas entrelazadas a partir de uno o más hilos [18]. Existen dos clases fundamentales de tejido de punto.

Tejido de punto por trama. Tejido que se realiza con un solo hilo en sentido horizontal. Las mallas se forman, sucesivamente, por un bucle a través de la malla de la pasada anterior, cuando es por trama el hilo va haciendo lazadas similares a los telares de antaño, formando la tela en sentido horizontal, pero posee una desventaja principal y es que es muy fácil de destejer.[18]. Véase en la figura 9

Figura 9

Figura punto trama

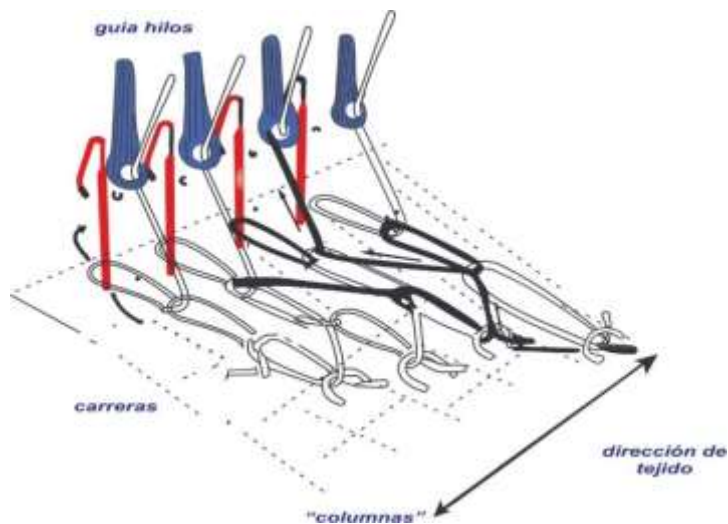


Fuente : Inga Rodríguez Margarita Antonieta (2019)

Tejido de punto por urdimbre. Es un tejido en el cual la unión de las mallas se hace verticalmente (columnas de malla). En este tipo de tejido se utiliza un número de hilos igual a cantidad de columnas de malla de tejido deseado [18]. Véase en la figura 10

Figura 10

Formación del tejido de punto por urdimbre



Fuente: Inga Rodríguez Margarita Antonieta (2019)

Tejido Plano. Es el entrecruzamiento de dos tipos de hilos (figura 11), el transversal que es horizontal es llamado trama; cada uno de sus unidades se llaman pasada y el longitudinal que es vertical denominado urdimbre cada uno

de sus elementos se llama hilo. [19]

Figura 11

Sentido del hilado de la urdimbre y de la trama



Fuente: http://www.datacolor.com/color_experts.shtml

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Fibras textiles

Una fibra textil es un sólido relativamente flexible, macroscópicamente homogéneo, con una pequeña sección transversal y una elevada relación longitud-diámetro, con la que puede producir hilos y telas.

Clasificación. Las fibras se pueden clasificar por su origen o por su composición química.

Por su origen pueden ser naturales o químicas, dentro de las fibras químicas podemos encontrar fibras artificiales y sintéticas. En esta investigación se trabajó con fibras sintéticas.

Las fibras químicas sintéticas están formadas por microfibrillas o cadenas poliméricas derivadas de monómeros sintetizados derivados del petróleo, generalmente; mientras que las artificiales están formadas por monómeros naturales. Se clasifican de acuerdo al grupo funcional predominante en el monómero y forman las denominadas familias por ejemplo de poliamidas, poliolefinas, acrílicas, etc., llegando casi hasta 70 familias.

El poliéster es una fibra sintética de la familia química de los poliésteres y el elastano pertenece a la familia de los poliuretanos. Las fibras pueden mezclarse antes o durante el hilado, o el tejido formando mezcla de fibras.

Mezcla poliéster/elastano. Según sus características las fibras de poliéster no presentan elasticidad; mientras que el elastano sí por ello su combinación o mezcla producen tejidos de gran aceptabilidad y su demanda ha ido en crecimiento, especialmente cuando se tejen con ellas telas de punto. Aun cuando

su aceptabilidad por el consumidor es alta, la dificultad se presenta en el proceso de teñido debido a que el elastano es sensible a temperaturas mayores de 100 °C que son a las que se tiñe el poliéster. La elasticidad del elastano hace que el tejido se deforme con mucha facilidad cuando la mezcla contiene más de 5% de esta fibra; en esta investigación el sustrato de trabajo fue tejido de punto de la mezcla poliéster/elastano.

Tejido de punto. Es tejido que se realiza en máquinas circulares, entrelazando mallas, a diferencia del tejido plano donde los hilos de urdimbre y de trama se entrecruzan. Encontrando como diferencia entre estos tejidos la capacidad de elongación lo que requiere que su teñido tenga que realizarse en equipos diferentes y sistema por agotamiento, mientras que el tejido plano suele teñirse en un sistema continuo (foulard)

2.3.2 Colorantes dispersos

Son colorantes poco solubles en agua, se utilizan para teñir fibras hidrofóbicas no polares con la ayuda de agentes dispersantes y temperaturas mayores a 100°C; por lo que pueden teñir tanto al poliéster como al elastano.

Los colorantes dispersos son moléculas de pequeño tamaño; pero la diferencia de tamaño dentro de este rango ha posibilitado su clasificación en colorantes de alta, media y baja energía según este parámetro. Siendo los de mayor tamaño molecular los llamados de alta energía y los de menor tamaño de baja energía. Los colorantes de baja energía presentan baja solidez del color, poca adsorción del colorante en la fibra siendo muy importante la gradiente de temperatura durante su teñido. Los de alta energía presentan alta solidez a la sublimación, pero baja velocidad de migración a las fibras. En esta investigación se trabajó con colorantes de alta energía.

Teñido de fibras poliéster/elastano. Los tejidos de punto se tiñen con un sistema por agotamiento, manteniendo por un tiempo determinado el sustrato (tejido) con la solución coloreada hasta que se logre la máxima adsorción del colorante en la fibra. El teñido con colorantes dispersos es recomendado a 130 °C para el poliéster aun cuando no es recomendable para el elastano, tratando de aplicar estos colorantes a la mezcla dañando lo menos posible al elastano se trabajó con colores cromáticos es decir los que se encuentran en la longitud de onda entre 380 y 780 nm. La curva utilizada corresponde a una isoterma a 130°C.

El teñido de fibras textiles responde a muchos parámetros a la vez, entre ellos: pH, temperatura, tiempo de teñido, relación de baño, gradiente de temperatura, sistema de teñido. En este trabajo de investigación se fijaron la temperatura en 130°C, la gradiente de temperatura en 3°C/min, el pH 4-4.5 y se utilizó el sistema de teñido por agotamiento, tomando como variables la relación de baño y el tiempo de teñido.

Relación de baño. Relación del peso de la tela con respecto al volumen del agua, para sistemas por agotamiento se utilizan relaciones de baño en el rango de 1/6- 1/30. Las relaciones de baño utilizadas fueron de 1/8, 1/10, 1/12

Tiempo. Se toma a partir de la llegada a la temperatura constante, es decir el tiempo que permanece a 130°C

Color. Es una percepción resultante del reflejo de la longitud de onda de luz sobre la superficie de la tela una vez aplicado el colorante. Los colores cromáticos son aquellos visibles al ojo humano y se encuentran en longitudes de onda aproximadamente entre los 400 nm y los 700 nm, correspondiendo las menores longitudes de onda a los colores violeta, azul, verde siguiendo con los amarillo y anaranjado y los de mayor longitud de onda al rojo. En esta investigación se trabajó con un color de baja longitud de onda que va de 400-485nm uno de media de 570-585nm y uno de alta frecuencia de 610-700nm.

Solidez del color. Se entiende como la resistencia de un material a cambiar en algunas de sus características de color (tono, saturación o claridad) cuando se somete a algún proceso posterior a su teñido. Este cambio puede ser muy notorio o pasar inadvertido al ojo humano, de acuerdo a esto se puede decir que es sólido si pasa inadvertido o no sólido si el cambio es notorio. Para darle mayor objetividad a su evaluación se utiliza una escala de grises y la medida se realiza por comparación. La escala de grises es un estándar para evaluar cuantitativamente los cambios sufridos por el colorante en la fibra luego del teñido. Tiene una escala del 5 al 1 donde 5 indica que no hay diferencia de color entre la muestra patrón y el ensayo por lo tanto presenta solidez y 1 es el valor más bajo que indica un cambio notable del color entre la muestra patrón y el ensayo indicando pobre solidez. Valores de 3 en esta escala son considerados como de buena solidez.

2.4. Definición de términos básicos

Adsorción: - Acercamiento del colorante a la superficie de la fibra [23]

Color: “Es parte de la percepción visual que depende de un estímulo luminoso y del observador.” [20]

Colorante: Son sustancias químicas que son capaces de colorear a otra sustancia y permanecer en ella por un tiempo prolongado, estas sustancias son electrónicamente inestables y por eso absorben energía a determinada longitud de onda [5]

Colorante Disperso: Son sustancias poco solubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos y en fibras sintéticas no polares. Se aplican a partir de una suspensión acuosa, casi coloidal, con la ayuda de agentes dispersantes.[20]

Grado de migración: Es la cantidad de colorante que mancha la tela patrón (multifibra) AATCC Technical Manual 2003 pH del teñido: Es el valor del pH del agua del teñido. [15]

Tejido de punto también se define como el entrelazamiento de hilos en mallas que forman una tela [18]

Solidez del color.” Es el grado de tolerancia de la tintura, blanco óptico o estampado con diferentes formas de influencia a que son expuesto los sustratos textiles”. [12]

Mezcla poliéster/elastano: Es una fibra, tejido producto de la combinación de dos materiales la fibra de poliéster y la fibra de elastano.

Relación de baño: Viene a ser la relación entre el peso del material a procesar y el volumen de baño a usar

Curva de teñido: Grafico que permite al tintorero establecer el comportamiento del agua y la fibra estableciendo la temperatura, el tiempo, la cantidad de materiales (colorantes y auxiliares) a utilizar en el proceso de tintura [23]

sistemas de teñido por agotamiento: “El baño de tintura necesita tener suficiente agitación para que haya accesibilidad uniforme en todo el material. entre tanto la agitación no deberá ser tan vigorosa a punto de causar daño material”. [12]

Sistema de teñido continuo: Todos los sistemas continuos de teñido de piezas se inician por impregnación en un foulard.[12]

III.- HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis general

El teñido de la tela poliéster/elastano con colorantes de alta energía presenta buena solidez del color.

Hipótesis específica.

1. El tiempo de teñido y la relación de baño influyen significativamente en el teñido de poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía.
2. El color influye significativamente en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía.

3.1.1. Operacionalización de variables

Variables:

Y= Teñido de la tela poliéster con contenido de elastano

X1= Factores de teñido en colorantes dispersos de alta energía

X2= Color en colorantes dispersos de alta energía

Tabla 3

Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	METODO	TECNICA
Y=Teñido de tela poliéster/elastano	Proceso de equilibrio fisicoquímico en el que la fibra textil (como fibra, hilo, tela o prendas) es puesta en contacto con el baño de tintura hasta que el colorante pase del baño a la fibra y se quede impregnado en ella [12].	Comportamiento de los colorantes dispersos de alta energía aplicado sobre un tejido de tela de punto poliéster elastano sobre la solidez del color	Solidez del Color	Al lavado A la sublimación Al frote/seco Al frote s/húmedo	Observacional	Escala de grises
X1=Factores de teñido en colorantes dispersos de alta energía	"Elemento o situación que puede afectar el resultado" [24]	Tiempo y R:B utilizados en el teñido	Tiempo RB	45min 60min 1:8 1:10 1:12	Observacional Cálculo/ observacional	cronometría $RB = W_{tela} / V_{baño}$
X2=Color en colorantes dispersos de alta energía	Percepción subjetiva como respuesta a la energía radiante transmitida por una longitud de onda[12] al aplicar un colorante	Percepción provocada por longitudes de ondas electromagnéticas corta, mediana y alta utilizando diferentes colorantes	Color	Azul Amarillo Rojo	Colorimetría	Long. Onda

IV METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

El presente trabajo es una investigación aplicada porque utiliza los fundamentos de las ciencias básicas para resolver un problema de investigación [21], con enfoque cuantitativo porque usa la recolección de datos para comprobar la hipótesis [22] con diseño experimental y de nivel explicativo (causa - efecto) ya que se tiñeron telas poliéster/ elastano para observar el comportamiento de los colorantes dispersos de alta energía con respecto a su solidez [18].

Las corridas experimentales se desarrollaron a nivel de laboratorio.

Para observar el comportamiento del colorante frente al teñido se trabajó según el diseño experimental mostrado en la tabla 4

Tabla 4

Diseño Experimental

N°	Tiempo(x1)	RB(x2)	Color(x3)	Solidez
1	45min	1/8	azul	y1,y2,y3,y4
2	45min	1/8	amarillo	y1,y2,y3,y4
3	45min	1/8	rojo	y1,y2,y3,y4
4	45min	1/10	azul	y1,y2,y3,y4
5	45min	1/10	amarillo	y1,y2,y3,y4
6	45min	1/10	rojo	y1,y2,y3,y4
7	45min	1/12	azul	y1,y2,y3,y4
8	45min	1/12	amarillo	y1,y2,y3,y4
9	45min	1/12	rojo	y1,y2,y3,y4
10	60min	1/8	Azul	y1,y2,y3,y4
11	60min	1/8	amarillo	y1,y2,y3,y4
12	60min	1/8	rojo	y1,y2,y3,y4
13	60min	1/10	azul	y1,y2,y3,y4
14	60min	1/10	amarillo	y1,y2,y3,y4
15	60min	1/10	rojo	y1,y2,y3,y4
16	60min	1/12	azul	y1,y2,y3,y4
17	60min	1/12	amarillo	y1,y2,y3,y4
18	60min	1/12	rojo	y1, y2,y3,y4

El experimento básico es de 18 corridas, ($2 \times 3 \times 3$) cada uno por triplicado, haciendo un total de 54 corridas experimentales.

Donde los factores se denotan de la siguiente manera:

x1= Tiempo (minutos)

x2= Relación de baño (gramos de tela/volumen de solución de teñido (ml))

x3= Color(nm)

Y las variables respuestas se representan:

y1=Solidez al lavado

y2=Solidez al frote seco

y3=Solidez al frote húmedo

y4=Solidez al sublimado

4.2 Método de investigación

Las técnicas del procedimiento lógico que se han usado son las técnicas observacional y la experimental. La investigación se realizó tomando en cuenta las siguientes etapas:

Etapas I: Teñido

El teñido se realizó a nivel de laboratorio, utilizando 3 colores representativos de las diferentes longitudes de onda: azul, amarillo y rojo y en un sistema por agotamiento.

Preparación de solución de colorantes: Se pesaron los colorantes en la balanza analítica con un margen de error de ± 0.001 (figura) cada colorante será pesado de 2 gr para una relación de (1/20); una vez pesado colocar los colorantes en botellas de pírrex (b) adicionar 100 de agua blanda y disolver el colorante(c)

Preparación de solución de auxiliares: Los auxiliares a usar se prepararon en una relación de baño 1/10

Pesado de muestras de tela: Se pesaron muestras de 10 gramos, con un margen de error de ± 0.01 , de tejidos de punto de mezcla poliéster/elastano.

Formulación de recetas, las recetas, se formularon de acuerdo a la R:B . Considerando tres R:B diferentes se formularon 3 recetas.

Selección de curva de teñido: se seleccionó considerando la isoterma a 130 °C para colorantes dispersos

Etapas II: Evaluación de la solidez del color

Cada muestra teñida fue evaluada utilizando las pruebas de solidez de color al lavado, al frote en seco, al frote en húmedo y a la sublimación. Según las normas AATCC, utilizando la escala de grises para la evaluación del color.

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

No aplica

4.3.2 Muestra

La muestra consistió en retazos de 10 ± 0.01 gr de tejido de punto de la mezcla poliéster / elastano (Jersey suplex). Material: 95% Polyester, 5% Spandex.

4.4 Lugar de Estudio

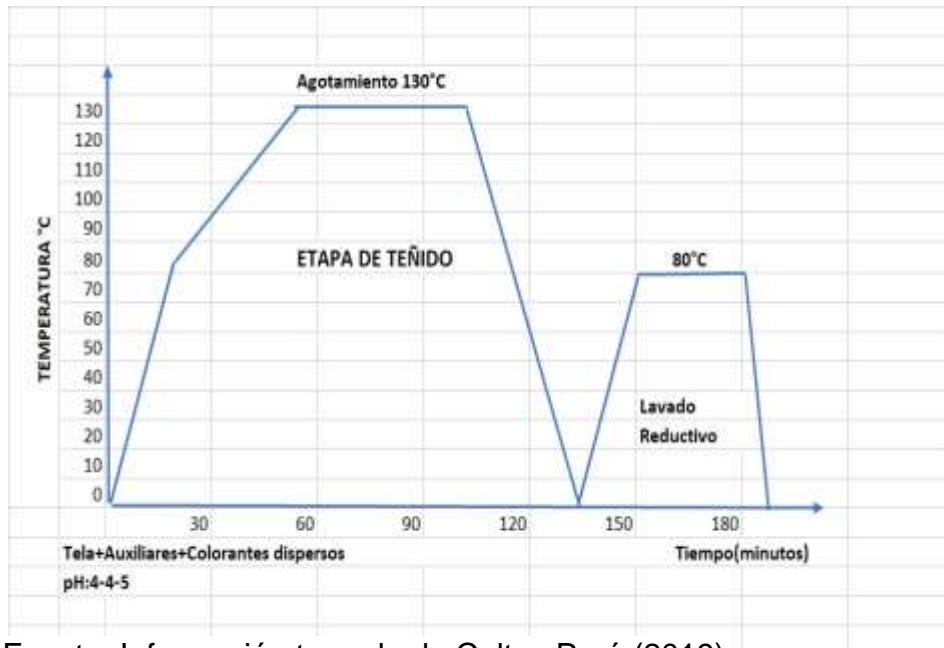
El estudio se realizó en los laboratorios de la empresa COLTEX PERU SAC. en Huachipa- Lima - Perú.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el teñido de la tela poliéster con elastano. Se utilizó la curva de teñido que se muestra en la figura 12

Figura 12

Curva de Teñido Mezcla Poliéster/elastano.



Fuente: Información tomada de Coltex Perú (2019)

Para la formulación de recetas de teñido. El formato de receta utilizado fue según laboratorio, las recetas fueron elaboradas de acuerdo a la figura 13, modificando las cantidades de acuerdo a la R/B.

Figura 13

Receta de Laboratorio

RECETA DE LABORATORIO	
Código	
Fecha	
Hora	
Temperatura	
pH	
Tiempo	
Muestra	
Colorante	
Auxiliar	
Agua	
Tela	
Muestra	
Colorante	
Auxiliar	
Agua	
Tela	
Página 1	

Nota: formato de receta usada en los laboratorios textiles

Para la Evaluación de la solidez del color. La variable respuesta “y” fue estimado utilizando los siguientes métodos normalizados bajo la Norma AATCC.

y1 = Solidez al lavado según norma AATCC 61 -2A

y2 = Solidez al frote sobre seco según Norma AATCC 8

y3 = Solidez al frote sobre húmedo según Norma AATCC 8

y4 = Solidez a la sublimación según Norma AATCC16

4.5.1 materiales y equipos

Materiales

Matraces Erlenmeyer Marca pírex. Vol. 250ml

Matraces aforados Marca pírex. Vol. 250ml

Baguetas, espátulas, piscetas, pipeta electronica

Equipos

Máquina de teñido infrarrojo (Marca Data color)

Crockmeter eléctrico (Marca Taber)

Tester de sublimación (Marca Gester)

Tubos de Teñido de acero de 150 mil (Marca Ahiba)

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizará un registro cuantificación de las solideces obtenidas utilizando el programa Microsoft Excel, la comprobación de las hipótesis se realizará con Minitab V. 17

4.7 Aspectos Éticos en la investigación

El presente trabajo de investigación es experimental y se ha trabajado con mucha responsabilidad ética en su desarrollo siendo completamente original. Nuestros equipos de medición están estandarizados, calibrados garantizando la veracidad de nuestros resultados

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

Tiempo de teñido. En la tabla 5 se puede observar los resultados de las solidez del color según tiempos de teñido de agotamiento para relaciones de baño y colores según el diseño experimental.

Tabla 5

Solidez del color para tiempo de teñido 45 minutos

R:B	Color	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
1-8	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	3
	amarillo	5	5	5	4
		5	5	5	4
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	4
		5	5	5	4
1-10	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	amarillo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	4
		5	5	5	4
1-12	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	3
		5	5	5	3
	amarillo	5	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
PROMEDIO		4.52	5.00	5.00	3.41

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

Tabla 6*Solidez del color para tiempo de teñido 60 minutos*

R:B	Color	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
1-8	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		4	5	5	3
		5	5	5	3
		5	5	5	4
	amarillo	4	5	5	3
		5	5	5	3
		5	5	5	4
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
1-10	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	3
		5	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
1-12	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	amarillo	5	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
PROMEDIO		4.55	5	- 5	3.37

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

Relación de baño

Tabla 7

Solideces de teñido para R/B: 1/8

Tiempo	Color	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
45	azul	5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
	azul	5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	4
	rojo	4	5	5	3
	azul	5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	4
	rojo	4	5	5	3
	azul	5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
60	azul	5	5	5	4
	amarillo	5	5	5	4
	rojo	4	5	5	3
	azul	5	5	5	4
	amarillo	4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
PROMEDIO		4.61	5	5	3.5

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones.

Tabla 8*Solideces de teñido para R/B: 1/10*

Tiempo	Color	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
45	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
60	amarillo	5	5	5	4
		5	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
PROMEDIO		4.5	5	5	3.39

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

Tabla 9*Solideces de teñido para R/B: 1/12*

Tiempo	Color	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
45	azul	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	3
		5	5	5	4
		5	5	5	4
60	amarillo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
	rojo	4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
PROMEDIO		4.5	5	5	3.28

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

Color. En las tablas 10,11 y 12 se presentan los resultados de las solideces para los colores azul, amarillo y rojo según diseño experimental

Tabla 10*Solideces de teñido para muestras de color azul*

Tiempo	R:B	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
		5	5	5	4
	1-8	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
45	1-10	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
	1-12	5	5	5	4
		5	5	5	4
	1-8	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	4
60	1-10	5	5	5	4
		5	5	5	4
		5	5	5	3
	1-12	5	5	5	4
		5	5	5	4
PROMEDIO		5	5	5	3.9

Nota: Los valores de solidez al lavado, solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al sublimado presentan variaciones

Tabla 11*Solideces de teñido para muestras de color amarillo*

Tiempo	R:B	Solidez			
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)
		5	5	5	4
	1-8	5	5	5	4
		5	5	5	4
		4	5	5	3
45	1-10	4	5	5	3
		4	5	5	3
		5	5	5	3
	1-12	5	5	5	3
		4	5	5	3
		4	5	5	3
	1-8	5	5	5	3
		5	5	5	4
		5	5	5	4
60	1-10	5	5	5	3
		5	5	5	3
		4	5	5	3
	1-12	5	5	5	3
		4	5	5	3
PROMEDIO		4.61	5	5	3.28

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

Tabla 12*Solideces de teñido para muestras de color rojo*

Tiempo	R:B	Solidez				
		Solidez al lavado(y1)	Solidez al FS(y2)	Solidez al FH(y3)	Solidez al sublimado(y4)	
45	1-8	4	5	5	3	
		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
	1-10	4	5	5	3	
		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
	1-12	4	5	5	3	
		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
	60	1-8	4	5	5	3
			4	5	5	3
			4	5	5	3
1-10		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
1-12		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
		4	5	5	3	
PROMEDIO		4	5	5	3	

Nota: Los valores de solidez al frote en seco y en húmedo se mantienen constantes en 5, mientras que los valores de la solidez al lavado y al sublimado presentan variaciones

5.2 Resultados inferenciales

Según lo observado en las tablas 5 y 6, 7 y 8, para los resultados inferenciales estos van a depender de los valores que han sido reportados en la variable respuesta solidez. las solideces al frote en seco (y_2) y en húmedo(y_3) se mantienen constantes, presentándose variación sólo para la solidez al lavado(y_1) y al sublimado(y_4) con respecto al tiempo de teñido y a la relación de baño. Por lo que las pruebas inferenciales se realizaron sobre estas dos variables respuesta. Dicho comportamiento se corroboró con la prueba de Normalidad cuyo resultado puede observarse en la figura 14 para la solidez al lavado y en la figura 15 para la solidez al sublimado.

Determinación de la significancia de los factores en la solidez ,para ellos hemos estado determinando el uso del MANOVA.[25]

Para el desarrollo del MANOVA usaremos la tabla de valores de 54 datos, contando con 4 variables respuesta. y_1, y_2, y_3, y_4 . En la tabla 13 podemos notar que las variables y_2 e y_3 tienen datos respuestas constantes, por tanto serán eliminados y se usaran solos los datos de y_1 e y_4 ,

Tabla 13*Datos experimentales que se usaran para el desarrollo del MANOVA*

N°	Tiempo	R:B	Color	Solidez al Lavado (y1)	Solidez al FS (y2)	Solidez al FH (y3)	Solidez al sublimado (y4)
1	45	1:8	Azul	5	5	5	4
2	45	1:8	Amarillo	5	5	5	3
3	45	1:8	Rojo	4	5	5	3
4	45	1:10	Azul	5	5	5	4
5	45	1:10	Amarillo	4	5	5	3
6	45	1:10	Rojo	4	5	5	3
7	45	1:12	Azul	5	5	5	4
8	60	1:12	Amarillo	5	5	5	3
9	60	1:12	Rojo	4	5	5	3
10	60	1:8	Azul	5	5	5	4
11	60	1:8	Amarillo	4	5	5	3
12	60	1:8	Rojo	4	5	5	3
13	60	1:10	Azul	5	5	5	4
14	60	1:10	Amarillo	5	5	5	4
15	60	1:10	Rojo	4	5	5	3
16	60	1:12	Azul	5	5	5	3
17	45	1:12	Amarillo	4	5	5	3
18	45	1:12	Rojo	4	5	5	3
19	45	1:8	Azul	5	5	5	4
20	45	1:8	Amarillo	5	5	5	4
21	45	1:8	Rojo	4	5	5	3
22	45	1:10	Azul	5	5	5	4
23	45	1:10	Amarillo	4	5	5	3
24	45	1:10	Rojo	4	5	5	3
25	45	1:12	Azul	5	5	5	4
26	60	1:12	Amarillo	5	5	5	3
27	60	1:12	Rojo	4	5	5	3
28	60	1:8	Azul	5	5	5	4
29	60	1:8	Amarillo	5	5	5	3
30	60	1:8	Rojo	4	5	5	3
31	60	1:10	Azul	5	5	5	4
32	60	1:10	Amarillo	5	5	5	3
33	60	1:10	Rojo	4	5	5	3
34	60	1:12	Azul	5	5	5	4
35	45	1:12	Amarillo	5	5	5	3
36	45	1:12	Rojo	4	5	5	3
37	45	1:8	Azul	5	5	5	4
38	45	1:8	Amarillo	5	5	5	4
39	45	1:8	Rojo	4	5	5	3
40	45	1:10	Azul	5	5	5	4
41	45	1:10	Amarillo	4	5	5	3
42	45	1:10	Rojo	4	5	5	3
43	45	1:12	Azul	5	5	5	4
44	60	1:12	Amarillo	4	5	5	3
45	60	1:12	Rojo	4	5	5	3
46	60	1:8	Azul	5	5	5	4
47	60	1:8	Amarillo	5	5	5	4
48	60	1:8	Rojo	4	5	5	3
49	60	1:10	Azul	5	5	5	4
50	60	1:10	Amarillo	5	5	5	3
51	60	1:10	Rojo	4	5	5	3
52	60	1:12	Azul	5	5	5	4
53	60	1:12	Amarillo	4	5	5	3
54	60	1:12	Rojo	4	5	5	3

Utilizando el MINITAB Versión 17, se tiene la siguiente salida del MANOVA.

Los resultados para el análisis del MANOVA para el tiempo, para un n=23 se presentan en la tabla 14

Tabla 14*Análisis de varianza del parámetro Tiempo*

Criterio	Estadística de prueba	F	GL		P
			Núm.	Denom	
De Wilks	0.99487	0.247	1	48	0.621
Lawley-Hotelling	0.00515	0.247	1	48	0.621
De Pillai	0.00513	0.247	1	48	0.621
De Roy	0.00515				

El valor de P(0.621) es mayor al nivel de significancia(0.05) por lo tanto las medias no son estadísticamente significativas, por lo que se infiere que no hay influencia del tiempo en el vector solidez (y1),(y4).

Los resultados MANOVA para la Relación de Baño se muestran en la Tabla 15 ,para un n=23.

Tabla 15*Análisis de varianza del parámetro R:B*

Criterio	Estadística de prueba	F	GL		P
			Núm.	Denom	
De Wilks	0.88991	2.969	2	48	0.061
Lawley-Hotelling	0.12371	2.969	2	48	0.061
De Pillai	0.11009	2.969	2	48	0.061
De Roy	0.12371				

El valor de P(0.061) es mayor al nivel de significancia(0.05) por lo tanto las medias no son estadísticamente significativas, por lo que se infiere que no hay influencia de la relación de baño en el vector solidez (y1),(y4).

En la Tabla 16 se presentan los resultados de aplicar el MANOVA para el Color , n=23

Tabla 16

Análisis de varianza del parámetro Color

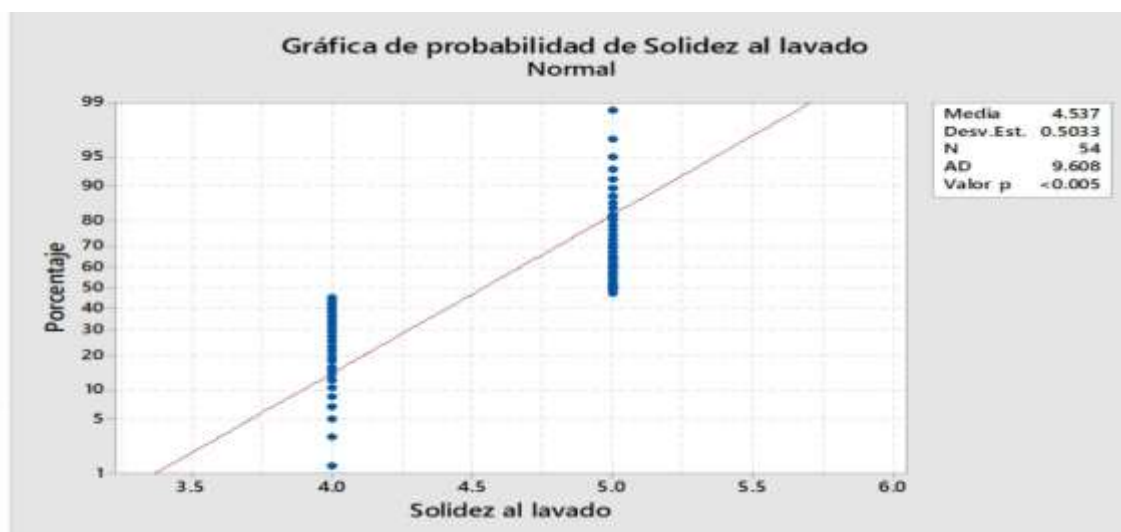
Criterio	Estadística de prueba	F	GL Núm.	Denom	P
De Wilks	0.29042	58.639	2	48	0.000
Lawley-Hotelling	2.44330	58.639	2	48	0.000
De Pillai	0.70958	58.639	2	48	0.000
De Roy	2.44330				

El P (0.00) valor es menor al nivel de significancia (0.05) por lo tanto las medias son estadísticamente significativas, por lo que se infiere que existe influencia del color en el vector solidez (y1),(y4)

El teñido de la tela poliéster/elastano con colorantes de alta energía presenta buena solidez del color .Las solideces que presentan valor igual a 3; es buena ,los que presentan valor 4 ;es muy buena y los que presentan valor 5;excelente [5] , vamos a verificar si las solideces tienen distribución normal o no para utilizar pruebas paramétricas o no paramétricas ,figura 14 ,figura 15

Figura 14

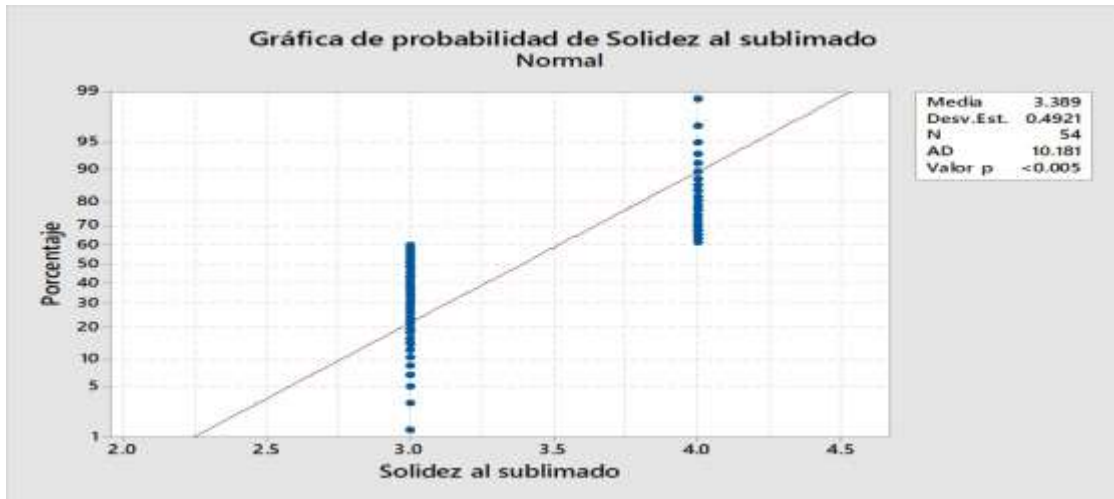
Prueba de normalidad de la solidez al lavado.



El valor p es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal.

Figura 15

Prueba de normalidad de la solidez al sublimado



El valor P es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal.

Para la verificación del intervalo de confianza usamos la prueba de Wilcoxon, véase en la tabla 17

Tabla 17

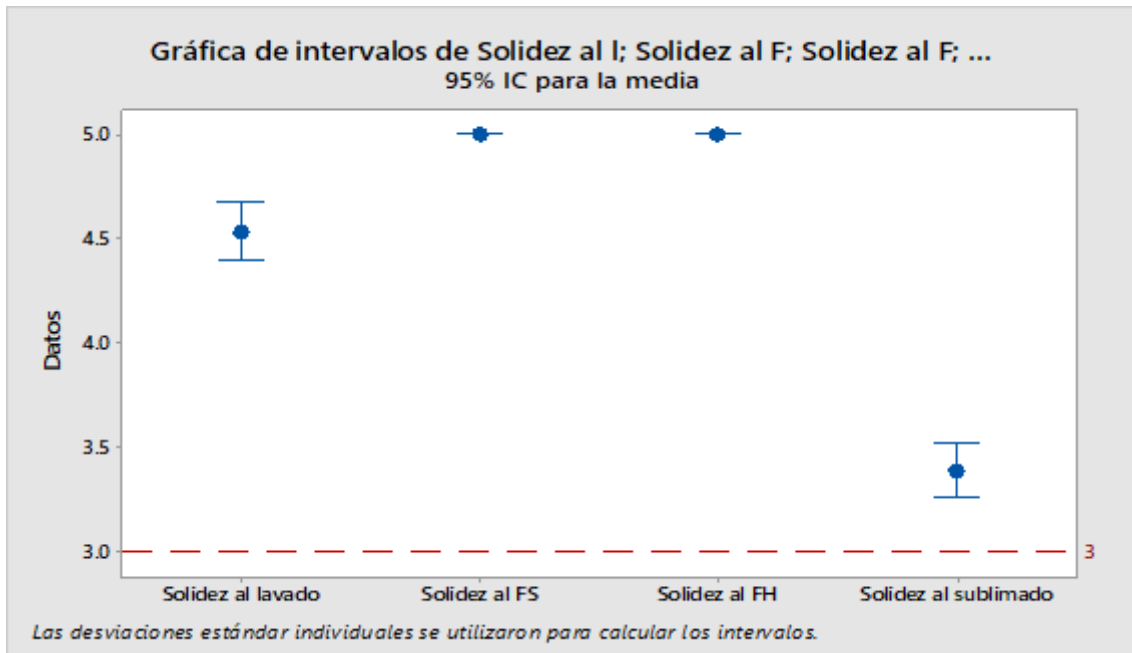
Prueba de Wilcoxon para las solideces

	N	Mediana estimada	Confianza alcanzada	Intervalo de confianza	
				Inferior	Superior
Solidez al lavado	54	4.500	95.0	4.500	4.500
Solidez al FS	54	5.000	95.0	5.000	5.000
Solidez al FH	54	5.000	95.0	5.000	5.000
Solidez al sublimado	54	3.500	95.0	3.000	3.500

Al 95% de confianza se observa que las medianas para todos los valores de solidez están entre 3 y 5. Basados en la escala de grises que indica que valores de solideces ≥ 3 corresponden a teñidos con buena solidez.[5]

Figura 16

Gráfica de intervalos de Solidez al lavado, al FS ,FH, al sublimado.



Nota: En la gráfica se puede observar que los valores de solidez al frote en seco y en húmedo son constantes en el valor 5; mientras que la solidez al lavado está entre 4- 5 y la solidez al sublimado alcanza los valores más bajos entre 3-4, siendo los más bajos.

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastacion y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Hipótesis específica 1 “El tiempo de teñido y la relación de baño influyen significativamente en el teñido de poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía”

Hemos podido observar en el estudio del MANOVA que para el tiempo de teñido el P(0.621) es mayor a 0.05 y para la relación de baño P(0.061) también es mayor a 0.05. Por lo tanto, el tiempo y la relación de baño no influyen significativamente en la solidez del color, en teñidos de poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía y la hipótesis específica 1 no se comprueba. (Vease tabla 14,15)

6.1.2. Hipótesis específica 2 “El color influye significativamente en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía”

Hemos podido observar en el estudio de MANOVA que para el color el P(0.00) es menor a 0.05. Por lo tanto el color influye significativamente en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía si es un factor que influye en las solidez. En consecuencia la hipótesis específica 2 se comprueba. Véase tabla(16)

6.1.3. Hipótesis general “El teñido de la tela poliéster/elastano con colorantes de alta energía presenta buena solidez del color”.

La Tabla 17 muestra los resultados de la prueba de Wilcoxon y la figura 16 los intervalos de confianza, estos nos permiten observar que todas las muestras teñidas presentan buena solidez (valores mayores o iguales a 3) al lavado, al frote en seco, al frote en húmedo y a la sublimación; por lo que queda demostrada la hipótesis general.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios

[1] Los autores utilizaron tintes dispersos de baja y alta energía, investigaron exhaustivamente varias propiedades de teñido, como la profundidad del color, la relación de partición, el grado de agotamiento del tinte, la acumulación y las propiedades de solidez, teñieron la mezcla (poliéster fácil de teñir)/spandex y de manera paralela la mezcla convencional (poliéster regular/spandex) dando como resultado que la mezcla (poliéster teñible fácil)/spandex mostró una mayor capacidad de teñido en el poliéster y menor afinidad de teñido en el spandex a baja temperatura en comparación con la mezcla (poliéster normal)/spandex. De acuerdo a lo planteado existe coincidencia con respecto al color, relación de baño y temperatura aun cuando las temperaturas utilizadas fueran diferentes a las utilizadas en nuestro estudio.

[2] Al teñir las mezclas de poliéster/elastano con colorantes palanil usando el auxiliar dispersol, la tintura se dio a partir de 80°C hasta 130 °C con un tiempo adicional de agotamiento de 30 min, los resultados mostraron que al teñir las mezclas la acumulación de tintes es mayor en el elastano que en el poliéster, el colorante disperso tiñe preferentemente la fibra de elastano con lenta migración del elastano y poliéster, Coincidiendo con el autor que el teñido del color se da aun siendo esta en tiempos diferentes y a temperaturas bajas.

[4] El autor resume su experiencia en planta sobre el teñido de poliéster con colorantes dispersos, indicando la importancia de los parámetros: selección homogénea de tricromía según el tamaño molecular de los colorantes a usar; disolución de colorantes previo a su dosificación en el baño; limpieza y preparación del material a teñir; uso de dispersantes adecuados como auxiliares textiles; control y regulación del pH; gradiente de la subida de temperatura; isoterma de teñido; dureza del agua; eliminación de colorantes no fijados; pero no presenta información con respecto a la Relación de Baño y el tiempo de teñido

El aporte que dejamos es la demostración que el teñido de la tela poliéster con elastano puede lograr una BUENA SOLIDEZ cuando se tiñen con colorantes de

alta energía.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La presente investigación fue emitida de acuerdo con el Reglamento del Código de Ética de la investigación de la Universidad Nacional del Callao a través de la Resolución del Consejo Universitario N° 260-2019-CU.

VII. CONCLUSIONES

- 1) La ventaja que presenta el teñido de la tela poliéster con elastano con colorantes dispersos de alta energía es su buena solidez al lavado, frote seco, frote en húmedo y sublimado; en teñidos al 2% de colorante.
- 2) El tiempo y la relación de baño no influyen en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía; al 2% de colorante.
- 3) El color influye en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía; al 2% de colorante, demostrando que el color rojo (de mayor longitud de onda) presenta menos solidez al lavado y al sublimado, que los colores azul y amarillo. Siendo el promedio de solidez para el color rojo en lavado 4 y para la solidez al sublimado 3

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Desarrollar teñidos de tela poliéster/elastano con diferentes porcentajes de mezcla al de esta investigación tales como ((90 pes/10elastano;85 pes/15 elastano), utilizando colorantes dispersos de alta energía.
- 2) Desarrollar teñidos de tela poliéster/elastano con colorantes de dispersos de alta energía a diferentes porcentajes de colorantes tales como (2.5%, 3%)
- 3) Realizar pruebas de solidez de sublimado a temperaturas diferentes a 150°C, tales como (180°C, 190°C)
- 4) Desarrollar teñidos de tela poliéster /elastano utilizando tricromías de colorantes,

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M M Rahman, S M Mamun Kabir, H Kim and J Koh “Disperse dyeing properties of (easy dyeable polyester) /spandex blend” .17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles – Shaping the Future. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.254 (2017) 082020 doi:10.1088/1757-899X/254/8/082020

[2] Technical information BASF “Successful dyeing of polyester/elastane blends with dispersol and palanil dyes”. EFT/TS 181, March 2000.Registered trademark of BASF Aktiengesellschaft.

[3] Dr. Ing. Francisco Javier Carrión. “Proceso de tintura de poliéster a bajas temperaturas: Cinética de tintura con colorantes dispersos”. Trabajo publicado en el Textile Research Journal, Vol 65, (6)362-368, (1995). Boletín INTEXTER (UPC) 1995.N°108.

[4] Peña Cabello, Arnaldo. Artículo “Técnicas para el teñido poliéster” .9 de setiembre del 2017.Actualizado marzo 2021.Artículo del el Instituto privado de tecnología textil. <https://www.ipptperu.com/post/tecnicas-para-el-te%C3%B1ido-de-poliester>

[5] Luna Chávez, C. Mabel. “Fundamentos teóricos básicos sobre las fibras textiles y su tintura (2010). http://www.academia.edu/9012735/Texto_de_textil.

[6]Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursovirtual/Modulos/modulo2/3Secundaria/Actividades-Aprendizaje/EPT_1/S2/anexo2/EPT_S2_Anexo_2.pdf

[7] VELARDE Santos, Rina Esther. “La implementación de mejoras en el Proceso de Teñido en la Fibra de Poliéster, en la empresa Textil El Amazonas S.A”. Monografía (Ing. Químico). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química, Ingeniería Química e Ingeniería Agroindustrial, EAP. De Ingeniería Química, 2013. 126 h.

[8] B.L. Deopura, N.V. Padaki. Synthetic textile fibres: Polyamide, polyester and aramid fibres. *Revista Textiles and fashion*. Copyright 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-184569-931-4.00005-297>

[9] Pérez Porto, J. (5 de agosto de 2020). *Definición de elastano – Qué es, Significado y Concepto*. Recuperado el 26 de enero de 2023 <https://definicion.de/elastano/>

[10] Información técnica de la Empresa Coltex Perú SAC “Tintura de poliéster”. Realizado el año 2020

[11] *Fibre Chemistry*, Vol. 44, No. 5, January, 2013 (Russian Original No. 5, September-October, 2012) STUDY OF PROCESSES OF DYEING POLYURETHANE FIBRES BY VARIOUS CLASSES OF DYES A. E. Tret'yakova, V. V. Safonov, and A. Yu. Yusina UDC 677.027.42

[12] Vidal Salem, *Tingimento 60onogr. Fibras, conceitos e 60onografias/Vidal Salem—San Paolo. Editora Edgard Blucher Ltda.2010*

[13] <https://www.colorfuldyes.com/reactive-dyes-technical-reference>

[14] Nathan E. Hauser. Afton, Gordon W. Selling, Dunlap, Beverly Jean Selle Willington, Steven Peter Pardini Waynesboro; Robert Dewhurst, Gloucester; Elizabeth Todd Singewald, Wilmington. United States Patent Houser et al. Patent No: US 7,838,617 B2 Date of Patent: *nov. 23, 2010

[15] Tejido de punto poliéster, algodón stretch. *Poliester / Por Centola Alfaro Ulloa* <https://mundoalgodon.es/poliester/tejido-de-punto-poliester-algodon-stretch>.

[16] Malacara Daniel, *Color Visión and Colorimetry Theory and Applications*, Capítulo 1, 2, 7 y 8 SPIE, 2002.

[17] Shah H.S. y Gandhi R.S. *Instrumental Color Measurements and Computer Aided Color Matching for Textiles*. Versión en español *Medida e Igualación del Color*, Traducido por Amparo Marín Escalera, capítulo 1 y 2 AIDO, 1993.

[18] Inga Rodríguez, Margarita Antonieta, Monografía Tiempo estándar de operaciones en prendas de tejido de punto. Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0851-2019-D-FATEC, presentada para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación. Universidad Nacional de Educación, Enrique Guzmán y Valle

[19] http://www.datacolor.com/color_experts.shtml

[20] Deana Marcano, Introducción a la química de los colorantes. Colección divulgación científica y tecnológica. Academia de ciencias físicas, matemáticas y naturales.2018.

[21] Murillo, W. La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 de <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-científica./invest-cientifica.shtm>.

[22] Hernández Siamperi, Roberto. Libro “Metodología de la investigación” .6 de diciembre del 2016.Resumen: Por Héctor Efraín Castro López.

[23] Gobierno de Colombia, Manual para la tintura de fibras naturales(celulosas y proteínicas)(curvas de procesos) con tintes industriales.(2018) <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/5574/3/INST-D%202018.%20114.%202.pdf>

[24] <https://www.definicionabc.com/general/factores.php>

[25] Andrés Catena; Manuel M. Ramos; Humberto M. Trujillo. Análisis Multivariado, un manual para investigadores. Editorial Biblioteca nueva. S.L, Madrid 2003

X. ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

“Teñido de tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes dispersos de alta energía”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Metodología
General						
¿Qué ventajas presenta el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía?	Determinar las ventajas que presenta el teñido de la tela poliéster elastano utilizando colorantes de alta energía.	El teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía presentan buena solidez del color.	Y= Teñido de la tela poliéster con contenido de elastano	Solidez	Lavado Sublimación Frote en seco Frote en húmedo	Tipo: aplicada
Específico						
¿Como influyen el tiempo y la relación de baño en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía?	Evaluar la influencia de el tiempo y la relación de baño en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía	El tiempo de teñido y la relación de baño influyen significativamente en el teñido de poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía	X1=Factores de teñido En colorantes dispersos de alta energía	Tiempo R:B	45 60 1:8 1:10 1:12	Enfoque: cuantitativo Diseño: experimental Nivel: Explicativo (causa-efecto)
¿Cómo influye el color en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía?	Evaluar la influencia del color en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía	El color influye significativamente en el teñido de la tela poliéster con contenido de elastano utilizando colorantes de alta energía	X2:Color en colorantes dispersos de alta energía	Color	Azul Amarillo Rojo	

Resultado para muestras teñidas a 130° C a 45 minutos en un RB:1/8

FROTE SECO

FROTE HUMEDO

Resultado del color Azul



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Amarillo



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Rojo



Calificacion

5



Calificacion

5

Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130° C a 45 minutos en un RB:1/10

FROTE SECO

FROTE HUMEDO

Resultado del color Azul



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Amarillo



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Rojo



Calificacion

5



Calificacion

5

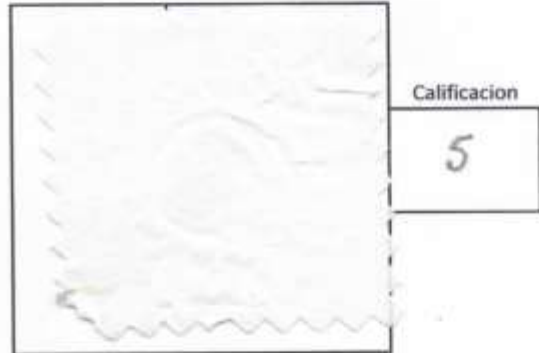
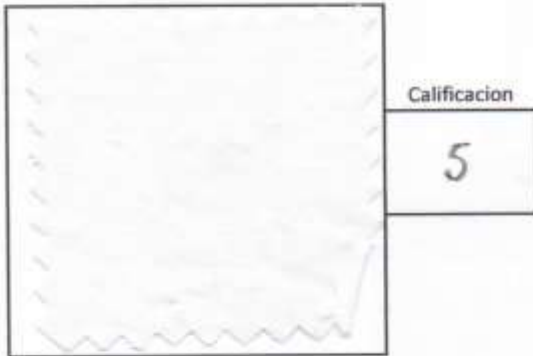
Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130° C a 45 minutos en un RB:1/12

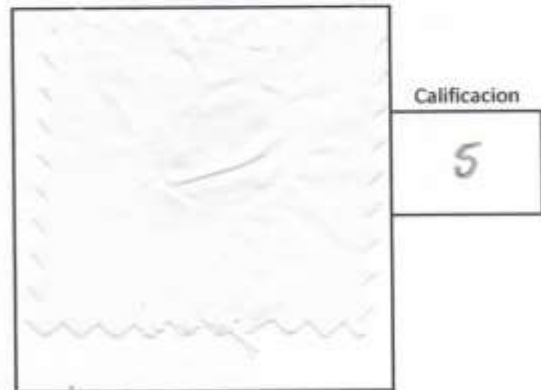
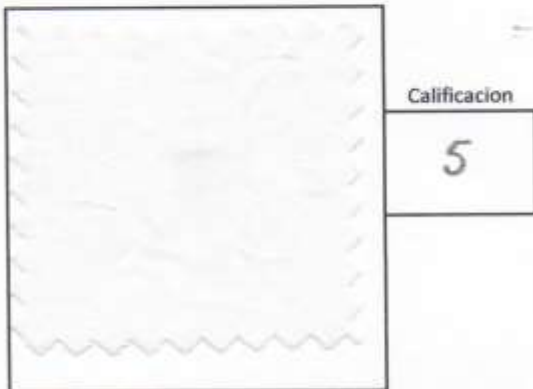
FROTE SECO

FROTE HUMEDO

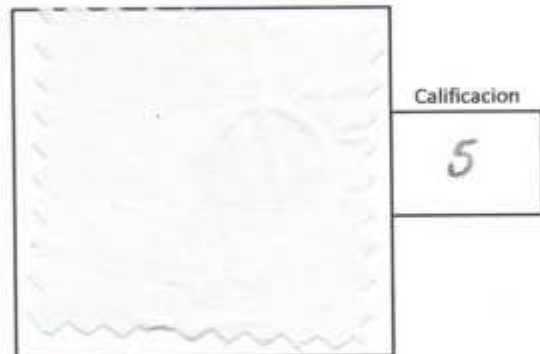
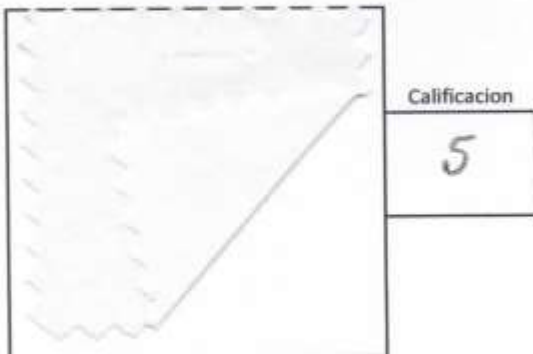
Resultado del color Azul



Resultado del color Amarillo



Resultado del color Rojo



Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130° C a 60 minutos en un RB:1/8

FROTE SECO

FROTE HUMEDO

Resultado del color Azul



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Amarillo



Calificacion

5



Calificacion

5

Resultado del color Rojo



Calificacion

5



Calificacion

5

Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130° C a 60 minutos en un RB:1/10

FROTE SECO

FROTE HUMEDO

Resultado del color Azul



Calificacion

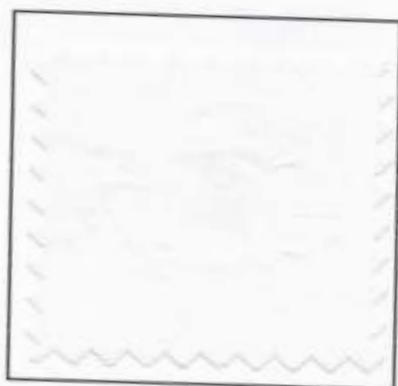
5



Calificacion

5

Resultado del color Amarillo



Calificacion

5



Calificacion

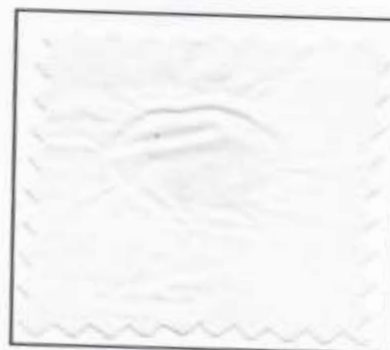
5

Resultado del color Rojo



Calificacion

5



Calificacion

5

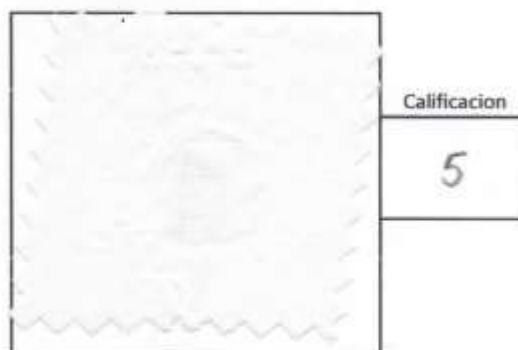
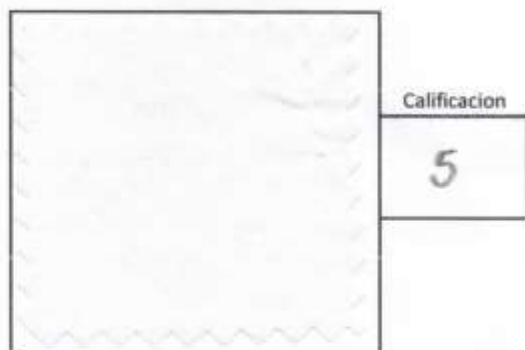
Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130° C a 60 minutos en un RB:1/12

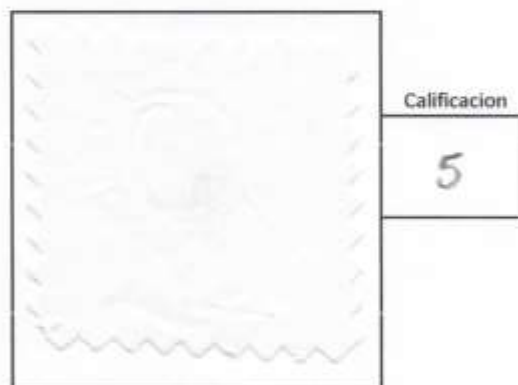
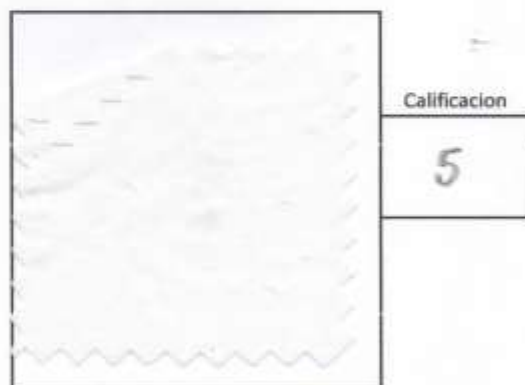
FROTE SECO

FROTE HUMEDO

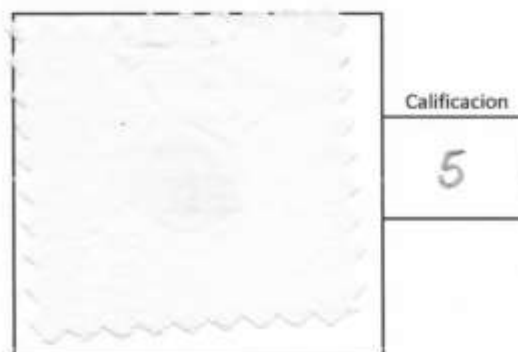
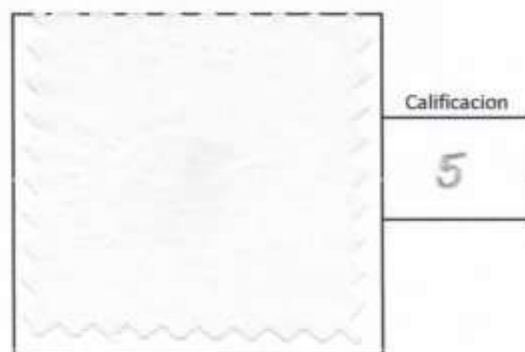
Resultado del color Azul



Resultado del color Amarillo



Resultado del color Rojo



Equipo : Crockmeter AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/8

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		4
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C


Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

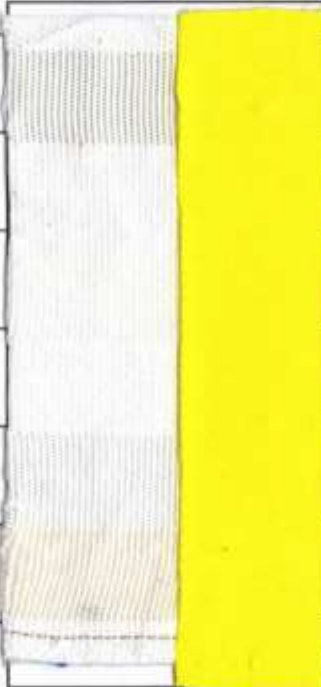
Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/10

DIACETATO		Calif.
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLIESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

DIACETATO		Calif.
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLIESTER		4
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AMARILLO

DIACETATO		Calif.
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLIESTER		4
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

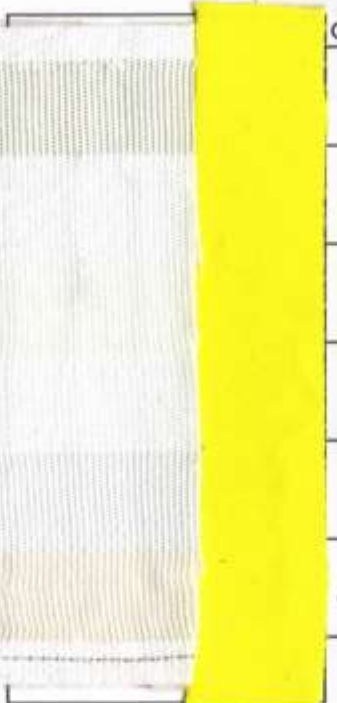
Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO
NORMA AATCC 61-2A-2013

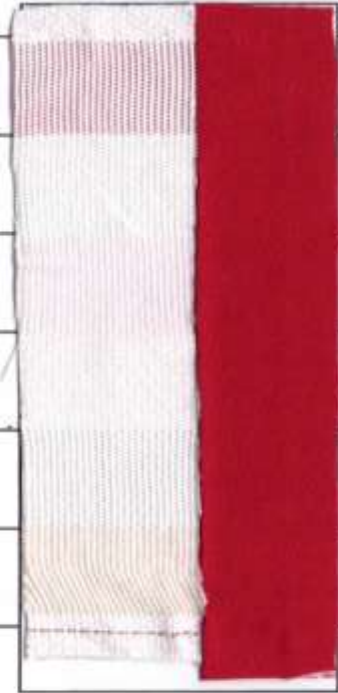
Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/12

		Calif.
DIACETATO		4
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		4
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		4
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		4
POLIAMIDA		3
POLYESTER		4
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura **49°C**

Esferas de Acero **50**

Tiempo **45 min.**

Detergente **4gr/lit**

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO
NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/8

	Calif.
DIACETATO	5
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	5
POLYESTER	5
ACRILICO	5
LANA	5

COLOR AZUL

	Calif.
DIACETATO	5
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	5
POLYESTER	5
ACRILICO	5
LANA	5

COLOR AMARILLO

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	4
POLIAMIDA	4
POLYESTER	4
ACRILICO	4
LANA	4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO
NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/10

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		4
POLIAMIDA		3
POLYESTER		4
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C


Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.


Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/12

		Calif.
DIACETATO		5
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		5
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		4
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		4
POLYESTER		4
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		3
ALGODÓN		4
POLIAMIDA		4
POLYESTER		4
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/8, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.

	Calif.
DIACETATO	3
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	4
POLIESTER	4
ACRILICO	5
LANA	5

COLOR AZUL

	Calif.
DIACETATO	3
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	3
POLIESTER	4
ACRILICO	5
LANA	4

COLOR AMARILLO

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	3
POLIAMIDA	3
POLIESTER	3
ACRILICO	3
LANA	3

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/10, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.

	Calif.
DIACETATO	3
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	4
POLIESTER	4
ACRILICO	5
LANA	5

COLOR AZUL

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	3
POLIESTER	3
ACRILICO	4
LANA	4

COLOR AMARILLO

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	4
POLIAMIDA	3
POLIESTER	3
ACRILICO	3
LANA	3

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 45 minutos en una RB:1/12, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.

		Calif.
DIACETATO		3
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		4
POLIESTER		4
ACRILICO		5
LANA		5

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		4
POLIAMIDA		3
POLIESTER		3
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		3
POLIESTER		3
ACRILICO		4
LANA		4

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociación Americana de Químicos y Coloristas)

**EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO
NORMA AATCC 61-2A-2013**

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/8, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	5
POLIAMIDA	5
POLYESTER	4
ACRILICO	5
LANA	5

COLOR AZUL

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	4
POLIAMIDA	3
POLYESTER	3
ACRILICO	3
LANA	3

COLOR AMARILLO

	Calif.
DIACETATO	2
ALGODÓN	3
POLIAMIDA	2
POLYESTER	3
ACRILICO	3
LANA	3

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Químicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/10, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		5
POLIAMIDA		5
POLYESTER		4
ACRILICO		5
LANA		4

COLOR AZUL

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		4
POLIAMIDA		3
POLYESTER		3
ACRILICO		3
LANA		4

COLOR AMARILLO

		Calif.
DIACETATO		2
ALGODÓN		3
POLIAMIDA		3
POLYESTER		3
ACRILICO		3
LANA		3

COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

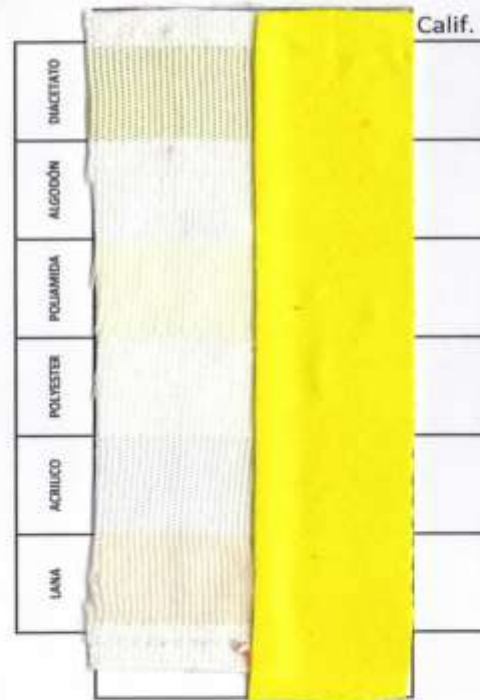
Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)

EVALUACION DE SOLIDEZ AL LAVADO NORMA AATCC 61-2A-2013

Resultados para muestras teñidas a 130°C a 60 minutos en una RB:1/12, posteriormente sublimadas a 180° C por 30 Segundos.



COLOR AZUL



COLOR AMARILLO



COLOR ROJO

Temperatura 49°C

Esferas de Acero 50

Tiempo 45 min.

Detergente 4gr/lit

Multifibra AATCC (Asociacion Americana de Quimicos y Coloristas)