



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL**

**“INVESTIGACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS PARA EL
DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN DE
TEJIDOS PLANOS BASADO EN NORMAS DE CALIDAD”**



AUTOR: Mainaguez Getial Margoth Barbarita

DIRECTOR: MSc. Herrera Villareal Wilson Adrián

Ibarra – Ecuador

2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	210120027-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Mainaguez Getial Margoth Barbarita		
DIRECCIÓN:	Av. 13 de abril N.º 2-220 y el oro, Ibarra, Imbabura		
EMAIL:	mbmainaguezg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-----	TELF. MÓVIL	0960226916

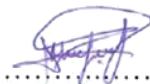
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Investigación de parámetros técnicos para el desarrollo de una metodología para caracterización de tejidos planos basado en normas de calidad
AUTORA:	Mainaguez Getial Margoth Barbarita
FECHA:	10 de junio del 2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	☒ GRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Herrera Villareal Wilson Adrián

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de junio del 2025

EL AUTOR



.....

Mainaguez Getial Margoth Barbarita

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, a los 10 días del mes de junio del 2025

MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

.....

MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián

C.C: 100286804-8

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del Trabajo de Integración Curricular “Investigación de parámetros técnicos para el desarrollo de una metodología para caracterización de tejidos planos basado en normas de calidad” elaborado por Mainaguez Getial Margoth Barbarita, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

.....

Director

MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián

C.C: 100286804-8

.....

Asesor

MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C: 100252578-8

DEDICATORIA

Con profundo amor y esperanza, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mi fortaleza y guía en cada etapa de este camino.

A mis padres, por ser la motivación de mi vida y el motor que impulsa mis sueños, por su apoyo incondicional y confianza en mí; han sido fundamentales para culminar mi meta.

A toda mi familia, por confiar en mí y permitirme ser parte de su orgullo, así como son parte del mío.

Mainaguez Getial Margoth Barbarita

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi familia por el apoyo incondicional, su dedicación y paciencia infinita, que me han brindado a lo largo de mi carrera. Su respaldo ha sido un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

Asimismo, deseo expresar mi más sincera gratitud a mi director de trabajo de investigación, el MSc. Herrera Wilson, por su invaluable orientación y apoyo constante durante todo el proceso de desarrollo del proyecto de titulación. Su conocimiento, consejo crítico y confianza en mi capacidad han sido los pilares esenciales en este trabajo.

Extiendo también mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, bastión de excelencia académica, cuya formación ha cultivado en un espíritu crítico esencial para el análisis profundo de los desafíos; su legado y enseñanzas perdurarán en aquellos que tuvimos el privilegio de aprender en sus aulas.

Mainaguez Getial Margoth Barbarita

RESUMEN

En este estudio se analizaron las normas y parámetros utilizados en el control del tejido de calada, con el objetivo de elaborar un manual que estandarice un proceso para el análisis del tejido plano. Para ello, se diseñaron formatos que facilitan la aplicación de cada normativa en los ensayos. Asimismo, se implementaron métodos técnicos y empíricos que garantizan una metodología estructurada y eficaz en la evaluación de los tejidos planos.

Los resultados de gramaje obtenidos son esenciales para evaluar la validez de los ensayos previos, a través de la comparación de resultados obtenidos con diferentes métodos. Estos valores fueron los siguientes: 143.39 g/m² para el tafetán, 210.1 g/m² en tejido tipo sarga y 79.73 g/m² en la muestra de satén. En cuanto a los datos obtenidos a través de la norma ISO 3801, que es el peso basado en la muestra, fueron: 141.75 g/m² para el tafetán, 207.35 g/m² en la sarga y 78.34 g/m² en la muestra de satén. Al calcular el porcentaje de error para el tafetán, sarga y satén, se evidenció un 1.16 %, 1.33 % y 1.78 %, respectivamente.

Lo anteriormente expuesto, más la comparativa con los valores de gramaje base especificados en las fichas técnicas: tafetán (137 ± 7 g/m²), la sarga (210 ± 10 g/m²) y satén (75 ± 5 g/m²), evidencian que los datos obtenidos mediante el método de cálculo y el basado en la norma ISO 3801 se encuentran dentro del rango de tolerancia aceptable para cada tejido. Adicionalmente, los tres resultados presentaron un coeficiente de variación de 2.36 % en el tafetán, 0.78 % en la sarga y 3.07 % en el satén.

Ambos ítems analizados (porcentaje de error y coeficiente de variación) dan cuenta de que el método aplicado cumple con lo necesario para replicar un género textil, validando el proceso de análisis establecido, permitiendo una interpretación precisa de los resultados.

Palabras clave: metodología textil, calidad, remetido, tejido plano.

ABSTRACT

In this study, the standards and parameters used in the control of woven fabric were analyzed, with the aim of developing a manual that standardizes a process for analyzing woven fabrics. To this end, formats were designed to facilitate the application of each standard in the tests. Additionally, both technical and empirical methods were implemented to ensure a structured and effective methodology in the evaluation of woven fabrics.

The weight results obtained are essential for assessing the validity of the previous tests by comparing the results obtained with different methods. These values were as follows: 143.39 g/m² for tafeta, 210.1 g/m² for twill fabric, and 79.73 g/m² for the satin sample. Regarding the data obtained through the ISO 3801 standard, which is based on sample weight, the values were: 141.75 g/m² for tafeta, 207.35 g/m² for twill, and 78.34 g/m² for satin. When calculating the error percentage for tafeta, twill, and satin, the results were 1.16%, 1.33%, and 1.78%, respectively.

The above, combined with the comparison to the base weight values specified in the technical data sheets—tafeta (137 ± 7 g/m²), twill (210 ± 10 g/m²), and satin (75 ± 5 g/m²)—demonstrates that the data obtained through both the calculation method and the ISO 3801-based method fall within the acceptable tolerance range for each fabric. Additionally, all three results presented a coefficient of variation of 2.36% for tafeta, 0.78% for twill, and 3.07% for satin.

Both analyzed items (error percentage and coefficient of variation) indicate that the method applied meets the necessary requirements to replicate a textile fabric, validating the established analysis process and allowing for an accurate interpretation of the results.

Keywords: textile methodology, quality, drawing, plain weave.

LISTA DE SIGLAS

AATCC. American Association of Textile Chemists and Colorists (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles)

ASTM. American Society for Testing and Materials (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales)

ISO. International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

E. Porcentaje de encogimiento

Ne. Número inglés

Den. Denier

U. Urdimbre

T. Trama

DPM. Diseño por maquinilla

HO. Hilos de orillo

HF. Hilos de fondo

x. Número de veces o repeticiones

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
Problema de investigación	18
Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos	20
Características del sitio del proyecto	20
CAPÍTULO I	22
MARCO TEÓRICO.....	22
1.1 Estudios previos.....	22
1.1.1 Parámetros técnicos del tejido plano analizados bajo normas de calidad.....	22
1.1.2 Metodología de análisis de parámetros del tejido plano	29
1.1.3 Fórmulas para calcular los parámetros del tejido plano.....	34
1.2 Marco legal	37
1.2.1 Constitución de la República del Ecuador	38
1.2.2 Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte.....	39
1.3 Marco conceptual.....	39
1.3.1 Tejido plano	40
1.3.2 Características del tejido plano	40
1.3.3 Ligamentos fundamentales	40
1.3.4 Densidad	42

1.3.5	Porcentaje de encogimiento	43
1.3.6	Sentido de la torsión.....	43
1.3.7	Gramaje.....	44
1.3.8	Remetido	44
1.3.9	Tipos de remetidos	44
1.3.10	Normas estandarizadas de calidad	46
CAPÍTULO II		49
METODOLOGÍA		49
2.1	Enfoque de la investigación	49
2.2	Tipos de investigación a aplicar en el desarrollo de una metodología textil	49
2.2.1	Investigación descriptiva	49
2.2.2	Investigación analítica	50
2.3	Técnicas de investigación	50
2.3.1	Análisis documental.....	51
2.3.2	Método cuantitativo	51
2.4	Flujogramas.....	51
2.4.1	Flujograma general	52
2.4.2	Flujograma muestral	53
2.5	Equipos y materiales	54
2.5.1	Termohigrómetro	54
2.5.2	Cuenta hilos (lupa textil).....	55

2.5.3	Balanza analítica	56
2.5.4	Cortadora circular de muestras	57
2.5.5	Muestras de tejido plano	57
2.5.6	Insumos para el análisis del tejido plano	59
2.6	Procedimiento de cálculo	61
2.7	Desarrollo de análisis de los tejidos.....	94
CAPÍTULO III.....		101
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		101
3.1	Resultados	101
3.1.1	Tablas de resultados del análisis cuantitativo	101
3.1.2	Análisis de varianza	111
3.1.3	Normalidad de datos del gramaje	118
3.1.4	Interpretación de los resultados	120
3.2	Diseño de propuesta de manual de procedimientos	122
3.3	Discusión de resultados generales	122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		127
Conclusiones		127
Recomendaciones		129
Referencias bibliográficas.....		131
ANEXOS		142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Densidades utilizadas para la elaboración del tejido de doble cara</i>	24
Tabla 2	<i>Parámetros del tejido</i>	25
Tabla 3	<i>Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte</i>	39
Tabla 4	<i>Ficha técnica del tejido tafetán</i>	58
Tabla 5	<i>Ficha técnica del tejido sarga</i>	58
Tabla 6	<i>Ficha técnica del tejido satén</i>	59
Tabla 7	<i>Tabla de materiales utilizados</i>	60
Tabla 8	<i>Ancho del tejido acabado</i>	102
Tabla 9	<i>Densidad total de los hilos en 1 cm²</i>	103
Tabla 10	<i>Porcentaje de ondulación del hilo de trama</i>	105
Tabla 11	<i>Títulos de hilos</i>	107
Tabla 12	<i>Masa por unidad de área de los diferentes ligamentos analizados</i>	109
Tabla 13	<i>Comparación del gramaje</i>	111
Tabla 14	<i>Prueba de normalidad de los gramajes</i>	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del Laboratorio Textil</i>	21
Figura 2 <i>Ángulo de entrecruzamiento de hilos</i>	26
Figura 3 <i>Ondulación del hilo</i>	27
Figura 4 <i>Segmentación de las líneas de la cinta métrica</i>	30
Figura 5 <i>Diseño de estructura del ligamento</i>	32
Figura 6 <i>Ligamento tafetán</i>	41
Figura 7 <i>Ligamento sarga</i>	41
Figura 8 <i>Ligamento satén</i>	42
Figura 9 <i>Sentido de la torsión</i>	43
Figura 10 <i>Tipos de remetidos</i>	46
Figura 11 <i>Flujograma general</i>	52
Figura 12 <i>Flujograma muestral</i>	53
Figura 13 <i>Termohigrómetro</i>	54
Figura 14 <i>Cuenta hilos</i>	55
Figura 15 <i>Balanza analítica</i>	56
Figura 16 <i>Cortadora circular</i>	57
Figura 17 <i>Formato basado en la norma AATCC 20A</i>	65
Figura 18 <i>Formato basado en la norma ASTM D 3774-18</i>	68
Figura 19 <i>Formato basado en la norma ISO 7211-2</i>	70
Figura 20 <i>Formato basado en la norma ISO 7211-1</i>	72
Figura 21 <i>Formato basado en la norma ISO 7211-3</i>	76
Figura 22 <i>Formato basado en la norma ISO 2</i>	83
Figura 23 <i>Formato basado en la norma ASTM 1059-17</i>	85
Figura 24 <i>Formato basado en la norma ISO 3801</i>	90

Figura 25 <i>Formato de análisis del tejido</i>	92
Figura 26 <i>Formato del remetido del tejido</i>	94
Figura 27 <i>Análisis del ligamento tafetán</i>	95
Figura 28 <i>Remetido del tejido tafetán</i>	96
Figura 29 <i>Análisis del ligamento sarga</i>	97
Figura 30 <i>Remetido del tejido sarga</i>	98
Figura 31 <i>Análisis del ligamento satén</i>	99
Figura 32 <i>Remetido del tejido satén</i>	100
Figura 33 <i>Análisis del ancho del tejido acabado</i>	112
Figura 34 <i>Análisis de la densidad</i>	113
Figura 35 <i>Análisis del porcentaje de ondulación</i>	114
Figura 36 <i>Análisis de los títulos de hilos</i>	116
Figura 37 <i>Análisis del gramaje</i>	117
Figura 38 <i>Análisis de todos los gramajes</i>	118
Figura 39 <i>Análisis gráfico de promedios de los parámetros cuantitativos</i>	121
Figura 40 <i>Análisis gráfico de todos los datos del gramaje en los ligamentos</i>	122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Certificado del uso del Laboratorio Textil</i>	142
Anexo 2 <i>Tabla I Métodos químicos para análisis de mezclas de fibras</i>	143
Anexo 3 <i>Tabla II Solubilidades de las fibras en reactivos utilizados en los métodos químicos</i>	144
Anexo 4 <i>Medición del ancho del tejido acabado</i>	145
Anexo 5 <i>Conteo de la densidad</i>	146
Anexo 6 <i>Obtención de la estructura del tejido</i>	147
Anexo 7 <i>Porcentaje de ondulación urdimbre</i>	148
Anexo 8 <i>Porcentaje de ondulación trama</i>	149
Anexo 9 <i>Obtención del título del hilo urdimbre</i>	150
Anexo 10 <i>Obtención del título del hilo trama</i>	151
Anexo 11 <i>Sentido de la torsión del hilo</i>	152
Anexo 12 <i>Obtención de la masa por unidad de área</i>	153
Anexo 13 <i>Ficha técnica del ligamento tafetán</i>	154
Anexo 14 <i>Ficha técnica del ligamento sarga</i>	155
Anexo 15 <i>Ficha técnica del ligamento satén</i>	156
Anexo 16 <i>Manual operativo</i>	157

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

En la industria textil, la precisión en la determinación de las características de los tejidos es esencial para asegurar la calidad, durabilidad y desempeño óptimo de los productos finales. Sin embargo, tanto en las fábricas textiles a nivel nacional como en el ámbito académico de la Carrera de Textiles, se enfrentan a un obstáculo importante: la ausencia de un método estandarizado que oriente el análisis de los parámetros acerca de la caracterización de los tejidos planos.

Esta carencia de un procedimiento definido representa un problema central, ya que limita la capacidad de llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los géneros textiles. Por lo tanto, el proceso de análisis se ve dificultado por la complejidad de los estudios requeridos, que van desde la identificación de hilos hasta la determinación del peso y la densidad del tejido.

Además, es fundamental abordar este problema mediante el desarrollo de un método de análisis de parámetros específicamente diseñado para la caracterización de tejidos planos en la industria textil. Este procedimiento se basará en normas estandarizadas de calidad reconocidas a nivel nacional e internacional. Asimismo, este proceso deberá ser capaz de identificar y medir con precisión los indicadores críticos que influyen en la calidad de los géneros textiles, teniendo en cuenta la diversidad de materiales de estos.

La implementación de este procedimiento no solo permitirá reducir las pérdidas de tiempo para los analistas de tejidos, sino que también brindará la oportunidad de mejorar la calidad y duplicar los tejidos. De esta forma, contribuirá a fortalecer la competitividad de la industria textil en el mercado nacional e internacional.

Justificación

En la industria textil, existe una falta de un método estandarizado para el análisis de parámetros y la caracterización de tejidos planos de acuerdo con las normas de calidad. Esta situación destaca la necesidad de desarrollar una metodología que permita obtener datos de manera coherente y precisa, acorde con los procedimientos establecidos en diversas normativas. La falta de un enfoque definido en este aspecto se convierte en un factor crítico que afecta la capacidad de replicar con éxito los géneros textiles.

Por lo tanto, para abordar esta carencia, se propone el desarrollo de una metodología basada en una variedad de normas de calidad reconocidas, como son ASTM, ISO y AATCC. Estas normas proporcionan diferentes métodos y directrices, que se integrarán en un único procedimiento coherente.

Además de las normativas establecidas, se incorporarán algunas “consideraciones teóricas y fórmulas empíricas relacionadas con la parametrización del hilo” (Gonçalves et al., 2015). Estas incluyen el remetido, el ancho de orillos y la relación orillo-fondo, entre otras. La combinación de estos enfoques permitirá establecer un método completo para el análisis y la caracterización de los tejidos planos en la industria textil, asegurando así “la correcta evaluación de los hilos, la cual es de suma importancia para la industria textil, ya que la calidad del producto depende directamente del hilo” (Carvalho et al., 2008).

Por lo cual, el principal objetivo de esta investigación es la elaboración de una metodología que describa de manera exhaustiva la obtención de características estructurales del tejido plano y el proceso de cálculo. Logrando, así como resultado, un manual, el cual servirá como una guía técnica esencial tanto en el ámbito académico como en el industrial, proporcionando instrucciones claras para facilitar el proceso de obtención de datos de los géneros textiles planos. Al aumentar la consistencia en la caracterización de los productos, se

espera que este enfoque contribuya significativamente a mejorar la calidad del producto final en la industria textil.

Objetivos

Objetivo general

Investigar parámetros técnicos para el desarrollo de una metodología para caracterización de tejidos planos basado en normas de calidad.

Objetivos específicos

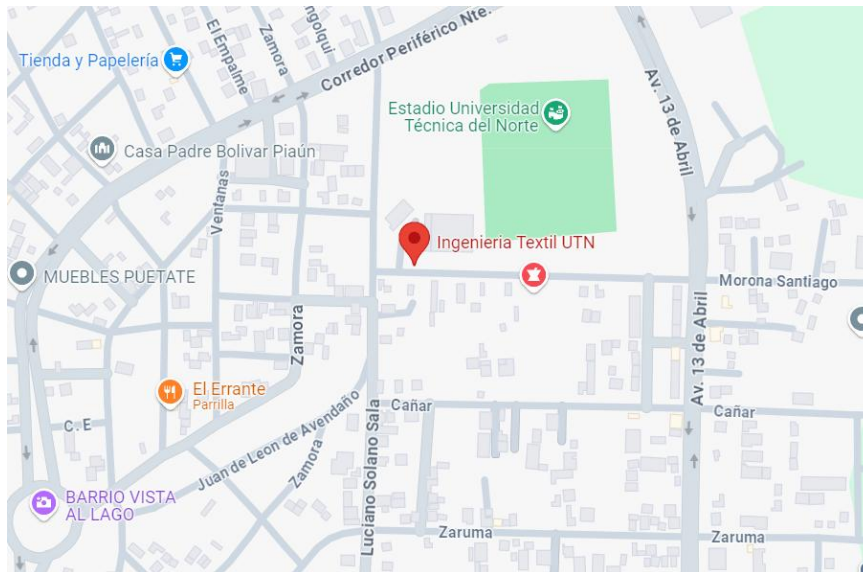
- Revisar los diferentes parámetros técnicos que son importantes en la caracterización de un tejido plano mediante el uso de fuentes bibliográficas confiables.
- Desarrollar una metodología estándar mediante la aplicación de normas de calidad que garanticen la caracterización de los tejidos planos llanos.
- Elaborar pruebas en base a la metodología estándar propuesta para la determinación de la confiabilidad y viabilidad.
- Elaborar un manual que contenga el método establecido y fundamentado en normas estandarizadas de calidad para que sirva como guía técnica.

Características del sitio del proyecto

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte en los laboratorios de la Carrera de Textiles (ver **Figura 1**), los cuales cuentan con equipos tecnológicos avanzados, normativas de seguridad y normas de calidad que son empleadas para los diferentes análisis de resultados. Estos laboratorios se encuentran ubicados en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, sector Los Huertos familiares, entre las calles Morona Santiago y Luciano Solano, con coordenadas 0°22'41''N 78°07'24.2''W.

Figura 1

Ubicación del Laboratorio Textil



Fuente: (Google Maps, 2024)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Estudios previos

Los estudios previos se orientan en investigaciones anteriores relacionadas con la caracterización de tejidos planos, poniendo especial atención en el análisis de parámetros técnicos conforme a normas de calidad. Estos estudios proporcionan un marco de referencia fundamental para la comprensión y evaluación de los parámetros clave considerados en el tema de investigación.

1.1.1 Parámetros técnicos del tejido plano analizados bajo normas de calidad

El estudio realizado por Gokarneshan (2007) explica que “los tejidos están influenciados por varios parámetros como: ancho del tejido acabado, tipo de estructura, composición del material de urdimbre y trama, densidad, ondulación y torsión del hilo, gramaje, entre otros” (p. 1).

Por lo tanto, para la evaluación objetiva de los parámetros técnicos que contiene un tejido plano, se emplean normas de calidad que establecen directrices y procedimientos que garantizan la fiabilidad y precisión de los resultados. Además, las normas de calidad son esenciales para asegurar que el género textil se someta a una estricta metodología en el análisis de los distintos ensayos textiles.

a) Composición del tejido – AATCC TM 20A

“La determinación precisa de la composición de las fibras es esencial para optimizar las propiedades de los materiales en diversas aplicaciones textiles, compuestos y otros materiales de origen biológico” (Ali et al., 2025, p. 1). Por lo tanto, Holmes (2007) expresa que “el método de la prueba AATCC (TM) 20 A es un análisis cualitativo en donde se describen técnicas

microscópicas, físicas, químicas, en tablas que enumeran características que incluyen fotografías de fibras longitudinales y transversales para la comparación e identificación de muestras desconocidas” (p. 1).

Qin et al. (2023) realizaron un estudio que desarrolló un método cuantitativo basado en la observación in situ en torno a secciones transversales y procesamiento de imágenes; para ello, utilizaron microscopios metalográficos de transmisión y reflexión. Además, también utilizaron el método de disolución química para la comparación de datos obtenidos de los análisis cuantitativos de las fibras biocomponentes.

Otro estudio que realizaron Huang et al. (2023) indica que el modelo de red neuronal convolucional unidimensional (1D-CNN) predice múltiples contenidos de fibras. Esto implica el proceso de datos de las mezclas lana/poliéster, algodón/poliéster que fueron obtenidos a través del espectrómetro infrarrojo. Además, mediante este método se puede predecir con precisión, es factible para pruebas rápidas no destructivas y es respetuoso con el medio.

b) Ancho total del tejido plano – Norma ASTM D3774–18

“El ancho de la tela está determinado por el porcentaje de rizo inducido, por lo que puede ser menor o excedente de lo requerido si el porcentaje de ondulación no se mide con precisión” (Fazal et al., 2021, p. 1). Por otra parte, en el estudio realizado por Bhuvaneshwarri y Tamilarasi (2019) explican que “cuando existe desviación del ancho de la tela, afecta las propiedades de comodidad del tejido, conduce a un mayor consumo de materia prima; es necesario controlar este parámetro” (p. 1).

Además, Naveed et al. (2020) indican que “existe una relación lineal entre la eficiencia del corte y el ancho del tejido; siendo así variables dependientes” (p. 1). Por lo tanto, para garantizar la calidad del producto, se utiliza la norma ASTM D 3774–18 en la medición del ancho de la tela acabada.

c) Densidad del tejido plano – Norma ISO 7211–2

En el estudio llevado a cabo por Soekoco et al. (2023), se señala que, para la creación de un tejido de doble cara, se emplearon 6 600 hilos de urdimbre de poliéster–viscosa (65%/35%), mientras que los hilos de trama fueron 100% poliéster. Asimismo, examinaron diferentes densidades de trama, las cuales se describen en la **Tabla 1**, en la que se determina que la densidad del tejido es proporcional a su peso, pero inversamente proporcional a su permeabilidad.

Tabla 1

Densidades utilizadas para la elaboración del tejido de doble cara

Densidad de urdimbre (hilos/pulgada)	Densidad de trama (pasadas/pulgada)
98	90
	80
	70

Fuente: adaptado de Soekoco et al. (2023).

Islam et al. (2022) realizaron un estudio, en el cual analizaron el rendimiento de mezclas de poliéster con fibras naturales como lino y okra. Además, para este análisis utilizaron como referencia un hilo de algodón 30 tex en la urdimbre, con el objetivo de evaluar las propiedades y examinar el comportamiento de la okra y lino en la dirección de la trama.

Por lo tanto, los parámetros analizados del tejido se presentan de manera detallada en la **Tabla 2**. Además, determinaron la densidad lineal de los hilos siguiendo las especificaciones de la norma ISO 7211–2. Esta norma asegura la precisión en la medición y comparación de las propiedades del material, proporcionando datos clave para evaluar la calidad y el rendimiento de las mezclas de fibras.

Tabla 2*Parámetros del tejido*

Parámetros	Urdimbre	Trama	Valor
Porcentaje de mezcla del poliéster/lino	-	-	90%/10%; 85%/15%; 80%/20%
Porcentaje de mezcla del poliéster/okra	-	-	90%/10%; 85%/15%; 80%/20%
Título del hilo	30 tex	30 tex	
Hilos por pulgada	76	68	
Ancho de la tela	-	-	63 pulgadas

Fuente: adaptado de Islam et al. (2022).

d) Estructura del tejido plano – Norma ISO 7211–1

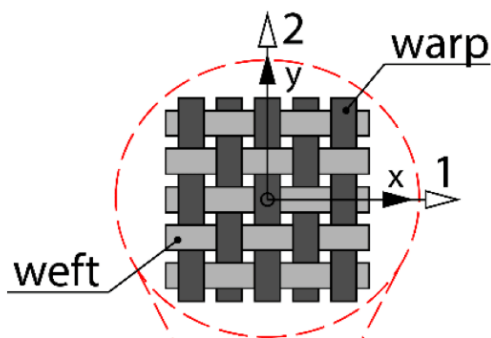
El estudio realizado por Gokarneshan (2007) manifiesta que existen tres estructuras básicas del tejido, las cuales son: liso, sarga y satén. El liso o tafetán está compuesto por un tamaño de repetición mínimo de 2 y tiene un menor número de entrelazamientos. Por otro lado, el tejido sarga tiene un tamaño de repetición mínimo de 3; las combinaciones varían de acuerdo con el número de hilos y aumento de repetición; dan un efecto de línea diagonal al género textil. En cambio, los tejidos satén no tienen ese efecto, ya que tienden a tener superficies suaves y se producen con cara de urdimbre o trama.

Por otro lado, (Guo et al., 2020) explican que los tejidos planos están conformados por dos conjuntos de hilos que son urdimbre y trama; estos, al ser entrelazados, forman un ángulo recto de 90° (ver **Figura 2**). Además, cada estructura tiene diferente resistencia, tenacidad, espesor, entre otras características, lo que permite la diferencia entre sí.

Por ello, Panneerselvam et al. (2023) manifiestan que las estructuras de los tejidos básicos son representadas a través del diseño de papel de puntos, diagramas de entrelazado o de sección transversal, lo que permite la proyección en perspectiva / ortográfica y a su vez facilita la comprensión del patrón de los textiles tridimensionales compuestos y complejos. Además, la norma ISO 7211-1 aporta directrices y procedimientos para la respectiva representación de los tejidos.

Figura 2

Ángulo de entrecruzamiento de hilos



Fuente: (Bastovansky et al., 2024, p. 6)

e) Porcentaje de ondulación del hilo – Norma ISO 7211–3

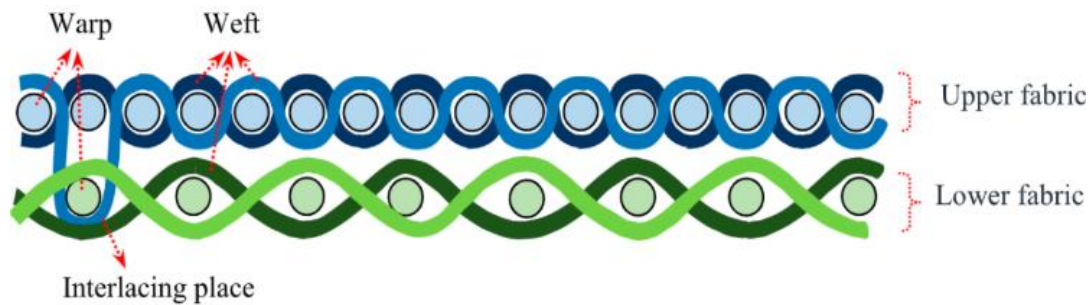
Pattakhova y Rakhimkhodzhayev (2022) indican que el rizado del hilo (ver **Figura 3**) es un parámetro clave, debido a que permite la evaluación de la aproximación de consumo de las materias primas al momento de fabricar el tejido. Por lo tanto, determinan que la tensión del hilo, tanto de urdimbre como de trama, tiene cierta influencia en la ondulación al momento en que el telar realiza el género textil.

Por otra parte, en el estudio realizado por Beyene y Korra (2022) explican que el porcentaje de rizado se ve influenciado por el tipo de fibra, hilos, estructura del tejido, torsión, parámetros de ajuste del telar, entre otros; esto hace que el porcentaje de ondulación del hilo

sea difícil de controlar. Por lo cual, para medir el rizado se emplea la norma de calidad ISO 7211-3 u otras referentes.

Figura 3

Ondulación del hilo



Fuente: (Kiš y Kovačević, 2024, p. 271)

f) Sentido de la torsión del hilo – Norma ISO 2

Según Narkhedkar y Wasif (2018), expresan que “el sentido de la torsión del hilo (S o Z) juega un papel importante en el comportamiento de la tela y su calidad” (p. 1). Por otra parte, Alamdar y Bidoki (2010) indican que los tejidos que tienen torsiones unidireccionales (Z y Z) en trama y urdimbre poseen una mayor adhesión en comparación con las telas que están compuestas por hilos de diferente torsión (Z y S); una buena armonía se da cuando el ángulo de hélice total, tanto de urdimbre como de trama, es cercano a los 90 °. Por ende, la norma ISO 2 permite verificar el sentido de la torsión, ya sea S o Z.

g) Título del hilo – Norma ASTM 1059-17

Özgüney et al. (2009) examinaron los efectos que se produjeron en telas tafetán, sarga y satén que están elaboradas con hilos compactos de 12 tex y 20 tex, 100% algodón. A estos tejidos les aplicaron diferentes tipos de acabados, obteniendo como resultado géneros textiles con efectos significativos con respecto al tacto.

“El poliéster presenta una buena recuperación al estiramiento, al doblado y la compresión. Así midiéndolo en un minuto de tensión, el poliéster se recupera entre el 80 % y el 97 % de recuperación elástica, dependiendo de la elongación efectuada” (Alagón y Neira, 2020, p. 43).

El título de los hilos es un factor crucial que depende de la estructura del tejido y de su aplicación. Esta elección influye en las propiedades mecánicas, la durabilidad y el comportamiento del tejido en diversas condiciones. Por lo tanto, es fundamental considerar las características del hilo y las necesidades específicas del producto final al seleccionar el título adecuado.

h) Gramaje – Norma ISO 3801

“Normalmente, el peso base real de los tejidos se determina pesando una muestra de un cierto largo y ancho; posteriormente, realizando la conversión correspondiente (ISO 3801:1977), este método implica una destrucción o desperdicio de material” (Barylko et al., 2019, p. 1).

Por lo tanto, Midha et al. (2014) estudiaron tejidos de poliéster, mezclas de algodón-poliéster y algodón; además utilizaron estructuras fundamentales como tafetán, sarga y satén para determinar un peso adecuado para la aplicación de acabados repelentes al agua y antibacterianos en batas quirúrgicas. En donde observaron que las muestras de tejido de poliéster, algodón, con estructura de sarga y un peso de 200 g/m² presentaron un nivel de protección significativamente más alto, mientras que el tafetán y satén de 150 g/m² tuvieron un rendimiento más bajo.

Otro estudio indica que “se han desarrollado tejidos filtrantes de poliéster con estructuras como: tafetán, sarga y satén, con una densidad superficial que varía de 400 a 760 g/m²” (Gusakov y Perepelkin, 2007, p. 1). Por otra parte, “la tela de poliéster de ligamento

tafetán, con un acabado de blanqueado, contiene un peso de 75 g/m², 104 hilos de urdimbre y 84 pasadas por pulgada” (Kale et al., 2010, p. 1) .

Estos estudios destacan la utilidad del estándar ISO 3801 en la evaluación del peso del tejido en diversas composiciones y tratamientos textiles, proporcionando datos completos bajo diferentes condiciones. Según Posso et al. (2024), “los tejidos se caracterizan con base en el parámetro peso del tejido (g/m²); por ejemplo, el tejido meta-aramida (MA) de 157 g/m², el tejido de algodón de 157 g/m² y otro de 176 g/m² tienen diferentes resistencias de ciclos de frotación debido a su peso y composición” (p. 1), y en otro estudio que realizaron Chamorro et al. (2024), indican que “los pesos superficiales en un no tejido de lana son: 498.85 g/m²; 620.1 g/m²; 521.68 g/m²; 543.05 g/m² y 462.63 g/m² ” (p. 8). Por otro lado, “un no tejido de fibra de abacá tiene un peso de 80 g/cm²” (Mora et al., 2024, p. 1).

1.1.2 Metodología de análisis de parámetros del tejido plano

La metodología de análisis describe los procedimientos y técnicas utilizadas para recolectar, procesar y evaluar la información en el estudio.

1.1.2.1 Método para obtener la composición del tejido

Según Zhang et al. (2022), manifiestan que, para la optimización de los métodos de análisis cuantitativos de tejidos o mezclas, se realizan siguiendo procedimientos establecidos en la norma AATCC 20, la cual es para el análisis químico cuantitativo de textiles. Esta norma detalla aspectos importantes como es el peso de la muestra, la solución que se debe aplicar de acuerdo con el material textil, la temperatura de la solución, el tiempo de inmersión de la muestra y la medición de la masa residual después del secado.

1.1.2.2 Método para medir el ancho del tejido acabado

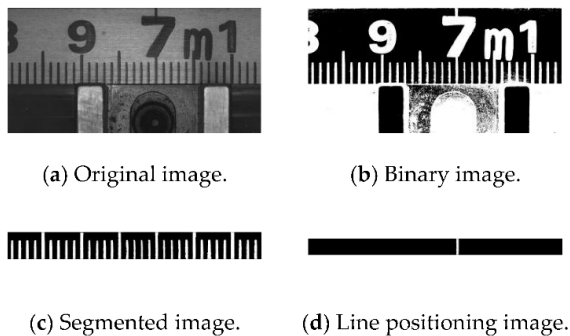
Wang et al. (2022) explican que, para la medición del ancho del tejido acabado, existe un dispositivo estándar basado en tecnología de visión artificial que permite la recolección de

datos más cercanos posible a la precisión a través de imágenes, en la cual se muestran la cinta métrica de acero y el tejido extendido.

Además, este dispositivo está diseñado con algoritmos que permiten segmentar las líneas de la cinta métrica (ver **Figura 4**). Por lo tanto, mediante una alta resolución de la fotografía, se visualizan con claridad los píxeles, los cuales se transforman en binarios y proporcionan los datos exactos tomados de la imagen.

Figura 4

Segmentación de las líneas de la cinta métrica



Fuente: (Wang et al., 2022, p. 9)

1.1.2.3 Método de conteo de hilos por pulgada para calcular la densidad del tejido

De acuerdo con Zaragoza (2004), afirma que:

El procedimiento para determinar la densidad de un tejido, evaluando tanto la urdimbre como la trama, se mide como el número de hilos por centímetro (hilos/cm), mientras que la densidad en trama se calcula como el número de pasadas por centímetro (pasadas/cm). Además, para el conteo de la densidad existen los siguientes métodos:

- **Cuenta hilos (lupa textil):** Este método emplea una lupa textil con una estructura cuadrada que incluye un equivalente a una pulgada cuadrada. La lupa se coloca directamente sobre el tejido y se alinea con un hilo en sentido

vertical y horizontal. A continuación, se cuenta el número de hilos y pasadas en el área delimitada, utilizando un alfiler o aguja y, para mayor precisión, se realizan 10 recuentos para la urdimbre y 10 para la trama. Además, hay que asegurarse de mantener distancia de los orillos durante las mediciones.

- **Corte de muestras:** En este método, se cortan cuidadosamente muestras de un centímetro cuadrado de diferentes áreas del tejido, preferiblemente alejadas del orillo. Posteriormente, se procede a destejer la muestra con un punzón y contar el número de hilos y pasadas; este proceso es más preciso para obtener la densidad de la tela (p. 37).

1.1.2.4 Método para representar la estructura del tejido plano

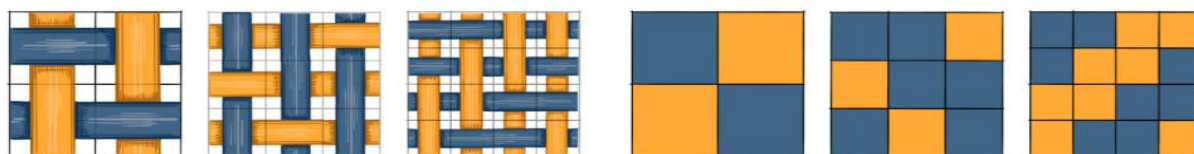
Panneerselvam et al. (2023) destacan la importancia de crear una cuadrícula en donde cada cuadro represente las intersecciones de los hilos de urdimbre y trama. Para obtener una mejor visualización de cada intersección, es fundamental utilizar diferentes colores en las líneas que representan los hilos, facilitando así la identificación de las posiciones de los hilos tomados y dejados (ver **Figura 5**).

Además, es crucial identificar el ligamento del tejido, ya que el entendimiento de la estructura permite representar el diagrama directamente en un papel de puntos, facilitando la interpretación de la densidad a través del análisis de una perspectiva tridimensional de un software CAD 3D.

Por lo tanto, para la construcción de un diagrama de tejido, primero se comienza con la observación de la estructura del tejido utilizando una lupa textil, seguida de la representación de los datos obtenidos en el papel de puntos, donde se calculan las posiciones de urdimbre y trama. Finalmente, el uso de las herramientas CAD 3D permite la visualización detallada del tejido, como también el sentido de la torsión del hilo.

Figura 5

Diseño de estructura del ligamento



Fuente: (Yildiz et al., 2023, p. 360)

1.1.2.5 Métodos para medir el encogimiento de un tejido plano

Según Lockuán (2012), el proceso para medir el encogimiento o la contracción del hilo incluye los siguientes pasos clave:

- A. Medir la longitud inicial:** registrar la longitud de la muestra de hilo en su estado original, es decir, que no tenga alteración alguna.
- B. Estirar y medir la longitud:** eliminar las ondulaciones generadas por la calada estirando la muestra sobre una unidad de medida; posteriormente se registra la longitud final del hilo.
- C. Calcular el encogimiento:** determinar el porcentaje de encogimiento con los datos obtenidos anteriormente.
- D. Documentación de resultados:** registrar todos los datos y resultados obtenidos de las distintas pruebas para futuros análisis.

1.1.2.6 Método para calcular el título del hilo

Zhou et al. (2023) mencionan que para determinar el título del hilo es necesario seguir un procedimiento que incluye los siguientes pasos:

- **Corte de la muestra:** se corta la muestra acorde a la dimensión del tejido disponible; el corte se lo realiza evitando el orillo para garantizar que el hilo sea

representativo. Además, se debe destejer cuidadosamente para obtener el hilo sin causar deformaciones que puedan afectar en los resultados.

- **Medición de la longitud final:** el hilo obtenido se coloca en un dispositivo de prueba de longitud, que está diseñado para proporcionar mediciones precisas; es fundamental que el hilo esté completamente desprovisto de ondulaciones y sin tensiones excesivas para obtener datos semejantes a su verdadera longitud.
- **Pesaje de la muestra:** el hilo extraído se pesa en una balanza de precisión que permita registrar pequeñas variaciones en el peso; es importante que el hilo se encuentre limpio y en buenas condiciones.
- **Cálculo del título:** con los datos de peso y longitud obtenidos anteriormente se aplican las fórmulas correspondientes según el tipo de material del hilo para determinar el título; estas varían dependiendo del sistema de titulación utilizado.

1.1.2.7 Método para calcular el sentido de la torsión y número de torsiones

Elkhamy (2007) indica que los pasos para medir la torsión de un hilo mediante el método ASTM D1422-99 son los siguientes:

- **Preparación de la muestra:** colocar una muestra de 40 cm de longitud del hilo entre las dos mandíbulas del comprobador de torsión, aplicando una tensión de 5 g en la mandíbula izquierda cargada por resorte.
- **Medición de la torsión del cabo:** ajustar el dial del contador a cero y girar manualmente la manivela para desenrollar la torsión del cabo. Registrar la lectura del contador, que indica la torsión del cabo en vueltas por 40 cm.
- **Desenrollado del hilo simple:** con el cabo desenrollado y aún sujeto entre las mandíbulas, cortar y retirar uno de los hilos simples. Reiniciar el dial del contador y girar la manivela en dirección opuesta para desenrollar la torsión del hilo restante.

- **Desenrollado y cálculo de la torsión:** volver a aplicar la torsión al hilo simple hasta que la mandíbula izquierda regrese a su posición inicial. Registrar la lectura del contador y dividirla por dos para obtener la torsión de los hilos individuales en vueltas por 40 cm (pp. 53–54).

1.1.2.8 Método para calcular el gramaje del tejido plano

Paredes (2019) menciona que para determinar el gramaje (g/m^2) de una tela, se realiza el siguiente procedimiento:

- **Troquelado de la muestra:** cortar un fragmento de tela de tres áreas específicas: lado derecho, centro y lado izquierdo, utilizando una cortadora circular, evitando partes cercanas a los orillos.
- **Identificación de las muestras:** marcar cada fragmento con las iniciales correspondientes: D para el lado derecho, M para el centro e I para el lado izquierdo.
- **Pesaje de las muestras:** colocar la muestra en una balanza capaz de medir 0.001g para medir su peso individual.
- **Cálculo del gramaje promedio:** anotar los gramajes de cada muestra y calcular el promedio para obtener el gramaje final de la tela.

1.1.3 Fórmulas para calcular los parámetros del tejido plano

Los parámetros del tejido plano son las características técnicas que determinan la calidad de un tejido. A continuación, se presentan fórmulas para evaluar estos parámetros, junto con una descripción de algunos de los más relevantes.

A. Densidad

Lukacs (2020) indica que la densidad textil se puede expresar de diversas formas, según la unidad de medida empleada, como hilos por pulgada o hilos por centímetro.

La fórmula utilizada para calcularla es la siguiente:

$$Densidad \left(\frac{\text{hilos}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Número total de hilos}}{\text{Área en cm}^2} \quad (1)$$

Como también puede ser de la siguiente manera:

$$Densidad \text{ de urdimbre} = \text{Cantidad de hilos} * \text{centímetro} \quad (2)$$

$$Densidad \text{ de trama} = \text{cantidad de hilos} * \text{centímetro} \quad (3)$$

B. Gramaje

Según Lockuán (2012), señala que el gramaje hace referencia a la masa por unidad de área de un tejido y se calcula utilizando la siguiente fórmula básica:

$$\frac{g}{m^2} = \frac{\text{Peso (g)} * 10\,000}{\text{Área en cm}^2} \quad (4)$$

C. Porcentaje de ondulación

Lema (2021) define la contracción del hilo como la reducción que experimenta al ser expuesto a una temperatura o acabado específico y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% E = \frac{L_{\text{final}} - L_{\text{inicial}}}{L_{\text{inicial}}} \quad (5)$$

E = porcentaje de encogimiento.

L_{inicial} = longitud inicial de las fibras del hilo antes del tratamiento.

L_{final} = longitud final de las fibras del hilo después del tratamiento (p. 27).

D. Fórmulas para el proceso de cálculo

Según Huaman & Trujillo (2021), determinan que, para la realización de cálculos para la réplica de un tejido plano, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Ancho total de tela: medida de extremo a extremo de la tela.

Ancho útil o de fondo: es el ancho del tejido sin considerar los extremos; en esta parte se deben de tomar en cuenta las siguientes fórmulas de acuerdo con el orillo establecido:

Orillos con la misma dimensión de ancho:

$$\text{Ancho de fondo} = \text{Ancho total} - 2 * \text{ancho de orillo} \quad (6)$$

Orillos con diferentes dimensiones de ancho:

$$\begin{aligned} \text{Ancho de fondo} \\ = \text{Ancho total} - \text{Ancho de orillo derecho} \\ - \text{ancho de orillo izquierdo} \end{aligned} \quad (7)$$

Además, otras fórmulas que se establecen dependiendo de los procesos son:

$$\text{Ancho de peine} = \text{Ancho de tela} * (1 + \%E \text{ Trama}) \quad (8)$$

En el caso de los hilos de urdimbre, se especifica que el número de hilos por diente se deben determinar a través de la observación por trasluz; y para calcular la cantidad de hilos se emplean las siguientes fórmulas:

a) Fondo

$$N^{\circ} \text{ hilos fondo} = \text{Densidad urdimbre} * \text{ancho de fondo} \quad (9)$$

$$N^{\circ} \text{ dientes fondo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{N^{\circ} \text{ hilos fondo/diente}} \quad (10)$$

b) Orillo

$$N^{\circ} \text{ hilos de orillos} = 2 * N^{\circ} \text{ hilos de cada orillo} \quad (11)$$

$$N^{\circ} \text{ dientes orillo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{N^{\circ} \text{ hilos orillo/diente}} \quad (12)$$

c) Total

$$N^{\circ} \text{ hilos totales} = N^{\circ} \text{ hilos fondo} + N^{\circ} \text{ hilos de orillos} \quad (13)$$

$$N^{\circ} \text{ dientes totales} = N^{\circ} \text{ dientes fondo} + N^{\circ} \text{ dientes de orillos} \quad (14)$$

Para el cálculo de la urdimbre en relación de peso por metro lineal existen las siguientes formas:

$$\frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } U * \text{ancho total (cm)} * (1 + \%E \text{ } U)}{Nm \text{ } U} \quad (15)$$

$$\frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{N^{\circ} \text{ hilos totales} * (1 + \%E \text{ } U)}{Nm \text{ } U} \quad (16)$$

La fórmula para determinar el peso de la trama en relación con el metro lineal es:

$$\frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } T} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } T * \text{ancho total (cm)} * (1 + \%E \text{ } T)}{Nm \text{ } T} \quad (17)$$

Fórmula para determinar el peso por metro cuadrado y el porcentaje de error dentro del análisis del tejido son:

$$\text{Peso reconstruido} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} + \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } T} \quad (18)$$

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Peso reconstruido} - \text{peso actual}}{\text{Peso actual}} * 100 \quad (19)$$

Además, establece que el porcentaje de error tiene un margen inferior del < 5% entre la comparación de los valores derivados mediante los cálculos y los obtenidos a partir del peso de una muestra representativa del tejido analizado. pp. 4,6,7.

1.2 Marco legal

El marco legal proporciona una estructura regulatoria que define los límites y obligaciones dentro de los cuales debe operar un determinado sector. En el ámbito textil, asegura el cumplimiento de normas de calidad, seguridad y sostenibilidad, protegiendo tanto a los productores como a los consumidores. Además, facilita el desarrollo de estándares internacionales, promoviendo la competitividad y el comercio.

1.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Para investigar parámetros técnicos para el desarrollo de una metodología para la caracterización de tejidos planos basado en normas de calidad, es relevante considerar ciertos apartados que se relacionan con la investigación científica, la calidad de productos y servicios. A continuación, se presentan algunos artículos relevantes de la Constitución de la República del Ecuador (2008):

Art. 52: Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

En el **Art. 284**, en los literales descritos a continuación expresan que la política económica tendrá los siguientes objetivos:

2. Incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistemáticas, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica de la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional.
7. Mantener la estabilidad económica, entendida como el máximo nivel de producción y empleo sostenibles en el tiempo.

Art. 385: El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (pp. 27,137,185)

1.2.2 Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte

De acuerdo con lo expuesto en la resolución Nro. UTN – FICA – CD – 2024 – 05 – 0184, la Universidad Técnica del Norte (2022) tiene líneas de investigación asociadas a cada proyecto de titulación (ver **Tabla 3**). Estas líneas se distribuyen según la facultad; para la Carrera de Textiles, las líneas de investigación son: la primera, Producción Industrial y Tecnología Sostenible, y la novena, Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.

Tabla 3

Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

-
- 1 Producción Industrial y Tecnología Sostenible
 - 2 Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible
 - 3 Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables
 - 4 Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable
 - 5 Salud y Bienestar Integral
 - 6 Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas
 - 7 Desarrollo Artístico, diseño y publicidad
 - 8 Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
 - 9 Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico
-

Fuente: (UTN, 2022)

1.3 Marco conceptual

El marco conceptual define y organiza los conceptos clave relacionados con el tema de investigación, proporcionando una estructura teórica que guía el análisis. Esto permite una comprensión clara de los términos fundamentales, facilitando la coherencia en el desarrollo del estudio.

1.3.1 Tejido plano

Según Guaján (2024), el tejido plano es un entrelazamiento sistemático de dos o más hilos. En el cual, se define que los hilos que se disponen longitudinalmente en el tejido son conocidos como urdimbre, mientras que aquellos hilos que se posicionan transversalmente se denominan trama. Durante el proceso de tejido, los hilos de urdimbre se mantienen tensionados para formar la calada, permitiendo la inserción de la trama y así formando el tejido. El género textil puede tener varias estructuras, empezando desde los ligamentos fundamentales y sus derivados. Por ende, el proceso de elaboración de un tejido plano se lleva a cabo en un telar.

1.3.2 Características del tejido plano

Fonseca (2020) señala que el tejido plano tiene dos características fundamentales que definen su comportamiento y dirección del hilo. En primer lugar, los orillos siempre se encuentran en sentido longitudinal, es decir, en dirección de la urdimbre. Además, la mayoría de los géneros textiles planos tienden a tener una menor elasticidad en el sentido de la urdimbre.

1.3.3 Ligamentos fundamentales

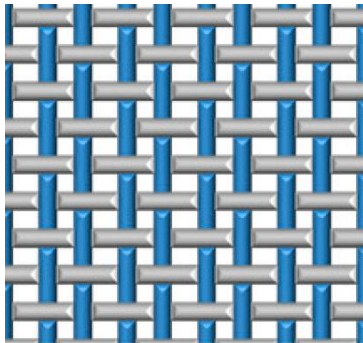
Los patrones básicos forman la base de la mayoría de los tejidos planos, ya que de ellos se derivan una gran variedad de diseños y estructuras más complejas, proporcionando así al género textil diferentes propiedades y usos. Por ende, los ligamentos fundamentales son:

1.3.3.1 Ligamento tafetán (plain weave)

Según Peñaloza (2023), el ligamento tafetán se caracteriza por tener una estructura lisa y plana con un patrón de entrelazado de 1/1, siendo la combinación más simple y elemental de dos series de hilos empleados en la construcción del tejido (ver **Figura 6**). Esta estructura puede variar según el entrelazamiento de los hilos, lo que permite la creación de diversos derivados del ligamento fundamental. Además, su apariencia uniforme en ambos lados lo convierte en una opción ideal para múltiples aplicaciones textiles.

Figura 6

Ligamento tafetán



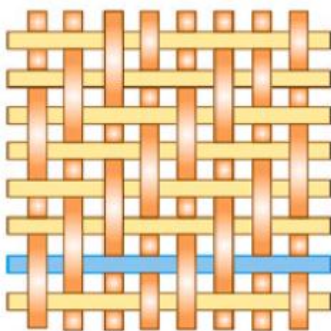
Fuente: (Patti y Acierno, 2023, p. 667)

1.3.3.2 Ligamento sarga (twill weave)

De acuerdo con Chasi (2023), el ligamento sarga se caracteriza por sus líneas diagonales o zigzag en la estructura del tejido, las cuales se forman por el entrecruzamiento de uno o más hilos de urdimbre que pasan por encima y luego por debajo de la trama (ver **Figura 7**). Además, este patrón puede variar en 2/1, 3/1, 2/2, entre otros; también se distingue por tener un lado derecho y un revés, lo que significa que tiene una apariencia distinta dependiendo de qué lado se observe.

Figura 7

Ligamento sarga



Fuente: (Li et al., 2022, p. 5)

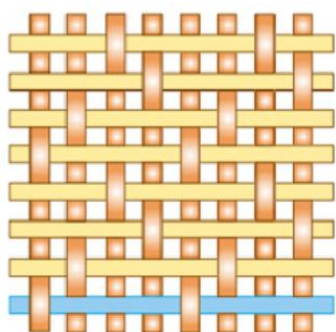
1.3.3.3 Ligamento satén o raso (satín weave)

Según Lema (2023), el ligamento satén o raso se distingue por tener una superficie brillante y lisa. Esto se debe a su método de fabricación, donde cuatro o más hilos de urdimbre sobre un hilo de trama o viceversa. En este ligamento, el lado del tejido más brillante se conoce como satén, mientras que el lado donde predomina la trama se llama raso.

En la **Figura 8** se puede observar su particular estructura, la cual le otorga suavidad; sin embargo, también disminuye la resistencia y aumenta la tendencia al deshilachado. Es por ello, que este tejido requiere un mayor cuidado para mantener la apariencia y la integridad de los hilos.

Figura 8

Ligamento satén



Fuente: (Li et al., 2022, p. 5)

1.3.4 Densidad

“La densidad es la cantidad de hilos y pasadas por unidad de longitud. Se puede expresar como el número de hilos por centímetro cuadrado o como número de hilos por pulgada cuadrada” (Guerrero, 2008, p. 19). Este parámetro influye en la estabilidad estructural; cuanto más hilo posea la tela, su estructura es más compacta y no se deshilacha fácilmente. Por otro

lado, la densidad es directamente proporcional en relación con el peso, el efecto de grosor del tejido y el uso final.

1.3.5 Porcentaje de encogimiento

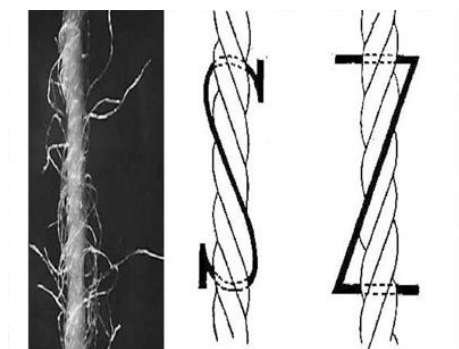
Según Herrera (2020), el porcentaje de contracción o encogimiento del hilo indica la longitud que se reduce por cada 100 unidades de este cuando no está sometido a tensión. Este parámetro es fundamental para evaluar el comportamiento del hilo durante procesos que pueden provocar su contracción, brindando información clave para su aplicación y producción.

1.3.6 Sentido de la torsión

Un estudio realizado por Carpio (2020) indica que la torsión del hilado se mide en vueltas por metro; puede orientarse en sentido horario (Z) o antihorario (S) (ver **Figura 9**). Además, hay una relación inversa entre la torsión y el grosor del hilado: los hilos más gruesos requieren menos torsión, mientras que los delgados necesitan más. Por otra parte, un mayor nivel de torsión aumenta la resistencia a la tracción, al desgaste y al pilling, pero reduce la suavidad y puede provocar que el tejido se retuerza. En contraste, una menor torsión mejora la suavidad, pero aumenta la presencia de pilling y puede disminuir la resistencia del hilado.

Figura 9

Sentido de la torsión



Fuente: (UTSTESTER, 2021, p. 1)

1.3.7 Gramaje

Según Vargas et al. (2023), “el gramaje es una medida que indica el peso por unidad de superficie de un material textil. Se expresa comúnmente en gramos por metro cuadrado (g/m^2), lo que permite evaluar la densidad y la calidad del tejido” (p. 3).

1.3.8 Remetido

Según Tejedor (2011), el remetido es el proceso mediante el cual los hilos de urdimbre son guiados a través de agujas por los marcos y lizos de un telar horizontal, siguiendo un orden específico; también hace referencia a la representación gráfica de esta disposición y la selección de la cantidad de marcos en el telar.

Además, la adecuada selección del remetido facilita el control de movimiento de los hilos de urdimbre, permitiendo la optimización del proceso de tejeduría y reduciendo los defectos en el tejido. Por lo tanto, las configuraciones de remetidos son fundamentales, ya que a través de estas se logran diferentes patrones y texturas en la pieza textil final.

1.3.9 Tipos de remetidos

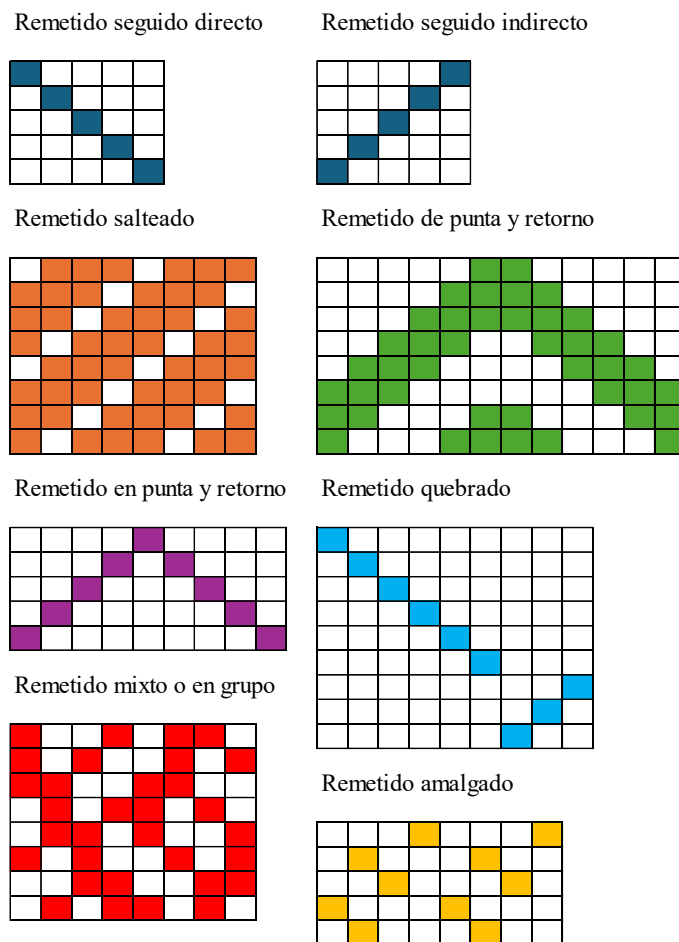
Según Gavilema (2021), señala que existen distintas variantes de remetidos, que pueden usarse de forma independiente o combinada para dar el efecto deseado en el tejido, las cuales se muestran en la **Figura 10** y se describen a continuación:

- **Remetido seguido directo:** consiste en un pasado de hilos consecutivo, donde cada hilo pasa por un lizo de forma ordenada, comenzando por el primer marco y finalizando en el último, creando así un efecto escalonado. Además, este tipo de remetido avanza de izquierda a derecha.
- **Remetido seguido indirecto:** a diferencia del directo, este remetido desciende de derecha a izquierda. Los hilos pasan por los lizos de forma ordenada y consecutiva, empezando por el último marco y terminando en el primero.

- **Remetido salteado:** este remetido tiene una característica particular, la cual consiste en dividir los hilos del rapport en dos partes; en donde los hilos impares corresponden a la primera parte, mientras que los hilos pares conforman la segunda parte. Por lo tanto, los hilos en el remetido siguen una secuencia que alterna cuadros, logrando así un efecto que permite reducir la fricción entre ellos.
- **Remetido de retorno:** es utilizado principalmente en la representación de tejidos simétricos debido a su simetría y orden. Además, este remetido varía de dirección en un punto específico, y para mantener la simetría incluye dos hilos que pasan por el mismo cuadro, reforzando la estructura y el efecto visual del diseño.
- **Remetido en punta y retorno:** también llamado remetido de punta sencilla; es utilizado para la representación de tejidos semiasimétricos por la forma de punta que crean sus hilos. Además, este remetido combina un remetido directo con uno indirecto.
- **Remetido quebrado:** se caracteriza por tener una cierta cantidad de hilos de urdimbre que pasan por los lizos de forma consecutiva, con la diferencia de que no terminan de unir la estructura, ya que dejan uno o más cuadros vacíos. En este remetido es posible realizar cambios de dirección de S a Z.
- **Remetido amalgado:** este remetido se destaca por tener dos grupos de cuadros, los cuales están dispuestos de manera intercalada para que los hilos pares queden en los cuadros pares y viceversa.
- **Remetido mixto o en grupo:** está compuesto por la combinación de varios remetidos. Además, este diseño permite reducir el número de marcos requeridos en el tejido.

Figura 10

Tipos de remetidos



Fuente: adaptado de (Gavilema, 2021).

1.3.10 Normas estandarizadas de calidad

Las normas de calidad son fundamentales para garantizar que los productos textiles y otros bienes cumplan con estándares específicos. A continuación, se detallan algunas de las normas de calidad más relevantes en el diseño textil plano.

Norma AATCC TM 20A

La norma AATCC TM 20A (2021), “Test Method for Fibre Analysis: Quantitative” especifica métodos que describen pruebas físicas, químicas y microscópicas para la

identificación de fibras textiles. Además, esta norma permite determinar con precisión la composición de los tejidos a través de procedimientos establecidos para la evaluación de las mezclas de fibras.

Norma ASTM 3774–18

La norma ASTM D3774-18 (2018), titulada "Standard Test Method for Width of Textile Fabric", especifica dos métodos para medir el ancho del tejido acabado; los cuales son: por rollo o perno completo y por muestra corta extraída de un rollo o perno completo; cualquiera de estos métodos permite determinar la dimensión de forma precisa y también aseguran el cumplimiento de las especificaciones técnicas dentro de los estándares de calidad de la tela.

Norma ISO 7211–2

La norma ISO 7211–2 (2024), “Textiles – Methods for analysis of woven fabrics construction”, indica tres métodos para determinar la densidad del tejido (número de hilos por centímetro), los cuales se realizan a través de la descomposición física del tejido y conteo directo de los hilos; mediante el uso de lupa contadora; o con el uso de un contador de hilos por desplazamiento. Todos estos métodos mencionados permiten el conteo de hilos por centímetro, tanto de urdimbre como de trama.

Norma ISO 7211-1

La norma ISO 7211-1 (1984b), titulada "Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting and denting", proporciona métodos estándares para el análisis y la presentación de diagramas de tejido en el papel cuadriculado de dibujo. Esta norma es utilizada para describir y representar de manera precisa la estructura y el diseño de tejidos, asegurando la comprensión de los diagramas para la fabricación de textiles.

Norma ISO 7211–3

La norma ISO 7211–3 (1984a), “ Textiles – Woven fabrics – Construction – Methods of analysis – Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric”, establece métodos que permiten medir el porcentaje de ondulación del hilo de trama como de urdimbre en tejidos planos. Por lo tanto, esta norma detalla el equipo, la técnica de extracción del hilo, el proceso de medición y establece la fórmula de cálculo, permitiendo que los datos obtenidos sean coherentes.

Norma ASTM 1059–17

La norma ASTM 1059–17 (2017), titulada “ Standard Test Method for Yarn Number Base on Short–Length Specimens”, indica dos métodos para obtener el título del hilo extraído de cualquier género textil. Por lo cual, los datos se pueden adquirir mediante longitudes cortas que son hilos extraídos de tejidos o por madejas de hilos con una determinada longitud. Además, los diferentes métodos establecidos permiten obtener datos más confiables y precisos.

Norma ISO 2

La norma ISO 2 (1973), “Textiles – Designation of the direction of twist in yarns and related products”, menciona que para la identificación del sentido del hilo existen dos formas, en las cuales la inclinación de la fibra sigue la forma central de la S y la Z.

Norma ISO 3801

La norma ISO 3801 (1977), titulada “Textiles – Woven fabrics – Determination of mass per unit length and mass por unit area”; establece métodos estándar para la masa por unidad de longitud y la masa por unidad de área que están directamente relacionadas con el ancho de la tela. Los métodos descritos en la norma son aplicables a tejidos, incluidos los tejidos "estirados". Estos métodos se utilizan para determinar tanto la masa total del tejido como la longitud de la muestra.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Enfoque de la investigación

Según Santiana (2023), en la investigación se utilizan dos métodos: el cualitativo, que recopila datos subjetivos a través de entrevistas, análisis de textos, para comprender el contexto; el cuantitativo, que organiza y analiza datos numéricos para validar los resultados. La combinación de ambas metodologías proporciona una visión completa y fundamentada del estudiado.

En este proyecto de investigación, se ha adoptado el método cuantitativo para desarrollar una metodología de caracterización de tejidos planos basada en normas de calidad específicas. Esto garantiza resultados precisos y permite establecer criterios rigurosos para comprender mejor las propiedades físicas y mecánicas de los tejidos, facilitando así la comparación y mejora en los procesos de producción textil.

2.2 Tipos de investigación a aplicar en el desarrollo de una metodología textil

Las investigaciones se centran en la comprensión y análisis de datos, lo cual es esencial para el desarrollo de la investigación del tema propuesto. Estas orientaciones permiten analizar e interpretar valores obtenidos, los cuales se pueden identificar a través de patrones o tendencias al momento de profundizar la investigación. Además, aportan una mejor comprensión del problema estudiado y promueven el desarrollo de formulaciones efectivas para obtener soluciones comprensibles y aplicables.

2.2.1 Investigación descriptiva

Según Guevara et al. (2020), indica que la investigación descriptiva se dedica a detallar las características de la población estudiada. Esto implica el registro, análisis e interpretación

de la naturaleza y los procesos, centrándose en su estructura o comportamiento para proporcionar información comparable.

Este enfoque descriptivo busca revelar las características fundamentales de un tejido plano a través de la estructura de ligamento, densidad, porcentaje de contracción del hilo, sentido de la torsión, título, peso de la muestra, remetido, ancho de orillo y relación orillo/fondo; proporcionando una estructura comprensiva y criterios sistemáticos para su evaluación en la industria textil moderna.

2.2.2 Investigación analítica

Según Bobell (2020), indica que el método analítico implica descomponer un todo en sus partes o elementos para investigar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis consiste en observar y examinar un hecho específico. Es crucial entender la naturaleza del objeto estudiado para comprender su esencia. Este enfoque permite obtener un mayor conocimiento de estudio, facilitando la explicación, la creación de analogías para una mejor comprensión.

Este estudio enfatiza las fórmulas utilizadas durante el cálculo de parámetros mencionados en los formatos establecidos que están respaldados por las normas AATCC, ASTM e ISO, no solo facilita la explicación detallada de los procesos involucrados, sino que también permite la comparación y la interpretación precisa de los resultados obtenidos, promoviendo así la calidad y la eficiencia en la producción textil.

2.3 Técnicas de investigación

Según Gomez (2021), las técnicas de investigación consisten en procedimientos que rigen a los investigadores para la obtención de datos con respecto al objeto de estudio. Además, la aplicación estandarizada de técnicas confiere validez científica a trabajos de investigación.

2.3.1 Análisis documental

Según Dulzaides y Molina (2004), el análisis documental es una técnica en la cual se aplica una serie de operaciones que están destinadas a describir y organizar información de manera estructurada y coherente. El procedimiento comprende un análisis detallado de descripciones, extracción de datos relevantes de textos, artículos, ensayos, entre otros, también es importante la traducción de documentos y las fuentes bibliográficas. Además, el objetivo de esta técnica es sintetizar y organizar el contenido para una mayor utilidad y accesibilidad en investigaciones posteriores.

Por lo tanto, la técnica descrita anteriormente es fundamental para la recopilación de datos basados en normas de calidad aplicadas en el desarrollo de la investigación, permitiendo recopilar información sobre la evaluación de parámetros, metodologías utilizadas, fórmulas de cálculos y descripciones generales sobre el tejido plano. Además, facilita el procedimiento, la interpretación y el análisis de datos, aumentando la confiabilidad de los resultados.

2.3.2 Método cuantitativo

“Es un método sistemático utilizado para recopilar y analizar información, con el fin de responder a una pregunta o resolver un problema específico” (Medina et al., 2023, p. 12). Esta técnica cuantitativa permite llevar a cabo análisis y procedimientos estructurados para obtener datos relevantes y fiables dentro del desarrollo de la investigación de una metodología textil.

2.4 Flujogramas

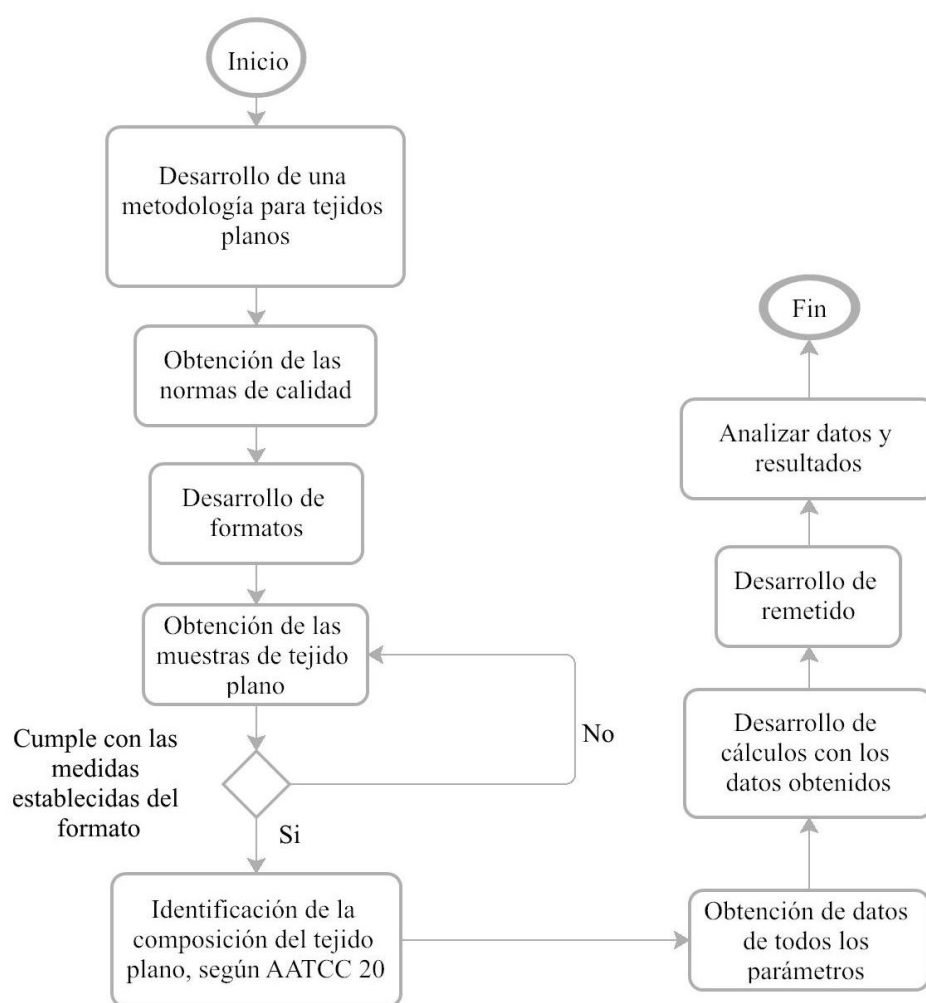
Los flujogramas facilitan una visualización clara y estructurada de las etapas de la investigación al representar gráficamente las fases de cada procedimiento, ayudando así a comprender la secuencia de actividades e identificar áreas de mejora para optimizar el desarrollo del estudio.

2.4.1 Flujograma general

El diagrama de flujo del proceso general que se muestra en la **Figura 11** ofrece una vista panorámica de las etapas involucradas en el proyecto de investigación, además de su secuencia a seguir para obtener resultados satisfactorios.

Figura 11

Flujograma general

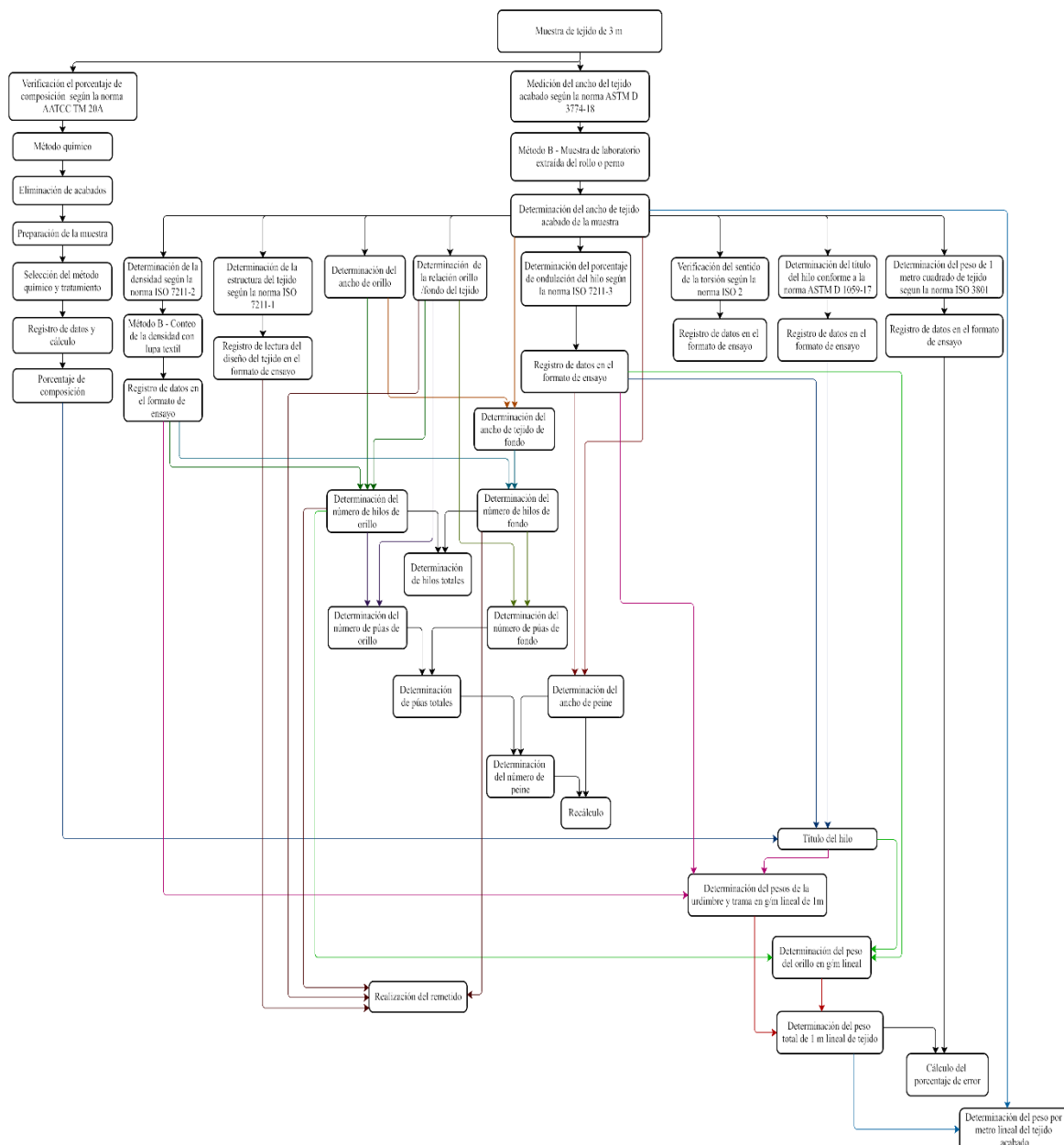


2.4.2 Flujograma muestral

El flujograma presentado en la **Figura 12** proporciona un enfoque más detallado de los pasos necesarios para realizar los cálculos establecidos en los formatos, facilitando así una buena aplicación de las normas de calidad y asegurando una mejor comprensión de datos.

Figura 12

Flujograma muestral



2.5 Equipos y materiales

Los equipos y materiales son necesarios para garantizar que los procedimientos se realicen de manera eficiente, permitiendo así la recolección de datos más cercanos a la precisión. Además, la selección adecuada de estos elementos contribuye a la calidad de los resultados, facilitando la implementación de la metodología propuesta y asegurando el cumplimiento de las normativas establecidas.

2.5.1 Termohigrómetro

En la **Figura 13** se muestra el termohigrómetro; es un dispositivo diseñado para medir y registrar datos de temperatura y humedad relativa. Este instrumento fue utilizado durante el desarrollo de la investigación con el propósito de verificar las condiciones ambientales del laboratorio de calidad de la Carrera de Textiles.

Figura 13

Termohigrómetro



Características principales:

Según la información proporcionada por la página Lascar Electronics (2025), el termohigrómetro EL-USB-2-LCD presenta las siguientes características:

- Rango de medición de temperatura entre -35°C a 80°C , y de humedad relativa (HR) entre 0 a 100 %.

- Capacidad de almacenamiento de 16 382 lecturas de temperatura y humedad relativa.
- Pantalla LCD de alto contraste que permite visualizar los datos con una precisión de 2,5 dígitos.
- Frecuencia de registro configurable por el usuario, con intervalos que van desde 10 segundos hasta 12 horas.
- Compatibilidad con el software EasyLog, disponible de forma gratuita para la descarga, el análisis y la exportación de datos.

2.5.2 Cuenta hilos (lupa textil)

En la **Figura 14** se presenta la lupa textil o cuenta hilos, que se utilizó durante el proceso investigativo. Este instrumento está “diseñado para proporcionar una vista aumentada del tramado de telas, permitiendo así una inspección detallada y un conteo preciso de hilos” (VETO, 2024).

Figura 14

Cuenta hilos



Especificaciones técnicas:

MACERLAB (2024) indica que la lupa textil cuenta con las siguientes especificaciones:

- Lupa metálica Linen Test LT-80, compacta y plegable.

- Lente de 30mm de diámetro y aumento de 5x.
- Medidas en pulgadas y centímetros.

2.5.3 Balanza analítica

En la **Figura 15** se muestra la balanza analítica, instrumento utilizado durante el desarrollo del estudio para realizar mediciones de masas que oscilan entre miligramos y gramos. Para garantizar los resultados, es fundamental que la balanza se encuentre calibrada y sobre una superficie estable.

Figura 15

Balanza analítica



Especificaciones técnicas:

En la página de RADWAG (2024) indica las especificaciones técnicas de los parámetros metrológicos de la balanza analítica RADWAG AS 310 R2, los cuales son:

- Capacidad máxima [Max] de 310 g.
- Capacidad mínima de 10 mg.
- Rango de tara [T] de –310 g.
- División de legalización [e] de 1 mg.
- Legibilidad [d] de 0.1 mg.

2.5.4 Cortadora circular de muestras

En la página de James Heal (2024) indica que la cortadora circular es un instrumento manual fácil de usar y con buena precisión (ver **Figura 16**); corta diferentes tipos de tejidos textiles de hasta 10 mm de grosor a través de cuchillas de alta resistencia. Además, existen de diferentes diámetros; cada una es utilizada para diferentes tipos de ensayos, como son pilling, abrasión y gramaje.

En este caso, dentro del desarrollo de la investigación, se utilizó la cortadora circular de 100 cm², por su precisión en el cálculo del gramaje con respecto a un metro cuadrado, lo que facilita los demás datos requeridos sobre el tejido analizado.

Figura 16

Cortadora circular



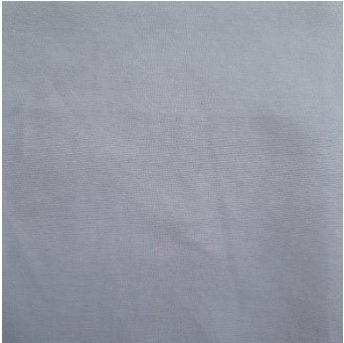
2.5.5 Muestras de tejido plano

Las muestras de tejido plano utilizadas dentro del desarrollo de la investigación fueron seleccionadas en función de los ligamentos fundamentales: tafetán, sarga y satén, los cuales constituyen la base estructural de la mayoría de los tejidos textiles.

En consecuencia, en la **Tabla 4** se detallan las características generales del tejido tafetán, junto con los parámetros técnicos analizados conforme a las normas de calidad que se encuentran vigentes.

Tabla 4

Ficha técnica del tejido tafetán

Muestra del tejido	Características	Descripción
	Nombre comercial	Dexter
	Tipo de ligamento	Tafetán
	Composición	65% algodón / 35% poliéster
	Ancho	148 cm
	Gramaje	141.794 g/m²
	Rendimiento	4.765 m/kg

Fuente: adaptado de (LAFAYETTE, 2024c).

En la **Tabla 5** se destacan las características técnicas generales del segundo ligamento analizado, correspondiente al ligamento sarga.

Tabla 5

Ficha técnica del tejido sarga

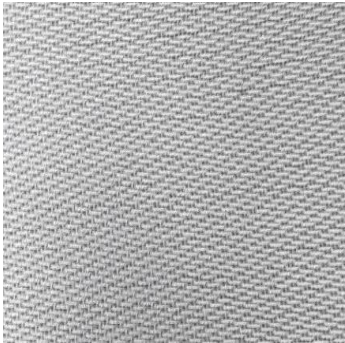
Muestra del tejido	Características	Descripción
	Nombre comercial	Alviero Strech
	Tipo de ligamento	Sarga
	Composición	100% poliéster (filamento)
	Ancho	148.8 cm
	Gramaje	207.346 g/m²
	Rendimiento	3.241 m/kg

Fuente: adaptado de (LAFAYETTE, 2024b).

En la **Tabla 6** se describen las características principales del ligamento satén, correspondiente al tercer tejido considerado para los ensayos.

Tabla 6

Ficha técnica del tejido satén

Muestra del tejido	Características	Descripción
	Nombre comercial	Alania
	Tipo de ligamento	Satén
	Composición	100% poliéster (filamento)
	Ancho	152 cm
	Gramaje	78.34 g/m ²
	Rendimiento	8.398 m/kg

Fuente: adaptado de (LAFAYETTE, 2024a).

2.5.6 Insumos para el análisis del tejido plano

En la **Tabla 7** se describen los principales materiales que se emplearon durante el desarrollo de las pruebas, en conformidad con las directrices establecidas en el manual operativo para el análisis de tejidos planos. Estos insumos constituyen la base esencial para llevar a cabo los diversos ensayos sobre los géneros textiles, ya que permiten asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos de las muestras ensayadas.

Cabe destacar que la correcta selección de los instrumentos y herramientas especializadas depende de los métodos específicos estipulados en las normas técnicas aplicables al análisis textil. Esto garantiza no solo la validez de los resultados, sino también la reproducibilidad de las pruebas en distintos contextos de la aplicación.

Tabla 7*Tabla de materiales utilizados*

Imagen	Nombre del instrumento o materiales	Descripción o función
	Cinta métrica o flexómetro	Flexómetro de 5m de longitud, con punta metálica y con divisiones en metros (1 m), decímetros (10 cm), centímetros (1 cm) y subdivisiones en milímetros (1mm).
	Regla graduada	Regla de plástica de 30 cm de longitud, con divisiones en centímetros (máximas de 1 cm) y subdivisiones en milímetros (1mm).
	Aguja de disección	Instrumento utilizado para destejer la muestra de tela.
	Tijera de costura	Sirven para cortar el tejido y extraer las muestras de dimensiones deseadas.

2.6 Procedimiento de cálculo

Para llevar a cabo el procedimiento de cálculo, fue esencial mantener las condiciones ambientales establecidas en cada norma, con el fin de evitar alteraciones de los resultados durante el proceso de análisis. En las etapas donde no se especificó una condición en particular, se aplicaron las disposiciones de la norma ISO 139, la cual establece una temperatura de 20 ± 2 °C, una humedad relativa de $65 \pm 4\%$ y un tiempo de acondicionamiento de 24 horas para ensayos de materiales textiles.

A. Verificación del porcentaje de composición del tejido según la norma AATCC TM 20A mediante el método de análisis químico.

Equipos e instrumentos

- Balanza analítica con capacidad para pesar hasta 0.1 mg.
- Horno de secado con capacidad de alcanzar temperaturas de 105–110 °C.
- Desecador que contenga gel de sílice, sulfato de calcio o su equivalente.
- Frasco de pesaje de vidrio con tapa esmerilada y capacidad de 100 mL.
- Vaso de precipitación de vidrio resistente al calor con capacidad de 250 mL.
- Cisoles de filtración de vidrio con porosidad gruesa, con capacidad de 30 mL.
- Frasco de pesaje con capacidad para contener el crisol de filtración.
- Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado y con capacidad de 250 mL.
- Matraz de succión con adaptador para sostener el crisol de filtración.
- Termómetro para controlar la temperatura del baño.
- Agitador magnético o mecánico para homogenizar la mezcla.
- Pinzas para la manipulación de muestras pequeñas.
- Tijeras o cúter para cortar hilos.
- Pipetas y probetas para medir los volúmenes de soluciones y reactivos químicos.

- Papel pH para medir la acidez o alcalinidad del baño.
- Estufa para mantener la temperatura del baño.
- Cronómetro para controlar el tiempo.
- Formato de ensayo de composición del tejido.

Proceso de eliminación de acabados: material no fibroso

Los acabados se eliminaron antes del análisis para evitar las alteraciones en las reacciones químicas y en los resultados. Para ello, se realizó el siguiente tratamiento previo:

1. En primer lugar, se seleccionó una muestra representativa del tejido, con peso no inferior a 5 gramos.
2. Posteriormente, la muestra se colocó en un frasco de pesaje previamente tarado (peso vacío del frasco registrado con antelación), luego se cerró el frasco con su tapa para evitar que la muestra absorba la humedad del ambiente.
3. Acto seguido, se procedió a pesar el frasco cerrado en la balanza analítica y se registró el peso inicial de la muestra.
4. A continuación, se retiró la tapa del frasco que contiene la muestra y se introdujo dentro de un horno de secado hasta alcanzar una temperatura constante que se encuentra entre los valores de 105-110 °C durante un período de 1,5 horas.
5. Transcurrido el tiempo de secado, y utilizando guantes resistentes a la temperatura, se extrajo el frasco del horno y se cerró de inmediato con su tapa con la finalidad de evitar que la muestra reabsorba humedad del ambiente.
6. Seguidamente, se trasladó el frasco cerrado al desecador, donde permaneció hasta que alcanzó la temperatura ambiente.
7. Una vez enfriado, se retiró el frasco del desecador, se efectuó un nuevo pesaje en la balanza analítica y se registró el peso correspondiente.

8. El proceso de secado, comprendido entre los pasos 4 y 7, se repitió colocando nuevamente la muestra en el horno durante periodos adicionales de 30 minutos. Estas etapas se reiteraron hasta alcanzar un peso constante, definido como aquel que no presenta una variación mayor a $\pm 0,001$ g entre dos pesadas consecutivas.
9. Una vez obtenido el peso constante, este se registró como peso seco definitivo de la muestra.
10. A continuación, la muestra fue sometida a un tratamiento específico, el cual está determinado en función del tipo de acabado indicado en la ficha técnica del tejido analizado. Los tratamientos para eliminar el material no fibroso se encuentran descritos en la norma AATCC TM 20A, apartado 9.
11. Tras la recopilación de todos los datos, se procedió a calcular el contenido de fibra limpia de la muestra, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$F = \left(\frac{D}{C} \right) * 100 \quad (20)$$

Donde:

F = Porcentaje de fibra limpia.

D = Peso seco de la muestra después del tratamiento.

C = Peso seco de la muestra antes del tratamiento.

Proceso de preparación de la muestra

12. En primer lugar, se seleccionó la muestra del tejido previamente tratado y se procedió a destejer sus hilos.
13. A continuación, se procedió a cortar los hilos en longitudes no mayores a 3 mm.
14. Seguidamente, se homogenizaron las piezas cortadas para obtener una muestra representativa de tejido.

Proceso de selección del método químico y tratamiento

15. Posteriormente, se procedió a verificar la información proporcionada por la ficha técnica del tejido analizado.
16. Seguidamente, se seleccionó el método químico más adecuado, tomando como referencia la Tabla I (ver **Anexo 2**), priorizando la disolución de la fibra más susceptible a desintegrarse. En casos donde la muestra contiene más de dos fibras, se recurrió a la Tabla II (ver **Anexo 3**), con el fin de identificar el reactivo más apropiado para cada componente.

Nota: En la Tabla I, los números que están entre paréntesis indican los métodos que destruyen la fibra mencionada en la parte superior, mientras que los números que están fuera de los paréntesis indican los métodos que eliminan la fibra listada en la parte lateral de la tabla.
17. Una vez seleccionado el método, se procedió a tratar la muestra con el reactivo específico, el cual disuelve una fibra, mientras que la otra permanece intacta.
18. Finalizado el tratamiento, se procedió a filtrar la solución junto con la muestra, con el objetivo de recuperar la fibra no disuelta.
19. Posteriormente, la fibra recuperada se lavó con agua destilada hasta eliminar por completo los residuos del reactivo.
20. A continuación, se procedió a secar la fibra, siguiendo el mismo procedimiento descrito en el proceso de eliminación de material no fibroso, es decir, repitiendo las etapas comprendidas entre los pasos 2 y 9.

Proceso de cálculo

21. Una vez obtenidos todos los datos, estos fueron organizados en el formato que se visualiza en la **Figura 17**.

22. Seguidamente, se procedió a calcular el porcentaje de mezcla de las fibras, aplicando las siguientes fórmulas:

Si la fibra se disuelve con el reactivo de prueba:

$$X_i = \frac{G - H_i}{G} * 100 \quad (21)$$

Si la fibra es insoluble en el reactivo de prueba:

$$X_i = \frac{H_i}{G} * 100 \quad (22)$$

Donde:

X_i = Porcentaje de contenido de la fibra.

H_i = Peso del residuo seco después del tratamiento.

G = Peso de la muestra limpia, seca y preparada.

23. Finalmente, se registraron los resultados obtenidos en el formato de ensayo de composición del tejido.

Figura 17

Formato basado en la norma AATCC 20A

		FORMATO DE ENSAYO DE COMPOSICIÓN DEL TEJIDO				Código: EET-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1		
Norma aplicable:								
Técnico responsable:								
N° de ensayo:								
Fecha de ensayo:								
Acondicionamiento de la muestra								
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación		Inicio		
Temperatura final		Humedad relativa final				Fin		
Ambientación recomendada:								
Muestra								
Código		Descripción de la muestra				Cantidad analizar		
DATOS DE ENSAYO								
N° de muestras	Peso inicial	Método de preparación de la muestra	Porcentajes de químico usado	% de Composición			Peso final	Observaciones
				Composición 1	Composición 2	Composición 3		
1								
2								
3								
4								
5								

Nota: El procedimiento para determinar la composición del tejido no se llevó a cabo, ya que la empresa Lafayette proporcionó esta información en las fichas técnicas, las cuales están disponibles en los **Anexo 13**,

Anexo 14Anexo 15. Además, cabe recalcar que, para la ejecución de este procedimiento, es indispensable utilizar un equipo de protección personal que prevenga el contacto de los productos químicos con la piel y ojos, así como también la inhalación de vapores. Asimismo, se deben llevar guantes de protección contra el calor para garantizar la seguridad durante el proceso de secado de las muestras.

B. Medición del ancho del tejido acabado conforme a la norma ASTM D 3774-18, utilizando el método B: muestra de laboratorio extraída del rollo o perno.

Equipos e instrumentos

- Mesa de corte de 2 m de ancho y 2,5 de largo para extender el espécimen extraído del rollo.
- Termohigrómetro para medir la temperatura y humedad relativa del área de trabajo.
- Cinta métrica o flexómetro
- Formato de ensayo de ancho del tejido (ver **Figura 18**).

Procedimiento

Para garantizar la confiabilidad de los resultados de la medición del ancho del tejido, el área de trabajo debe mantenerse acondicionada a una temperatura de 21 ± 1 °C (70 ± 2 °F) y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$, que son las condiciones estándares para los ensayos textiles.

1. Primeramente, se seleccionó una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 2 metros.
2. Luego, se colocó la muestra en acondicionamiento durante un período de 4 horas, siguiendo las condiciones estándar especificadas en la norma.
3. Posteriormente, el espécimen se extendió cuidadosamente, asegurándose de que esté libre de arrugas y sin tensiones.
4. A continuación, se realizaron 5 mediciones utilizando un flexómetro. Las mediciones se tomaron a más de 150 mm de los extremos cortados del tejido y con una distancia de aproximadamente 0.3 m entre cada una de las mediciones.
5. Seguidamente, los datos obtenidos fueron registrados en el formato de ensayo de ancho del tejido (ver **Anexo 4**) y posteriormente se verificaron para asegurar que los valores cumplieran con las especificaciones requeridas.
6. Finalmente, se promediaron los valores y el resultado se redondeó al milímetro más cercano.

Figura 18

Formato basado en la norma ASTM D 3774–18

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE ANCHO DEL TEJIDO				Código: ESTH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio		
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin		
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra			Cantidad analizar		
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestras	Método de medición	Equipo utilizado	Distancia entre cada medición (cm)	Lugar de medición	Longitud de la muestra (cm)	Observaciones	
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coeficiente de variación							

C. Determinación de la densidad siguiendo las especificaciones de la norma ISO 7211-2, empleando el método B: conteo de la densidad con lupa textil.

Equipos e instrumentos

- Termohigrómetro para medir las condiciones ambientales en el área de trabajo.
- Cuenta hilos (lupa textil): herramienta utilizada para contar el número de hilos en una pulgada.
- Agujas de disección permiten el conteo de los hilos individualmente.
- Mesa de corte para extender la muestra de tejido.
- Formato de ensayo de conteo de densidad del tejido (ver **Figura 19**).

Procedimiento

Para determinar la densidad de un tejido, se debe verificar que el área de trabajo esté acondicionada a una temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa de $65 \pm 4\%$, que son las condiciones estándares para los ensayos textiles.

1. En primer lugar, se acondicionó la muestra durante un período de 24 horas, siguiendo las condiciones estándar establecidas en la norma ISO 139.
2. A continuación, se identificó visualmente a través del orillo del tejido la dirección de los hilos de trama y urdimbre.
3. Posteriormente, se extendió el tejido sobre una superficie plana, asegurando que permanezca sin tensiones y libre de arrugas.
4. Luego, se posicionó la lupa textil sobre la tela de forma que sus bordes internos queden paralelos a los primeros hilos visibles en las direcciones vertical y horizontal.
5. Seguidamente, la densidad se contó en ambas direcciones; en el caso donde los hilos no fueron visibles, se contabilizaron las repeticiones del patrón existentes dentro del cuadro de medida de la lupa. El número de hilos se determinó multiplicando las repeticiones observadas por el rapport y sumando los hilos individuales restantes.
6. A continuación, se procedió a transformar el número de hilos por pulgada a su equivalente en un centímetro.
7. Posteriormente, la densidad total en un centímetro cuadrado se calculó sumando los valores de urdimbre y trama.
8. Seguidamente, se registraron en el **Anexo 5** los datos obtenidos de los diferentes recuentos realizados.
9. El procedimiento descrito en los pasos 2 a 8 se repitió un mínimo de cinco veces, realizando cada conteo en una zona diferente del tejido.

10. Finalmente, se procedió a calcular el valor promedio de los recuentos obtenidos.

Figura 19

Formato basado en la norma ISO 7211-2

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE CONTEO DE DENSIDAD DEL TEJIDO				Código: EDH-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio		
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin		
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra			Cantidad analizar		
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestra	Método de medición	Distancia de medición utilizada	N° de hilos en urdimbre (hilos/cm)	N° de pasadas en trama (pasadas/cm)	Densidad total de hilos (hilos/cm ²)	Observaciones	
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coefficiente de variación							

D. Determinación de la estructura del tejido conforme a los procedimientos establecidos en la norma ISO 7211-1.

Equipos e instrumentos

- Cuenta hilos (lupa textil): herramienta para visualizar el patrón o rapport.
- Agujas de disección que permiten destejer la tela.
- Pinzas para extraer los hilos.
- Tijera para cortar el tejido e hilos.
- Mesa de corte para extender la muestra de tejido.
- Formato de ensayo de estructura del tejido (ver **Figura 20**).

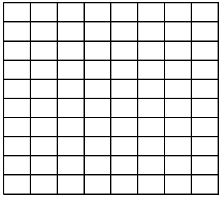
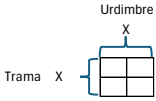
Procedimiento

1. En primer lugar, se acondicionó la muestra durante un período de 24 horas, siguiendo las condiciones estándar establecidas en la norma ISO 139.
2. Posteriormente, se identificó el revés y el derecho del tejido, con la finalidad de orientar correctamente la muestra para el análisis estructural del tejido.
3. A continuación, se determinó la dirección de los hilos de urdimbre y trama, así como también se decidió cuál de ellos sería retirado durante el análisis.
4. Seguidamente, se deshilachó el tejido para formar un fleco de aproximadamente 1 cm de longitud en dos lados perpendiculares de la muestra.
5. Después, la muestra se extendió sobre una superficie plana que presentaba un contraste con el tejido, con el fin de mejorar la visibilidad del entrelazado.
6. Posteriormente, con la ayuda de una aguja de disección, se deslizaron los hilos paralelos a uno de los bordes deshilachados para facilitar la lectura del entrelazado. En los casos donde la estructura no fue claramente visible, se utilizó una lupa textil, la cual se posicionó sobre el borde del tejido.
7. Acto seguido, se procedió a realizar la lectura de la estructura del tejido, utilizando agujas de disección para mover cuidadosamente los hilos y registrar la secuencia de tomados y dejados. Además, la información obtenida visualmente fue transferida al **Anexo 6**, donde se representó gráficamente sobre el papel de diseño la disposición de los hilos de trama y urdimbre.
8. A medida que avanzó el análisis, se continuó retirando progresivamente los hilos de la tela, examinando y registrando el entrelazado de cada uno, hasta obtener una repetición suficientemente extensa que permitiera identificar con precisión el patrón estructural del tejido.

9. Finalmente, se registró el rapport del tejido, lo cual permitió determinar el tipo de ligamento presente.

Figura 20

Formato basado en la norma ISO 7211-1

		FORMATO DE ENSAYO DE ESTRUCTURA DEL TEJIDO		Código: EET-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:					
Técnico responsable:					
Nº de ensayo:					
Fecha de ensayo:					
Acondicionamiento de la muestra					
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin
Ambientación recomendada:					
Muestra					
Código		Descripción de la muestra		Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO					
Nº de muestras	Ligamento	Esquema del ligamento		Observaciones	
1		Repetición de tejido Urdimbre  Trama			
		Versión condensada Urdimbre  Trama X			

E. Determinación del ancho del orillo.

Equipos e instrumentos

- Regla o cinta métrica: utilizada para medir el orillo de la tela.
- Mesa de corte: empleada para extender la muestra de tejido para facilitar la manipulación y observación.

Procedimiento

1. Primeramente, se extendió la muestra del tejido sobre una superficie plana y estable, procurando que estuviera libre de arrugas o tensiones que pudieran alterar las mediciones.
2. Seguidamente, se procedió a medir el ancho del orillo utilizando una regla o cinta métrica. Para garantizar la representatividad de los datos, se realizaron cinco mediciones en diferentes puntos de la muestra y se registraron cuidadosamente los resultados obtenidos.
3. Finalmente, se calculó el promedio de las mediciones registradas, el cual se utilizó como valor de referencia para lograr una mayor precisión en el cálculo de las demás variables asociadas al proceso.

F. Determinación de la relación entre el orillo y el fondo del tejido.

Equipos e instrumentos

- Cuenta hilos (lupa textil): herramienta para visualizar el número de hilos por diente del peine.

Procedimiento

1. Primeramente, se identificó la dirección de los hilos de urdimbre y trama, con la finalidad de diferenciar correctamente la zona del orillo y fondo del tejido.
2. A continuación, se colocó la muestra contra luz para facilitar la observación del número de hilos por diente (púa), tanto en la zona del fondo como en la del orillo.
3. Finalmente, se registraron los valores observados visualmente, y se consideró como dato representativo aquel que presentó mayor repetición a lo largo de la muestra.

G. Determinación del porcentaje de ondulación del hilo según las especificaciones de la norma ISO 7211-3.

Equipos e instrumentos

- Regla graduada para medir el porcentaje de ondulación del hilo.
- Aguja de disección para destejer el tejido y extraer el hilo.
- Termohigrómetro para medir las condiciones ambientales en el área de trabajo.
- Formato de ensayo de porcentaje de ondulación del hilo (ver **Figura 21**).

Procedimiento

Para determinar el porcentaje de ondulación del hilo, es necesario que el área de trabajo esté acondicionada a una temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa de $65 \pm 4\%$, que son las condiciones estándares para los ensayos textiles.

1. En primer lugar, se acondicionó la muestra durante un período de 16 horas, siguiendo las condiciones estándar establecidas en la norma ISO 139.
2. Seguidamente, se extendió la tela sobre una superficie plana, evitando la tensión y la formación de pliegues que puedan alterar la estructura del tejido.
3. A continuación, se procedió a marcar cinco tiras rectangulares de unos 20 mm de ancho, con los lados largos paralelos a los hilos de trama o urdimbre. Además, se aseguró que cada tira incluya al menos 10 hilos en el ancho y una longitud equivalente a 20 veces más larga que la parte que se sujetaría durante el ensayo.
4. Posteriormente, se recortaron las tiras previamente marcadas, obteniendo solapas rectangulares que servirían como unidades de análisis.
5. Luego, se midió la distancia entre los extremos de cada solapa (paralelos al hilo de mayor longitud) en milímetros, y se marcó la longitud correspondiente,

dejando al menos 1 cm de entrelazado en cada extremo, con el fin de facilitar la manipulación sin dañar la ondulación del hilo.

6. Acto seguido, se registraron las longitudes iniciales de los hilos aún insertos en el tejido, correspondientes a la dimensión medida previamente en cada solapa.
7. A continuación, se extrajo cuidadosamente cada hilo utilizando agujas de disección, procurando evitar cualquier estiramiento que pudiera modificar su rizado.
8. Después, se colocó el hilo extraído sobre una regla graduada y se aplicó la tensión necesaria hasta eliminar las ondulaciones.
9. Seguidamente, se registró la longitud final de los hilos tras aplicar la tensión de enderezamiento en los **Anexo 7** y **Anexo 8**, correspondientes a la urdimbre y trama, respectivamente.
10. A continuación, se repitió el procedimiento descrito en los pasos del 5 al 9 un mínimo de 10 veces, tanto para los hilos de urdimbre como de trama.
11. Seguidamente, se calculó el porcentaje de ondulación para cada hilo utilizando la siguiente fórmula:

$$\% E = \frac{L_{final} - L_{inicial}}{L_{inicial}}$$

Donde:

$\% E$ = Porcentaje de ondulación.

$L_{inicial}$ = Longitud inicial del hilo en el tejido (en mm).

L_{final} = Longitud del hilo bajo tensión (en mm).

12. Finalmente, se registraron todos los resultados individuales expresados en porcentaje y se calculó el promedio para obtener un único valor representativo, el cual fue utilizado en los cálculos posteriores del presente estudio.

Figura 21

Formato basado en la norma ISO 7211-3

		Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE PORCENTAJE DE ONDULACIÓN DEL HILO		Código: EPOH-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación		Inicio	
Temperatura final		Humedad relativa final				Fin	
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra				Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestras	Tipo de material del hilo	Método extracción del hilo	Longitud inicial (mm)	Tensión de enderezamiento utilizada cN	Longitud final (mm)	Porcentaje de ondulación (%)	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coefficiente de variación							

H. Determinación del ancho de tejido de fondo.

1. En primer lugar, se recopilaron los datos previamente obtenidos, específicamente el valor promedio del ancho de tejido acabado y el ancho de orillo.
2. A continuación, se restó el valor correspondiente al ancho de orillo de ambos extremos del tejido al ancho de tejido acabado. Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de fondo} = \text{Ancho total} - 2 * \text{ancho de orillo}$$

3. Finalmente, se registró el valor resultante, el cual se utilizó como referencia para los cálculos posteriores en el análisis del tejido.

I. Determinación del número de hilos de fondo.

1. En primer lugar, se recopilaron los siguientes datos: ancho de fondo y densidad de la urdimbre por centímetro, los cuales fueron previamente calculados en los procesos anteriores.
2. A continuación, se aplicó la siguiente fórmula para determinar el número de hilos de fondo:

$$N^{\circ} \text{ hilos fondo} = \text{Densidad urdimbre} * \text{ancho de fondo}$$

3. Finalmente, una vez obtenido el valor resultante, se procedió a anotarlo para su uso posterior en los cálculos adicionales del análisis.

J. Determinación del número de hilos del orillo.

1. En primer lugar, se recopilaron los siguientes datos: ancho del orillo, la densidad de la urdimbre por centímetro y la relación orillo/fondo.
2. Seguidamente, se aplicó la siguiente fórmula para calcular el número de hilos en un solo orillo:

$$N^{\circ} \text{ hilos de orillo} = \frac{\text{Densidad } U * \frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}}}{N^{\circ} \text{ hilos fondo/diente}} * \text{ancho de orillo} \quad (20)$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ hilos de orillo}$ = Cantidad de hilos que conforman un solo orillo del tejido.

$\text{Densidad } U$ = Número de hilos de urdimbre contenidos en 1 cm de tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de orillo que pasan por cada diente del peine.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.

Ancho de orillo = Es la medida correspondiente al ancho de un solo orillo.

3. A continuación, se registró el número de hilos obtenido de un solo orillo.

4. Posteriormente, se utilizó el valor obtenido anteriormente para calcular el número total de los hilos de orillo, aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos de orillos} = 2 * N^{\circ} \text{ hilos de orillo}$$

5. Finalmente, se anotó el resultado obtenido para su utilización en los cálculos posteriores.

K. Determinación del número de hilos totales.

1. En primer lugar, se recopilaron los siguientes valores: número de hilos de fondo y número de hilos de orillos, los cuales fueron previamente calculados.
2. A continuación, se procedió a calcular el número total de hilos del tejido mediante la suma de ambos valores, utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos totales} = N^{\circ} \text{ hilos fondo} + N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$$

3. Finalmente, el valor obtenido fue registrado para su posterior utilización en los siguientes cálculos del análisis.

L. Determinación del número de dientes (púas) de fondo.

1. En primer lugar, se recolectaron los siguientes datos: número de hilos de fondo y el número de hilos de fondo por diente, los cuales fueron previamente calculados.
2. A continuación, se procedió a calcular el número de dientes (púas) de fondo aplicando la siguiente fórmula descrita a continuación:

$$N^{\circ} \text{ dientes fondo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{N^{\circ} \text{ hilos fondo/diente}}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ dientes fondo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

$N^{\circ} \text{ hilos fondo}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}} =$ Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.

3. Finalmente, el valor obtenido fue registrado para su posterior uso en los cálculos complementarios del análisis del tejido.

M. Determinación del número de dientes (púas) de orillo.

1. En primer lugar, se recopilaron los datos previamente calculados correspondientes al número de hilos de orillos y el número de hilos de orillo por diente.
2. A continuación, se aplicó la siguiente fórmula establecida para determinar el número de dientes (púas) de orillo:

$$N^{\circ} \text{ dientes orillo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos orillos}}{N^{\circ} \text{ hilos orillo/diente}}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ dientes orillo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados exclusivamente para los orillos del tejido.

$N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$ = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}} =$ Cantidad de hilos de orillo que pasan por cada diente del peine.

3. Finalmente, se anotó el resultado obtenido para su utilización posterior en los siguientes cálculos del análisis del tejido.

N. Determinación del número de dientes (púas) totales.

1. En primer lugar, se recopilaron los valores previamente calculados, correspondientes al número de dientes (púas) de fondo y orillo.

2. A continuación, se procedió a calcular el número total de dientes (púas) del peine mediante la suma de ambos valores, utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes totales} = N^{\circ} \text{ dientes fondo} + N^{\circ} \text{ dientes de orillos}$$

4. Finalmente, se registró el valor resultante para su uso posterior en los siguientes cálculos complementarios del análisis del tejido.

O. Determinación del ancho del peine.

1. En primer lugar, se recopilaron los datos del ancho del tejido acabado y el porcentaje de ondulación de la trama, los cuales fueron previamente calculados en los procesos anteriores.
2. A continuación, se procedió a calcular el ancho del peine aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de peine} = \text{Ancho de tela} * (1 + \%E \text{ Trama})$$

Donde:

Ancho de peine = Medida total del ancho del peine utilizado en el telar.

Ancho total = Ancho total del tejido acabado, incluyendo ambos orillos.

%E Trama = Porcentaje de ondulación del hilo de trama.

3. Finalmente, se apuntó el valor obtenido para su utilización en cálculos subsiguientes.

P. Determinación del número de peine.

1. En primer lugar, se recopilaron los datos previamente calculados, correspondientes al número de dientes totales y el ancho de peine.
2. A continuación, se procedió a calcular el número de peine utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Peine} = \frac{N^{\circ} \text{ dientes totales}}{\text{Ancho de peine}} \quad (231)$$

3. Finalmente, se anotó el dato resultante para su posterior uso dentro del análisis del tejido.

Q. Realización del recálculo de dientes (púas) totales, dientes (púas) de fondo, hilos de fondo, hilos totales y ancho de urdimbre en el peine.

1. Para realizar el recálculo, se recopilaron los siguientes datos: número de hilos de fondo por diente, hilos de orillos, número de dientes de orillo, ancho y número del peine.
2. A continuación, se procedió a ejecutar el cálculo del número de dientes totales utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes totales} = \text{Ancho de peine} * N^{\circ} \text{ peine} \quad (22)$$

3. Seguidamente, se efectuó el cálculo del número de dientes de fondo a través de la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes fondo} = N^{\circ} \text{ dientes totales} - N^{\circ} \text{ dientes orillo} \quad (24)$$

4. Luego, se procedió a calcular el número de hilos de fondo, aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos fondo} = N^{\circ} \text{ dientes fondo} * \frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}} \quad (25)$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ hilos fondo}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

$N^{\circ} \text{ dientes fondo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}} = \text{Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.}$

5. Posteriormente, se determinó el número de hilos totales utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos totales} = N^{\circ} \text{ hilos fondo} + N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$$

6. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos en el recálculo con los valores calculados previamente, con el fin de identificar posibles discrepancias o realizar ajustes necesarios.

R. Verificación del sentido de la torsión del hilo conforme a la norma ISO 2.

Equipos e instrumentos

- Agujas de disección permiten extraer el hilo del tejido.
- Mesa de corte para extender la muestra de tejido.
- Tijera para cortar los hilos.
- Formato de ensayo de sentido de la torsión de los hilos (ver **Figura 22**).

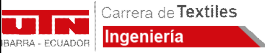
Procedimiento

1. Para verificar el sentido de la torsión del hilo, primeramente, se extendió el tejido sobre una superficie plana.
2. Luego, se procedió a marcar una probeta de 10 cm de longitud y 2 cm de ancho, tanto en trama como en urdimbre.
3. Posteriormente, se procedió a cortar la probeta.
4. A continuación, se colocó la probeta sobre una superficie plana y se procedió a extraer cuidadosamente el hilo con la ayuda de una aguja de disección.

5. Seguidamente, se sujetó con la mano izquierda un extremo del hilo, mientras que con la derecha se realizó el giro necesario para destorcerlo. Si el hilo gira hacia la derecha o en sentido horario, la torsión es Z; si el giro es a la izquierda o en sentido antihorario, la torsión corresponde a S.
6. Finalmente, se registró el resultado obtenido visualmente en el **Anexo 11**.

Figura 22

Formato basado en la norma ISO 2

		FORMATO DE ENSAYO DE SENTIDO DE LA TORSIÓN DE HILOS		Código: ESTH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:					
Técnico responsable:					
N° de ensayo:					
Fecha de ensayo:					
Acondicionamiento de la muestra					
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin
Ambientación recomendada:					
Muestra					
Código		Descripción de la muestra		Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO					
N° de muestras	Método utilizado	Longitud de la muestra (cm)	Sentido de la torsión S/Z	Observaciones	
1					
2					
3					
4					

S. Determinación del título del hilo conforme a la norma ASTM D 1059-17.

Equipos e instrumentos

- Regla graduada para medir la longitud de las muestras.
- Mesa de corte para extender la muestra del tejido.
- Balanza analítica para pesar los hilos.
- Aguja de disección para extraer los hilos del tejido.
- Tijera para cortar las muestras del tejido.
- Pinza para manipular las muestras de hilo.

- Termohigrómetro para medir las condiciones ambientales en el área de trabajo.
- Formato de ensayo de titulación de hilos (ver **Figura 23**).

Procedimiento

Para determinar el título del hilo, es fundamental que el área de trabajo esté acondicionada a una temperatura de 21 ± 1 °C y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$, que son las condiciones estándares para los ensayos textiles.

1. Para determinar el título del hilo, primeramente, se extendió cuidadosamente la tela sobre la mesa de corte, procurando que la superficie quede plana.
2. A continuación, se marcaron al menos 10 probetas independientes, tanto en el sentido de urdimbre como de trama. Cada muestra tenía una longitud de 10 cm y contenía un mínimo de 15 hilos.
3. Seguidamente, se procedió al corte de las muestras previamente marcadas, con el fin de asegurar que los datos sean más exactos.
4. Una vez cortadas, las muestras fueron sometidas a un proceso de acondicionamiento durante 24 horas en un ambiente controlado.
5. Posteriormente, de cada espécimen se extrajeron cuidadosamente hilos de dimensiones específicas, hasta alcanzar una longitud acumulada de 100 cm.
6. A continuación, se pesaron individualmente las muestras de hilo utilizando una balanza analítica, la cual permitió registrar el peso en gramos de cada conjunto. Los resultados obtenidos se consignaron en el **Anexo 9** para los hilos de urdimbre y en el **Anexo 10** para los hilos de trama.
7. Luego, se aplicó el valor promedio del porcentaje de ondulación del hilo previamente determinado, con el propósito de ajustar a la longitud real del hilo y obtener un valor de longitud final que refleje su extensión dentro del tejido.

8. Posteriormente, se identificó el número de cabos que conformaban el hilo.
9. Con los valores de longitud final y el peso, se aplicaron las fórmulas correspondientes al tipo de fibra y al sistema de numeración utilizado (métrico, inglés, tex, denier, kilotex, decitex), con el fin de calcular el título individual de cada muestra. Asimismo, se determinó el título final considerando el número de cabos que conformaban el hilo.
10. Finalmente, se promediaron los títulos individuales obtenidos, con el objetivo de establecer un valor único representativo del título del hilo presente en el tejido analizado.

Figura 23

Formato basado en la norma ASTM 1059–17

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE TITULACIÓN DE HILOS				Código: ETH-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1		
Norma aplicable:								
Técnico responsable:								
N° de ensayo:								
Fecha de ensayo:								
Acondicionamiento de la muestra								
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio			
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin			
Ambientación recomendada:								
Muestra								
Código		Descripción de la muestra				Cantidad analizar		
DATOS DE ENSAYO								
N° de muestras	Método de ensayo utilizado	Identificación de la muestra (composición del hilo)	Indicar si la muestra fue sometida a tratamiento para eliminar acabados o engomado	N° de cabos del hilo	Longitud de la muestra (cm)	Peso de la muestra (g)	Título del hilo	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
						Promedio		
						Media		
						Desviación estándar		
						Coefficiente de variación		

T. Determinación del peso de urdimbre y trama en g/m lineal de 1 m de tejido.

1. En primer lugar, se recopilaban los siguientes datos: densidad de hilos, porcentaje de ondulación y el título del hilo expresado en número métrico (Nm), tanto para la urdimbre como para la trama. Asimismo, se registró el ancho correspondiente a un metro lineal tejido, expresado en centímetros.
2. Con los datos obtenidos, se procedió a calcular el peso de la urdimbre en g/m lineal utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } U * \text{ancho total (cm)} * (1 + \%E U)}{Nm U}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos de la urdimbre contenida en 1 m lineal de tejido.

Densidad U = Número de hilos de urdimbre contenidos en 1 cm de tejido.

Ancho total (cm) = Ancho del tejido, correspondiente a 1 m lineal.

%E U = Porcentaje de ondulación del hilo de urdimbre.

Nm U = Título del hilo de urdimbre, expresado en número métrico (Nm).

3. A continuación, se calculó el peso de la trama en g/m lineal aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } T} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } T * \text{ancho total (m)} * (1 + \%E T)}{Nm T}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } T} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos de la trama contenida en 1 m lineal de tejido.

Densidad T = Número de hilos de trama contenidos en 1 cm de tejido.

Ancho total (cm) = Ancho del tejido, correspondiente a 1 m lineal.

$\%E T$ = Porcentaje de ondulación del hilo de trama.

$Nm T$ = Título del hilo de trama, expresado en número métrico.

4. Finalmente, los resultados obtenidos mediante la aplicación de las diferentes fórmulas fueron debidamente registrados, ya que constituyen la base para la ejecución de cálculos subsiguientes.

U. Determinación del peso de orillo en g/m lineal.

1. En primer lugar, se recopilaron los siguientes datos: número total de hilos de orillo, el porcentaje de contracción y el título del hilo de la urdimbre, expresado en número métrico (Nm).
2. A continuación, se calculó el peso de orillo en g/m lineal mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{N^{\circ} \text{ hilos totales} * (1 + \%E U)}{Nm U}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos correspondiente a los hilos de orillo contenidos en un metro lineal.

$N^{\circ} \text{ hilos totales}$ = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos.

$\%E U$ = Porcentaje de ondulación del hilo de urdimbre.

$Nm U$ = Título del hilo de urdimbre, expresado en número métrico.

3. Finalmente, el valor calculado fue debidamente registrado, con el propósito de utilizarlo en los cálculos posteriores.

V. Determinación del peso total de 1 m² de tejido.

1. En primer lugar, se recopilaron los valores previamente calculados del peso por metro lineal de la urdimbre, trama y orillos, todos expresados en la misma unidad (g/m).

2. A continuación, se procedió a sumar dichos valores aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso reconstruido} \left(\frac{g}{m^2} \right) = \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} + \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } T}$$

3. Finalmente, el resultado obtenido fue registrado y utilizado en cálculos posteriores.

W. Determinación del peso por metro lineal del tejido acabado.

1. En primer lugar, se recopilaron los valores del peso reconstruido y el ancho del tejido acabado, expresado en metros.
2. Una vez obtenidos estos valores, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso lineal} \left(\frac{g}{m} \right) = \text{Peso reconstruido} * \text{ancho del tejido acabado} \quad (23)$$

3. Posteriormente, se obtuvo un valor, el cual fue debidamente registrado.

X. Determinación del peso de 1 m² de tejido basado en la muestra (peso actual), conforme a la norma ISO 3801, empleando el método 5: determinación de la masa por unidad de área utilizando pequeñas muestras.

Equipos e instrumentos

- Cortadora circular de muestras, utilizada para extraer muestras de 100 cm².
- Mesa de corte, utilizada para realizar el proceso de extracción de las muestras.
- GSM Cutting Pad o base de corte, utilizada para evitar que las cuchillas de la cortadora circular de muestras entren en contacto con la mesa.
- Balanza analítica utilizada para pesar las muestras de tejido.
- Termohigrómetro para medir las condiciones ambientales en el área de trabajo.

- Formato de ensayo para determinación de masa por unidad de área (ver **Figura 24**).

Procedimiento

Para determinar el peso de un metro lineal de tejido, es fundamental que el área de trabajo esté acondicionada a una temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$, que son las condiciones estándares para los ensayos textiles.

1. En primer lugar, se seleccionó una muestra representativa del tejido, evitando zonas de orillos, pliegues o arrugas, y se la extendió sobre una mesa de corte.
2. A continuación, la muestra fue acondicionada durante un período de 24 horas sin aplicación de tensiones.
3. Una vez transcurrido el período de acondicionamiento, se colocó la base de corte (GSM Cutting Pad) sobre la superficie de trabajo y sobre ésta se posicionó el tejido, evitando los orillos y zonas previamente manipuladas.
4. Seguidamente, se posicionó la cortadora circular sobre el tejido colocado sobre la base de corte (GSM Cutting Pad), evitando tanto los bordes como las zonas previamente utilizadas. A continuación, se retiró el dispositivo de bloqueo de seguridad y se giró el volante corrugado a 90 grados. Con la mano izquierda se sostuvo la cubierta exterior de la cortadora circular, mientras que con la derecha se giró el volante corrugado en sentido horario, aplicando presión constante para obtener un corte limpio.
5. Después del corte, se retiró la cortadora circular y se extrajo cuidadosamente la muestra circular de tejido de 100 cm^2 , verificando que no quedaran hilos sueltos ni material desprendido.

6. El procedimiento descrito desde el paso 3 al 5 se repitió cinco veces, con el objetivo de obtener muestras representativas del tejido.
7. Posteriormente, las muestras se pesaron individualmente en una balanza analítica con una precisión de $\pm 0,001$ g. Los resultados obtenidos fueron registrados en el **Anexo 12**.
8. A continuación, se aplicó la siguiente fórmula para calcular el peso por metro cuadrado (g/m^2) de cada muestra:

$$\frac{g}{m^2} = \frac{\text{Peso (g)} * 10\,000}{\text{Área en cm}^2}$$

9. Finalmente, se promediaron los cinco valores obtenidos para determinar un único valor representativo del peso por metro cuadrado del tejido evaluado.

Figura 24

Formato basado en la norma ISO 3801

		FORMATO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE MASA POR UNIDAD DE ÁREA				Código: EMUA-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio		
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin		
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra			Cantidad analizar		
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestra	Método aplicado	Área (cm^2)	Peso de la muestra (g)	Masa por unidad de área (g/m^2)	Observaciones		
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coeficiente de variación							

Y. Cálculo del porcentaje de error.

1. En primer lugar, se recopilaban los siguientes datos: peso reconstruido y peso actual (basado en la muestra), asegurando que ambos valores estuvieran expresados en g/m².
2. A continuación, se sustituyeron los valores obtenidos en la siguiente fórmula y se ejecutó el cálculo:

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Peso reconstruido} - \text{peso actual}}{\text{Peso actual}} * 100$$

3. Finalmente, se registró el valor obtenido para su análisis e interpretación posterior.

Formato de análisis del tejido

A partir de todo el proceso descrito anteriormente, en la **Figura 25** se presenta el formato técnico para el análisis de diseño de tejidos. Este formato ha sido elaborado en base al procedimiento general empleado en la obtención de datos, integrando información proveniente de los formatos desarrollados conforme a normas de calidad.

Asimismo, se describen detalladamente los pasos que se deben seguir para llevar a cabo el análisis del tejido plano. Este formato de procedimiento incluye los promedios obtenidos en la evaluación de los diferentes parámetros analizados, con el propósito de garantizar un registro ordenado y preciso de los resultados derivados de los respectivos cálculos.

Además, esta plantilla facilita una visualización clara y concisa de los datos obtenidos, permitiendo una comprensión eficiente de la información y una rápida identificación de posibles errores de cálculo, en caso de que llegasen a presentarse.

Figura 25

Formato de análisis del tejido

 Carrera de Textiles Ingeniería		UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CARRERA DE TEXTILES		Código: AM-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
ANÁLISIS DE MUESTRA					
Analista:			Fecha de inicio del ensayo:		
N° de muestra:			Fecha final del ensayo:		
Datos iniciales					
Nombre comercial :			Ligamento:		Código:
1	Ancho de tejido acabado (promedio)				
	En cm:		En pulg:		
2	Densidad (promedio)				
	U	hilos/cm ²		T	hilos/cm ²
3	Armazones (rapport)				
	Orillo			Fondo	
4	Ancho de orillo en cm: cm				
5	Relación de densidad orillo/fondo				
	Pasado por púa de orillo:		hilos/púa		
	Pasado por púa de fondo:		hilos/púa		
6	Procentaje de contracción (promedio)				
	U	%	T	%	
7	Ancho de tejido de fondo				
8	Hilos de orillo		≈	hilos	
9	Hilos de fondo		≈	hilos	
10	Hilos total de orillos		hilos		
11	Hilos totales		hilos		
12	Púas de orillo		púas		
13	Púas de fondo		púas		
14	Púas totales		púas		
15	Ancho de peine		cm		
16	Número de peine		≈		
17	RECÁLCULO				
	Púas totales		≈	púas	
	Púas de fondo		púas		
	Hilos de fondo		hilos		
	Hilos totales		hilos		
	Diferencia de hilos		hilos		
	Ancho de peine		cm		
18	Material, torsión y título de hilos				
		Material	Sentido de la torsión	Título	
	U				
	T				
19	Peso de urdimbre en g/ m		g/m		
20	Peso de trama en g/ m		g/m		
21	Peso de orillo en g/m lineal		g/m		
22	Peso de 1 m ² de tejido		g/m ²		
23	Peso metro lineal del tejido acabado		g/m ²		
24	Peso de 1 m ² basado en la muestra (promedio)		g/m ²		
25	Porcentaje de error		%		

Z. Realización del remetido conforme a la norma ISO 7211-1.

Equipos e instrumentos

- Laptop
- Formato de remetido del tejido en Excel (ver **Figura 26**).

Procedimiento

1. En primer lugar, se recopilaron los datos del recálculo relacionados con el fondo y el orillo del tejido, incluyendo: número de hilos, número de hilos por diente y la estructura del tejido.
2. A continuación, se elaboró el diseño base del tejido utilizando la información previamente obtenida; asimismo, se determinó la cantidad de marcos requeridos, de acuerdo con las especificaciones técnicas del telar y el tipo de estructura textil a elaborar.
3. Seguidamente, se desarrolló el diseño por maquinilla, considerando la estructura del tejido previamente definida y el número de marcos.
4. Posteriormente, se realizó el remetido, siguiendo la secuencia establecida en el diseño del tejido y el número de marcos.
5. Finalmente, todos los diseños y configuraciones fueron registrados en las plantillas correspondientes, tal como se muestran en las **Figura 28, Figura 30 y Figura 32**.

Formato de remetido del tejido

La **Figura 26** muestra el formato de remetido diseñado para representar la estructura del tejido. Por lo tanto, esta plantilla está compuesta por el diseño extendido, el diseño por maquinilla, el remetido, el número de marcos y lizos por marco, así como el total acumulado

en varios puntos del procedimiento, se efectuó el redondeo o sólo se tomó el número entero; de este modo, se obtuvo un análisis más completo y con menor sesgo de datos.

Figura 27

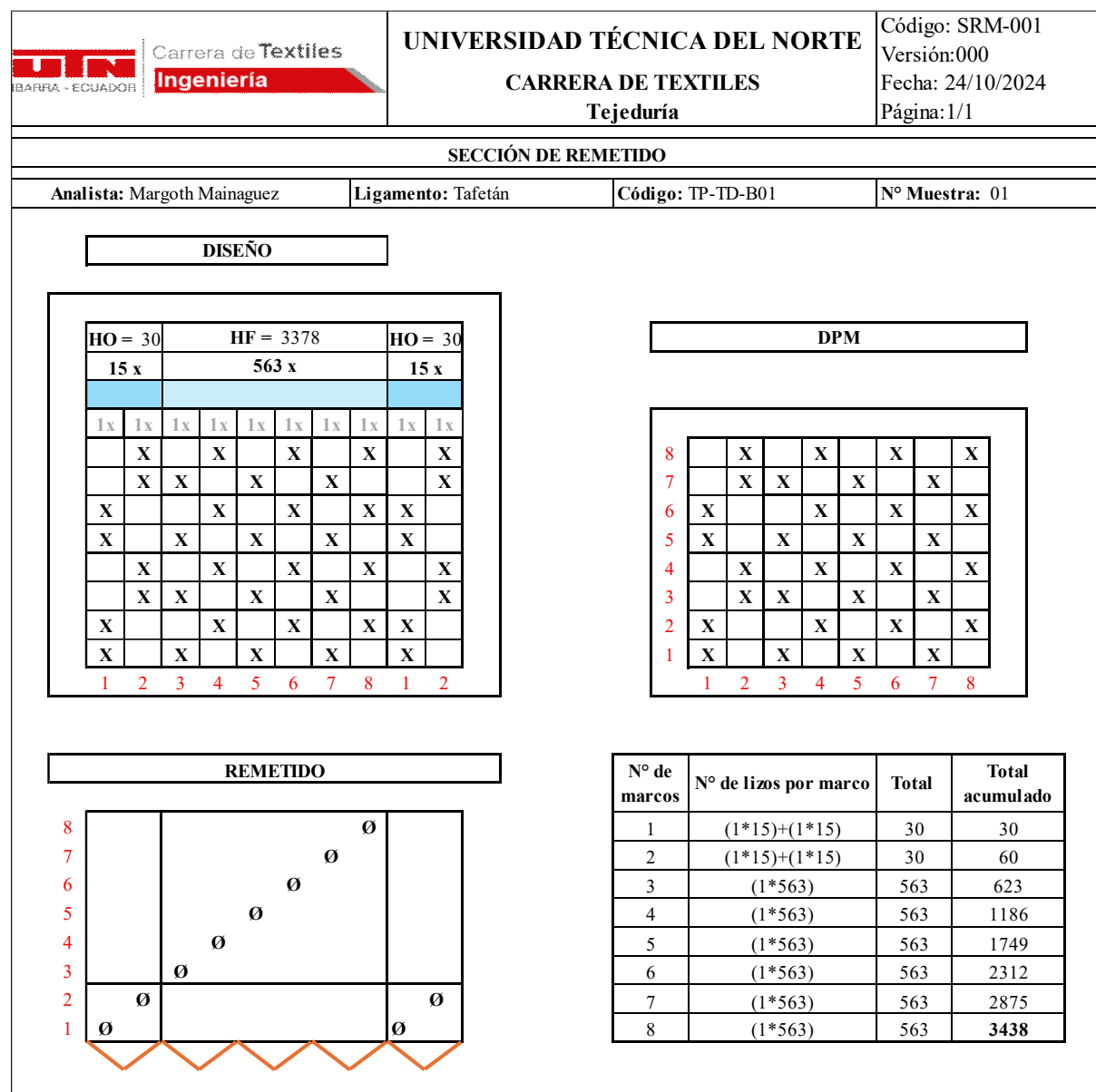
Análisis del ligamento tafetán

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		Código: AM-001												
		CARRERA DE TEXTILES		Versión:000												
				Fecha: 24/10/2024												
				Página: 1/1												
ANÁLISIS DE MUESTRA																
Analista: Margoth Mainaguez			Fecha de inicio del ensayo: 22/11/2024													
N° de muestra: 01			Fecha final del ensayo: 9/12/2024													
Datos iniciales																
Nombre comercial : Dexter			Ligamento: Tafetán		Código: TP-TD-B01											
1	Ancho de tejido acabado (promedio)															
	En cm:	148,00	En pulg:	58,27												
2	Densidad (promedio)															
	U	23,23 hilos/cm²	T	24,41 hilos/cm²												
3	Armazones (rapport)															
	Orillo			Fondo												
	4 3 2 1 <table><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td></tr></table> 12				X		X	X		X		2 1 <table><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td></td></tr></table> 12			X	X
	X															
	X															
X																
X																
	X															
X																
4	Ancho de orillo: 1,3 cm															
5	Relación de densidad orillo/fondo															
	Pasado por púa de orillo:		2 hilos/púa													
	Pasado por púa de fondo:		2 hilos/púa													
6	Porcentaje de contracción (promedio)															
	U	5%	T	4,70%												
7	Ancho de tejido de fondo		145,4 cm													
8	Hilos de orillo		30,20	≈	30 hilos											
9	Hilos de fondo		3377,40	≈	3378 hilos											
10	Hilos total de orillos		60 hilos													
11	Hilos totales		3438 hilos													
12	Púas de orillo		15 púas													
13	Púas de fondo		1689 púas													
14	Púas totales		1704 púas													
15	Ancho de peine		154,96 cm													
16	Número de peine		10,997	≈	11											
17	RECÁLCULO															
	Púas totales		1704,52	≈	1704 púas											
	Púas de fondo		1689 púas													
	Hilos de fondo		3378 hilos													
	Hilos totales		3438 hilos													
	Diferencia de hilos		0 hilos													
	Ancho de peine		154,96 cm													
18	Material, torsión y título de hilos															
		Material	Sentido de la torsión		Título											
	U	Algodón	S		29,73 Ne											
	T	Filamento de poliéster	Ninguna		158,94 Den											
19	Peso de urdimbre en g/ m		97,00 g/m													
20	Peso de trama en g/ m		45,13 g/m													
21	Peso de orillo en g/m lineal		1,26 g/m													
22	Peso de 1 m² de tejido		143,39 g/m²													
23	Peso metro lineal		214,09 g/m²													
24	Peso de 1 m² basado en la muestra (promedio)		141,75 g/m²													
25	Porcentaje de error		1,16%													

En la **Figura 28** se presentó el proceso de remetido del tafetán 1x1 en el fondo y un derivado del mismo ligamento en el orillo, empleando un remetido indirecto. Asimismo, se representó el diseño simplificado por maquinilla, seguido de la indicación del número de marcos empleados. Además, se especificó el número de lizos por marco, lo que permitió determinar el pasado de hilos por cada uno de estos.

Figura 28

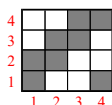
Remetido del tejido tafetán



En la **Figura 29** se muestra el análisis del tejido sarga, el cual se realizó con los promedios de los distintos parámetros evaluados anteriormente en los formatos para tener un menor sesgo de datos.

Figura 29

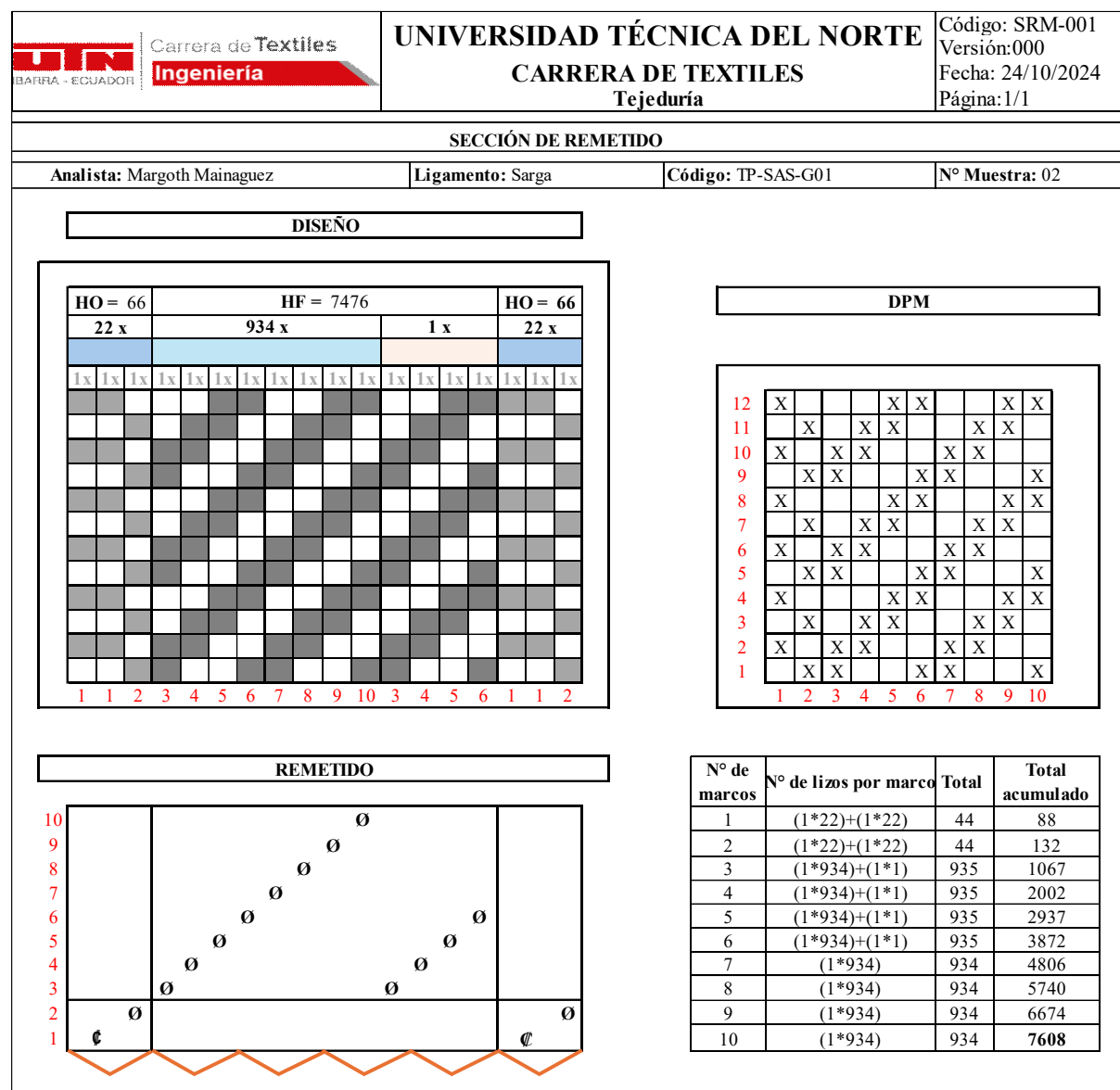
Análisis del ligamento sarga

 Carrera de Textiles Ingeniería		UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		Código: AM-001	
		CARRERA DE TEXTILES		Versión:000	
				Fecha: 24/10/2024	
				Página: 1/1	
ANÁLISIS DE MUESTRA					
Analista: Margoth Mainaguez			Fecha de inicio del ensayo: 22/11/2024		
N° de muestra: 02			Fecha final del ensayo: 9/12/2024		
Datos iniciales					
Nombre comercial : Alviero Strech			Ligamento: Sarga		Código: TP-SAS-G01
1	Ancho de tejido acabado (promedio)				
	En cm:	148,78	En pulg:	58,57	
2	Densidad (promedio)				
	U	51,18 hilos/cm²	T	35,83 hilos/cm²	
3	Armazones (rapport)				
	Orillo		Fondo		
					
4	Ancho de orillo en cm: 1,3 cm				
5	Relación de densidad orillo/fondo				
	Pasado por púa de orillo:		3 hilos/púa		
	Pasado por púa de fondo:		3 hilos/púa		
6	Porcentaje de contracción (promedio)				
	U	8%	T	30%	
7	Ancho de tejido de fondo 146,18 cm				
8	Hilos de orillo		66,54	≈	66 hilos
9	Hilos de fondo		7481,65	≈	7482 hilos
10	Hilos total de orillos 132 hilos				
11	Hilos totales 7614 hilos				
12	Púas de orillo 22 púas				
13	Púas de fondo 2494 púas				
14	Púas totales 2516 púas				
15	Ancho de peine 193,41 cm				
16	Número de peine		13,01	≈	13
17	RECÁLCULO				
	Púas totales		2514,38	≈	2514 púas
	Púas de fondo		2492 púas		
	Hilos de fondo		7476 hilos		
	Hilos totales		7608 hilos		
	Diferencia de hilos		-6 hilos		
	Ancho de peine		193,41 cm		
18	Material, torsión y título de hilos				
		Material	Sentido de la torsión		Título
	U	Filamento de poliéster	Ninguna	239,375	Den
	T			114,50769	
19	Peso de urdimbre en g/ m		147,02 g/m		
20	Peso de trama en g/ m		59,26 g/m		
21	Peso de orillo en g/m lineal		3,82 g/m		
22	Peso de 1 m² de tejido		210,10 g/m²		
23	Peso metro lineal		312,58 g/m²		
24	Peso de 1 m² basado en la muestra (promedio)			207,35 g/m²	
25	Porcentaje de error			1,32708%	

En la **Figura 30**, se muestra el proceso de remetido del ligamento sarga 2x2 con un orillo derivado del tafetán, junto con el diseño por maquinilla que simplifica el ligamento y se muestra la representación de los marcos. Estos, a través del número de lisos, determinan el paso de los hilos en cada uno de ellos.

Figura 30

Remetido del tejido sarga



En la **Figura 31** se presentó el análisis del ligamento satén, realizado con promedios con los parámetros correspondientes. Además, en algunos cálculos se redondeó los valores al

inmediato superior o se tomó el número entero, en vista de que no existen datos con decimales en algunos aspectos, como es el caso de los hilos, púas, entre otros.

Figura 31

Análisis del ligamento satén

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		Código: AM-001																																					
				Versión:000																																					
				Fecha: 24/10/2024																																					
		CARRERA DE TEXTILES		Página:1/1																																					
ANÁLISIS DE MUESTRA																																									
Analista: Margoth Mainaguez			Fecha de inicio del ensayo: 22/11/2024																																						
N° de muestra: 03			Fecha final del ensayo: 9/12/2024																																						
Datos iniciales																																									
Nombre comercial: Alania			Ligamento: Satén		Código: TP-SAA-B01																																				
1	Ancho de tejido acabado (promedio)																																								
	En cm:	152	En pulg:	59,84																																					
2	Densidad (promedio)																																								
	U	101,97 hilos/cm ²	T	45,67 hilos/cm ²																																					
3	Armazones (rapport)																																								
	Orillo		Fondo																																						
	3 2 1 <table><tr><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr></table> 1 2 3 4				X	X			X	X	X	X			5 4 3 2 1 <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 1 2 3 4 5							X			X			X								X			X		
		X	X																																						
		X	X																																						
X	X																																								
				X																																					
		X																																							
X																																									
			X																																						
	X																																								
4	Ancho de orillo en cm: 1,6 cm																																								
5	Relación de densidad orillo/fondo																																								
	Pasado por púa de orillo:		4 hilos/púa																																						
	Pasado por púa de fondo:		4 hilos/púa																																						
6	Porcentaje de contracción (promedio)																																								
	U	2%	T	0,9%																																					
7	Ancho de tejido de fondo		148,8																																						
8	Hilos de orillo		163,15		≈ 164 hilos																																				
9	Hilos de fondo		15172,91		≈ 15172 hilos																																				
10	Hilos total de orillos		328 hilos																																						
11	Hilos totales		15500 hilos																																						
12	Púas de orillo		41 púas																																						
13	Púas de fondo		3793 púas																																						
14	Púas totales		3834 púas																																						
15	Ancho de peine		153,368 cm																																						
16	Número de peine		24,999		≈ 25																																				
17	RECÁLCULO																																								
	Púas totales		3834,2		≈ 3834 púas																																				
	Púas de fondo		3793 púas																																						
	Hilos de fondo		15172 hilos																																						
	Hilos totales		15500 hilos																																						
	Diferencia de hilos		0 hilos																																						
	Ancho de peine		153,37 cm																																						
18	Material, torsión y título de hilos																																								
		Material	Sentido de la torsión		Título																																				
	U T	Filamento de poliéster	Ninguna		47,43 45,26																																				
		Den																																							
19	Peso de urdimbre en g/ m		54,81 g/m																																						
20	Peso de trama en g/ m		23,17 g/m																																						
21	Peso de orillo en g/m lineal		1,75 g/m																																						
22	Peso de 1 m ² de tejido		79,7341219 g/m ²																																						
23	Peso metro lineal del tejido acabado		123,86173 g/m ²																																						
24	Peso de 1 m ² basado en la muestra (promedio)		78,30 g/m ²																																						
25	Porcentaje de error		1,83417%																																						

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados

En esta sección se expresan los resultados obtenidos de las pruebas de los diferentes parámetros analizados acorde a cada formato desarrollado, los cuales están basados en las normas ASTM D 3774 –18, ISO 7211–2, ISO 7211–3, ASTM 1059 –17 e ISO 3801. Los resultados derivados de estos ensayos son cuantitativos, por lo que se pueden evaluar los valores y acceder a una mejor comprensión de datos a través de análisis cuantitativos y de confiabilidad.

3.1.1 Tablas de resultados del análisis cuantitativo

En las siguientes tablas de resultados, se tomaron en cuenta los datos de los formatos que contenían valores cuantitativos, los cuales fueron obtenidos a partir de los distintos ensayos que se realizaron durante el proceso de análisis de los tejidos. Además, estas tablas están organizadas acorde al procedimiento que se llevó a cabo, con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados de las diferentes variables analizadas y los valores registrados en cada prueba.

a) Análisis cuantitativo del ancho del tejido acabado

Los resultados del ancho del tejido acabado, obtenidos bajo el método B de la norma ASTM D 3774–18, se detallan en la **Tabla 8**. Estos datos demuestran una alta precisión e indican que los cinco valores obtenidos en los ligamentos tafetán y satén son constantes, mientras que en la sarga existe una ligera variación en un dato. Además, se observa que el satén es el tejido con mayor relación de longitud con respecto al ancho de la tela en comparación con los otros ligamentos, seguido por la sarga, mientras que el tafetán ocupa el último lugar.

Tabla 8

Ancho del tejido acabado

N.º muestras	Tafetán	Sarga	Satén	Unidad de medida
1	148	148.7	152	cm
2	148	148.8	152	cm
3	148	148.8	152	cm
4	148	148.8	152	cm
5	148	148.8	152	cm

b) Análisis cuantitativo de la densidad total de los hilos.

Para la obtención de la densidad por centímetro cuadrado (cm^2), el conteo de hilos se realizó siguiendo el método B, establecido en la norma ISO 7211–2. Cabe destacar que este procedimiento determina el número de hilos por pulgada; al convertir los valores en cm^2 , los resultados tienden a incluir decimales debidos a la diferencia de las unidades de medida.

Por lo tanto, los datos obtenidos de los tejidos analizados, que se detallan en la **Tabla 9**, indican que los resultados derivados del conteo de hilos en los ligamentos se mantienen constantes; expresando así que el género textil con mayor densidad es el satén con un valor de 147.38 hilos/ cm^2 ; seguido por la sarga, que presenta 87.01 hilos/ cm^2 , y finalmente el tafetán, que se posiciona en el tercer lugar con un valor de 47.64 hilos/ cm^2 .

Estos resultados indican la estabilidad y consistencia de los datos obtenidos durante el proceso de análisis, como también demuestran que la densidad del tejido está directamente relacionada con la estructura de cada ligamento. Esta relación permite que el género textil con mayor densidad sea más compacto en comparación con aquellos que presentan una estructura menos densa, influyendo significativamente en las propiedades del género textil.

Tabla 9

Densidad total de los hilos en 1 cm^2

N.º muestras	Tafetán	Sarga	Satén	Unidad de medida
1	47.64	87.01	147.64	hilos/ cm^2

2	47.64	87.01	147.64	hilos/cm ²
3	47.64	87.01	147.64	hilos/cm ²
4	47.64	87.01	147.64	hilos/cm ²
5	47.64	87.01	147.64	hilos/cm ²

c) Análisis cuantitativo del porcentaje de ondulación de urdimbre y trama

El porcentaje de ondulación de la urdimbre y trama de los diferentes tejidos analizados se muestra en la **Tabla 10**, en la cual se indican los valores constantes debido a que el porcentaje de encogimiento se lo determinó manualmente. Los resultados expresan que el ligamento tafetán tiene una cifra constante del 5% en urdimbre y 4.70% en trama, mientras que la sarga posee valores del 8% y 30%, respectivamente, lo que evidencia una mayor ondulación de los hilos. Por otro lado, el satén presenta porcentajes uniformes del 2 % y 0.9 % en todas las muestras analizadas, siendo así los datos más bajos comparados con los otros ligamentos.

Estos datos demuestran que el tafetán y el satén tienen un porcentaje de rizo mayor en la urdimbre en comparación con la trama, indicando así que tienen una mayor flexibilidad en dirección a la urdimbre. En contraste, la sarga muestra una mayor elasticidad en la trama. Asimismo, estos resultados reflejan que la influencia de la estructura del tejido y el tipo del material del hilo están directamente relacionadas con el porcentaje de

ondulación; esto implica que los ligamentos con mayor rizo posean más flexibilidad y un mejor comportamiento del tejido en las aplicaciones finales.

Tabla 10

Porcentaje de ondulación del hilo de trama

N° muestras	Urdimbre			Trama		
	Tafetán	Sarga	Satén	Tafetán	Sarga	Satén
1	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
2	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
3	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
4	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
5	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
6	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
7	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
8	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
9	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%

10	5%	8%	2%	4,7%	30%	0,9%
----	----	----	----	------	-----	------

d) Análisis cuantitativo de los títulos de los hilos de urdimbre y trama.

Los diferentes títulos de los hilos de urdimbre y trama analizados en los ligamentos tafetán, sarga y satén presentan una mínima variación en los datos obtenidos. Estas ligeras diferencias se atribuyen a la manipulación del hilo al momento de extraerlo de la tela. No obstante, al seguir el proceso establecido en la norma ASTM 1059–7, se obtuvieron valores cercanos entre sí.

A continuación, en la **Tabla 11** se muestran los resultados obtenidos de cada tejido, donde la titulación de los hilos se expresa de acuerdo con la composición y características de la fibra. En el ligamento tafetán, el título de la urdimbre se expresa en número inglés (Ne), debido a que la composición del hilo es 100 % algodón (Co), mientras que los otros hilos que componen los tejidos se representan en denier (Den), ya que estos son filamento de poliéster 100%.

Por otro lado, las numeraciones de los hilos varían según el ligamento. En el tafetán, los títulos de los hilos de la urdimbre están comprendidos en un rango de 29.57 a 29.86 Ne, mientras que en la trama los valores oscilan entre 158.17 y 159.86 Den. Para la sarga, los títulos de los hilos de urdimbre fluctúan entre 238.33 y 240.83 Den, y en la trama, entre 114.23 y 114.92 Den. En el satén, los títulos de los hilos varían entre 47.21 y 47.65 Den en urdimbre, y entre 45.13 y 45.56 Den en la trama, lo que evidencia que este ligamento presenta una menor variabilidad de datos, ya que solo existen dos valores.

Estos resultados obtenidos manifiestan fluctuaciones mínimas y una buena regularidad con respecto a los títulos de los hilos. Además, los valores analizados de los diferentes ligamentos reflejan que, en el tafetán, el título de la urdimbre se encuentra en un rango intermedio con respecto a los demás ligamentos, mientras que en la trama presenta el título más alto. En la sarga, los hilos de urdimbre poseen el título más elevado entre todos los tejidos analizados, mientras que en la trama ocupan un valor intermedio. Por otro lado, el satén presenta valores más bajos en la trama y urdimbre en comparación con los otros ligamentos.

Por lo tanto, estos valores obtenidos confirman que el título del hilo varía en función de la estructura del tejido. Asimismo, se evidencia que este parámetro tiene cierta influencia en la densidad del tejido, ya que entre menor sea el título del hilo, la densidad del tejido va a ser mayor o viceversa. Por lo tanto, este dato es fundamental en la selección de la relación de la densidad y la estructura del género textil. Además, el título del hilo tiene implicaciones significativas en las propiedades del tejido, ya que debe garantizar una buena funcionalidad en el producto final.

Tabla 11

Títulos de hilos

N° muestras	Urdimbre			Trama		
	Tafetán Ne	Sarga Den	Satén Den	Tafetán Den	Sarga Den	Satén Den
1	29.57	240	47.21	159.03	114.58	45.56
2	29.64	240	47.65	159.03	114.92	45.13

3	29.86	240.83	47.65	159.03	114.23	45.13
4	29.57	239.58	47.65	159.89	114.58	45.13
5	29.78	238.7	47.21	158.17	114.58	45.13
6	29.78	238.33	47.65	158.17	114.92	45.13
7	29.86	239.17	47.21	159.03	114,23	45.13
8	29.57	239.58	47.65	158.17	114.23	45.13
9	29.78	238.33	47.21	159.03	114.23	45.56
10	29.86	239.17	47.21	159.89	114.58	45.56

e) Análisis cuantitativo de la masa por unidad de área

Para la obtención los diferentes valores del gramaje (g/m^2) de los tres tejidos analizados, se efectuó siguiendo el método de masa por unidad de área especificado en la norma ISO 3801. Por lo tanto, en la **Tabla 12** se detallan los resultados obtenidos de las muestras, en donde se indica que el ligamento tafetán tiene valores consistentes que oscilan entre 141.15 y 142.66 g/m^2 , indicando así que es una tela que tiene un peso medio comparado con las otras estructuras analizadas; en la sarga registraron datos con un rango de 206.3 a 208.2 g/m^2 , manifestando así que es el género textil con mayor peso; el satén presentó valores entre 77.97 y 78.68 g/m^2 , caracterizándose como el tejido más liviano de todos los ligamentos examinados en la investigación.

Tabla 12

Masa por unidad de área de los diferentes ligamentos analizados

N.º muestras	Tafetán	Sarga	Satén	Unidad de medida
1	141.75	207.9	78.68	g/m ²
2	142.66	207	78.13	g/m ²
3	141.43	207.2	77.94	g/m ²
4	141.98	208.2	78.4	g/m ²
5	141.15	206.3	78.34	g/m ²

f) Comparación de gramajes

Para la respectiva comparación de los gramajes se utilizaron datos proporcionados por las fichas técnicas que están incluidas en los

Anexo 13,

Anexo 14 y Anexo 15. Estos documentos detallan las tolerancias permitidas para cada tejido. En el caso del tafetán que tiene un gramaje base de 137 g/m^2 , la oscilación aceptada es de $\pm 7 \text{ g/m}^2$; mientras que, para la sarga, que presenta un peso de 210 g/m^2 , tiene una tolerancia permitida de $\pm 10 \text{ g/m}^2$, y con respecto al satén que tiene un gramaje base de 75 g/m^2 , admite una variación de $\pm 5 \text{ g/m}^2$. Estas especificaciones aseguran un análisis dentro del rango permitido y además cumplen con los estándares establecidos para cada ligamento.

A continuación, en la **Tabla 13** se presentan de manera consolidada todos los valores del gramaje. En este análisis, la diferencia entre el valor especificado en la ficha técnica y obtenido a través del procedimiento establecido en la norma ISO 3801 revela que, para el tafetán, la variación es de 4.75 g/m^2 ; en la sarga es de -2.77 g/m^2 ; y en el satén el valor es de 3.34 g/m^2 . Esto demuestra que los tejidos tafetán y satén presentan un aumento en el gramaje, mientras que en la sarga se observa una disminución.

Por otra parte, la comparación entre el gramaje base y el obtenido a través de los cálculos demuestra que la diferencia en el tafetán fue de 6.4 g/m^2 ; en la sarga, de 0.10 g/m^2 ; y en el satén, de 4.63 g/m^2 . Esto indica que la sarga presentó un valor casi exacto, mientras que los otros ligamentos se encuentran dentro del rango de tolerancia establecido.

Tabla 13*Comparación del gramaje*

Masa por unidad de área g/m²	Tafetán	Sarga	Satén
Ficha técnica	137 g/m ²	210 g/m ²	75 g/m ²
Obtenido según la ISO 3801	141,75 g/m ²	207,23 g/m ²	78,34 g/m ²
Estimado mediante cálculos	143,40 g/m ²	210,10 g/m ²	79,62 g/m ²

3.1.2 Análisis de varianza

Para los análisis de la confiabilidad se tomó como unidad de medida el coeficiente de variación. Por lo tanto, en cada análisis estadístico proporcionado continuación, se prestó mayor atención a este valor.

a) Análisis del coeficiente de variación del ancho del tejido acabado

Los resultados del análisis estadístico que se muestran en la **Figura 33** hacen referencia a la dimensión del ancho del tejido acabado de los ligamentos: tafetán, sarga y satén. Además, indica que se realizaron 5 mediciones por muestra, lo cual permitió obtener datos estadísticos relevantes por cada tejido.

En este caso, el tafetán presentó un ancho de 148 cm y el satén 152 cm. Al ser estos valores precisos, los resultados de los indicadores de dispersión son 0, debido a que no existe variabilidad en los datos. Por otra parte, la sarga mostró mediciones ligeramente variables, por lo que, al analizar los datos obtenidos, se observó una desviación estándar de 0.04, indicando así que existe una mínima dispersión de valores en relación con la media. En cuanto al coeficiente de variación calculado, que es de 0.03%, indica una consistencia casi precisa en los datos obtenidos, confirmando así que el proceso se lo efectuó correctamente.

Asimismo, estos resultados indican que la sarga tiene una variabilidad y dispersión de datos extremadamente baja, sin llegar a ser perceptible a simple vista, en contraste con el tafetán y el satén, que presentaron buena estabilidad y uniformidad dimensional en todas las muestras.

Figura 33

Análisis del ancho del tejido acabado

	Tafetán	Sarga	Satén
N	5	5	5
Min	148	148,7	152
Max	148	148,8	152
Sum	740	743,9	760
Mean	148	148,78	152
Std. error	0	0,02	0
Variance	0	0,002	0
Stand. dev	0	0,04472136	0
Median	148	148,8	152
Coeff. var	0	0,03005872	0

b) Análisis del coeficiente de variación de la densidad

En la **Figura 34** se enuncian todos los resultados estadísticos obtenidos del análisis de los hilos por centímetro cuadrado de los diferentes tejidos ensayados. Por lo tanto, para la evaluación del tafetán, sarga y satén, ha tomado como referencia cinco mediciones que permiten el análisis de la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Además, los datos obtenidos en cada ligamento son iguales; siendo en el tafetán un valor de 47.64 hilos/cm²; la sarga 87.01 hilos/cm² y el satén 147.64 hilos/cm². De esta manera, la desviación estándar y el coeficiente de variación indican que son iguales a cero en las tres estructuras analizadas. Por tanto, se define que las mediciones realizadas en cada tejido son exactas, debido a la ausencia de variabilidad y dispersión de datos.

Figura 34

Análisis de la densidad

	Tafetán	Sarga	Satén
N	5	5	5
Min	47,64	87,01	147,64
Max	47,64	87,01	147,64
Sum	238,2	435,05	738,2
Mean	47,64	87,01	147,64
Std. error	0	0	0
Variance	0	0	0
Stand. dev	0	0	0
Median	47,64	87,01	147,64
Coeff. var	0	0	0

c) Análisis del coeficiente de variación del porcentaje de ondulación

Según los resultados que se muestran en la **Figura 35**, definen que los datos estadísticos de cada ligamento analizado son idénticos, es decir, las cinco muestras tomadas por cada estructura no existen variación. Por lo cual, en sentido de la urdimbre, el tafetán tiene un valor de 5, mientras que en la sarga el dato es de 8 y en el satén de 2. Por otra parte, la desviación estándar y el coeficiente de variación da un valor de cero en los tres ligamentos, indicando así que existe una uniformidad en los datos.

Además, en la trama, las mediciones tomadas reflejan los mismos datos en cada muestra del ligamento analizado. En este caso, en el tafetán se obtuvo un valor de 4.7, sarga 30 y satén 0.9. Asimismo, las medidas de dispersión expresaron que en la sarga los datos se mantuvieron en 0, mientras que en el tafetán se alcanzó una desviación estándar de 9.36^{-16} y un coeficiente de variación de 1.99^{-14} , siendo ambos valores prácticamente casi 0. Por otra parte, el satén presentó una desviación estándar de 1.17^{-16} y un coeficiente de variación de 1.300^{-14} ; igualmente, sus datos se aproximan al cero, debido a su nula variabilidad.

Figura 35

Análisis del porcentaje de ondulación

	Tafetán U	Sarga U	Satén U	Tafetán T	Sarga T	Satén T
N	10	10	10	10	10	10
Min	5	8	2	4,7	30	0,9
Max	5	8	2	4,7	30	0,9
Sum	50	80	20	47	300	9
Mean	5	8	2	4,7	30	0,9
Std. error	0	0	0	2,960595E-16	0	3,700743E-17
Variance	0	0	0	8,765121E-31	0	1,36955E-32
Stand. dev	0	0	0	9,362223E-16	0	1,170278E-16
Median	5	8	2	4,7	30	0,9
Coeff. var	0	0	0	1,991962E-14	0	1,300309E-14

d) Análisis del coeficiente de variación de los títulos de los hilos

Los resultados estadísticos que se presentan la **Figura 36** hacen referencia a los análisis de los títulos de hilos de los distintos tejidos analizados. Además, indica que para cada ligamento se tomaron 10 muestras representativas de urdimbre y trama, las cuales permitieron la evaluación independiente para cada tela.

Por lo tanto, los resultados obtenidos de los títulos de urdimbre indicaron que la desviación con mayor variabilidad de datos fue la sarga, la cual obtuvo un valor de 0.8, seguida del ligamento satén, que presentó un valor de 0.23, y finalmente, se posicionó el tafetán con un valor de 0.13. Aunque la variabilidad de datos es mayor en la sarga, intermedia en el satén y baja en el tafetán, los valores aún permanecen relativamente cercanos a la media con respecto a cada tejido, indicando así que las titulaciones de los hilos mantienen consistencia.

Además, el análisis del coeficiente de variación de los títulos de la urdimbre de los diferentes ligamentos mostró que los valores tienen una muy baja dispersión con respecto a la media. En este contexto, el satén presentó un valor de 0.49%, siendo el más alto entre todos los

tejidos analizados, seguido por el tafetán, que obtuvo un valor de 0.42%, y finalmente la sarga, que registró un valor de 0.33%. Los resultados indicaron que, a menor dispersión de datos, el coeficiente de variación tiende a ser más alto o viceversa.

Por otra parte, los resultados obtenidos de los títulos de los hilos de trama demostraron que la desviación estándar en el tafetán presentó un valor de 0.63, seguido por la sarga, la cual registró un valor de 0.27, y finalmente, el satén registró un valor de 0.21. Estos datos indican que el tejido con mayor variabilidad es el tafetán, luego se posiciona la sarga y por último el tafetán. A pesar de que existe cierta inconsistencia en los valores, los títulos de los hilos permanecen relativamente cercanos a la media.

El análisis del coeficiente de variación de los distintos tejidos ensayados mostró que, en los títulos de los hilos de trama, el satén presentó un valor de 0.46%, el tafetán obtuvo un dato de 0.4% y la sarga registró un valor de 0.24%. Estos resultados expresan que los valores presentan una muy baja dispersión de datos con respecto a la media, pero se sitúan dentro de un rango aceptable. Aunque la variabilidad de los datos es baja, el satén presentó un coeficiente de variación más elevado entre todos los ligamentos analizados. Esto se debe a que, cuanto mayor sea la repetición del mismo título del hilo y se obtenga una menor variación entre datos, el coeficiente de variación es probable que tienda a incrementar ligeramente.

Figura 36*Análisis de los títulos de hilos*

	Tafetán U	Sarga U	Satén U	Tafetán T	Sarga T	Satén T
N	10	10	10	10	10	10
Min	29,57	238,333	47,206	158,166	114,231	45,129
3	Sarga U	Satén U	Tafetán T	Sarga T	Satén T	G
N	10	10	10	10	10	10
Min	29,57	238,33	47,21	158,17	114,23	45,13
Max	29,86	240,83	47,65	159,89	114,92	45,56
Sum	297,27	2393,69	474,3	1589,44	1145,08	452,59
Mean	29,727	239,369	47,43	158,944	114,508	45,259
Std. error	0,03986226	0,2517867	0,07333333	0,2006667	0,08623998	0,06568358
Variance	0,01589	0,6339656	0,05377778	0,4026711	0,07437333	0,04314333
Stand. dev	0,1260555	0,7962195	0,2319004	0,6345637	0,2727147	0,2077097
Median	29,78	239,375	47,43	159,03	114,58	45,13
Coeff. var	0,4240439	0,3326327	0,4889318	0,3992373	0,2381622	0,4589358

e) Análisis del coeficiente de variación del gramaje

En la **Figura 37** se muestran los resultados estadísticos del gramaje de los diferentes ligamentos analizados, en donde indica que, para la ejecución del ensayo, se tomaron 5 muestras representativas de 100 cm² de cada tejido. Por lo tanto, los resultados obtenidos muestran que el peso de cada muestra presenta variaciones.

Por lo tanto, en la desviación estándar se demostró que el tafetán registró un valor de 0.58; la sarga mostró un valor de 0.76 y el satén evidenció un valor de 0.28. Estos resultados indican que, aunque los datos de la sarga tienen una mayor desviación estándar comparado con el tafetán y el satén, aún son cercanos a la media.

En el análisis del coeficiente de variación se determinó la dispersión de los datos en relación con la media. En este caso, el tafetán obtuvo un valor de 0.41%, siendo el dato más alto comparado con los otros ligamentos analizados. Por otra parte, la sarga presentó un valor de 0.37%, mientras que el satén mostró un valor de 0.36%, siendo el ligamento con el

coeficiente de variación más bajo de todos los tejidos analizados, y el más cercano a 0, lo que demuestra que es un tejido cuyos datos presentan una mayor proximidad a la media.

Figura 37

Análisis del gramaje

	Tafetán	Sarga	Satén
N	5	5	5
Min	141,15	206,32	77,94
Max	142,66	208,23	78,68
Sum	708,97	1036,73	391,49
Mean	141,794	207,346	78,298
Std. error	0,2582363	0,3387418	0,1253954
Variance	0,33343	0,57373	0,07862
Stand. dev	0,577434	0,7574497	0,2803926
Median	141,75	207,23	78,34
Coeff. var	0,4072344	0,3653071	0,3581095

f) Análisis del coeficiente de variación de los gramajes obtenidos de diferentes cálculos y fichas técnicas

En la **Figura 38** se presentan los resultados estadísticos del gramaje de los diferentes ligamentos, en donde se especifica el análisis de 3 valores, los cuales se obtuvieron a partir de fichas técnicas, ensayos realizados bajo la norma ISO 3801 y cálculos.

Por lo tanto, la desviación estándar demostró que el tafetán presentó un valor de 3,32; la sarga mostró un valor de 1,63 y el satén evidenció un dato de 2,39. Estos resultados demuestran que el tafetán es el ligamento con mayor la desviación estándar; mientras que la sarga mostró el valor más bajo en comparación con los ligamentos analizados. El satén, por su parte, se encuentra en un nivel intermedio. A pesar de la alta variación observada, los datos se mantienen dentro del rango de tolerancia correspondiente a cada tejido.

Por otra parte, en el análisis del coeficiente de variación, se determinó que el tafetán presentó un valor de 2,36%; la sarga reveló un valor de 0,78%, mientras que el satén mostró un valor de 3,07%. De este modo, el satén fue el ligamento con el coeficiente de variación más alto entre todos los tejidos analizados, mientras que la sarga registró el valor más bajo, con el tafetán ubicado en un nivel intermedio. Estos resultados evidencian que los tres tejidos se mantienen dentro de los parámetros establecidos para cada tejido según las fichas técnicas.

Figura 38

Análisis de todos los gramajes

	Tafetán	Sarga	Satén
N	3	3	3
Min	137	207,23	75
Max	143,39	210,1	79,62
Sum	422,14	627,33	232,96
Mean	140,7133	209,11	77,65333
Std. error	1,916075	0,9404432	1,377163
Variance	11,01403	2,6533	5,689733
Stand. dev	3,31874	1,628895	2,385316
Median	141,75	210	78,34
Coeff. var	2,358511	0,7789658	3,07175

3.1.3 Normalidad de datos del gramaje

Según Luzuriaga et al. (2023), la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se emplea para verificar que los datos se ajustan a una distribución normal. Esta prueba paramétrica es adecuada para muestras con menos o igual a 50 observaciones. Además, establece que si el p-valor es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis; en cambio, si el p-valor es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis, lo que demuestra que los datos tienen un 95 % de confiabilidad.

Por lo tanto, los resultados de las pruebas de normalidad se presentan en la **Tabla 14**. En donde la prueba de Shapiro-Wilk muestra un p-valor superior a 0.05 para los tres tipos de tejido evaluados: tafetán ($p = 0.4768$), sarga ($p = 0.05863$) y satén ($p = 0.5188$), lo que indica

que los datos siguen una distribución normal. Asimismo, estos valores obtenidos demuestran que el análisis tiene un nivel de confiabilidad del 95%.

Además, otras pruebas estadísticas, como Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Bera, también respaldan la normalidad de los datos en los tejidos evaluados y refuerzan aún más la fiabilidad de los resultados obtenidos, ya que la coincidencia de los resultados obtenidos al pasar en todos los métodos de evaluación garantiza la consistencia de los datos. Por lo tanto, la concordancia entre las diferentes pruebas estadísticas reduce la incertidumbre al minimizar la posibilidad de errores en la interpretación.

Tabla 14

Prueba de normalidad de los gramajes

Datos	Tafetán	Sarga	Satén
N	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9268	0,7761	0,9378
p(normal)	0,4768	0,05863	0,5188
Anderson-Darling A	0,2726	0,4545	0,2598
p(normal)	0,3456	0,07502	0,383
p(Monte Carlo)	0,48 54	0,0598	0,5133
Lilliefors L	0,2893	0,3743	0,2799
p(normal)	0,4393	0,1098	0,4921
p(Monte Carlo)	0,4732	0,0573	0,5237
Jarque-Bera JB	0,4153	0,5291	0,3989
p(normal)	0,8125	0,7675	0,8192
p(Monte Carlo)	0,4758	0,0576	0,5094

3.1.4 Interpretación de los resultados

En la interpretación de resultados se consideraron todos los datos cuantitativos, los cuales, mediante gráficas, proporcionan información clave sobre parámetros analizados.

a) Interpretación de los resultados de todos los parámetros analizados

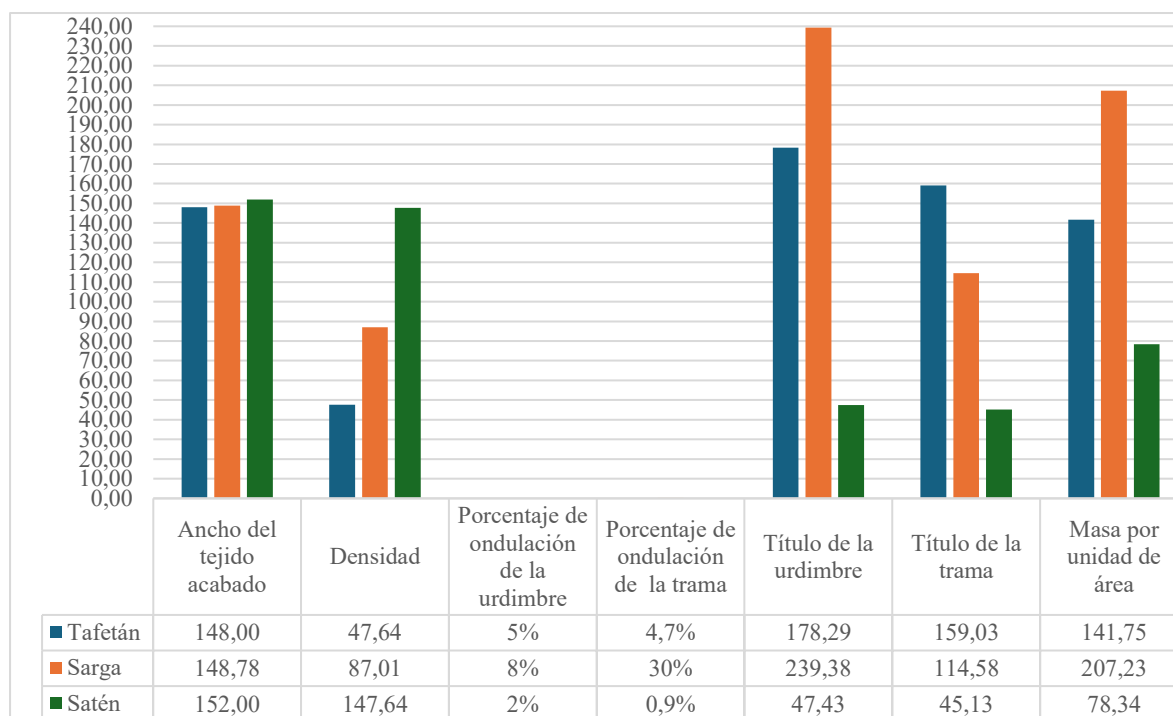
Para una mejor interpretación de los resultados, se elaboró una gráfica de barras que muestra todos los promedios de los parámetros analizados en los tres tejidos (ver **Figura 39**). En esta gráfica, se observa que el ligamento tafetán registró el menor ancho de tejido acabado y una baja densidad en comparación con los otros dos ligamentos. Además, se posicionó en segundo lugar con respecto al título de urdimbre, gramaje, porcentaje de ondulación de trama y urdimbre, mientras que en el título de la trama presentó una mayor numeración.

Por otra parte, la sarga presentó valores intermedios en el ancho acabado del tejido, la densidad y el título de la trama. Sin embargo, obtuvo datos más altos en el título de la urdimbre, gramaje, porcentaje de ondulación de urdimbre y trama en relación con los otros dos ligamentos. En cuanto al satén, este ligamento mostró altas mediciones con respecto al ancho del tejido acabado y densidad. No obstante, en los demás parámetros analizados, se posicionó en el último lugar entre todos los tejidos evaluados.

Por lo tanto, el gráfico reveló que cada ligamento presentó valores distintos según los parámetros técnicos analizados, lo cual refleja cómo la estructura de cada ligamento influye en los resultados finales, así como también en las propiedades del género textil. Por lo tanto, estos hallazgos proporcionan una base fundamental para la selección del tejido en aplicaciones específicas, a su vez mejoran su desempeño y garantizan una mejor adaptación a los estándares de calidad establecidos. Además, permiten identificar cuál ligamento es el más adecuado según los requerimientos de resistencia, flexibilidad, estética y funcionalidad en el producto final.

Figura 39

Análisis gráfico de promedios de los parámetros cuantitativos

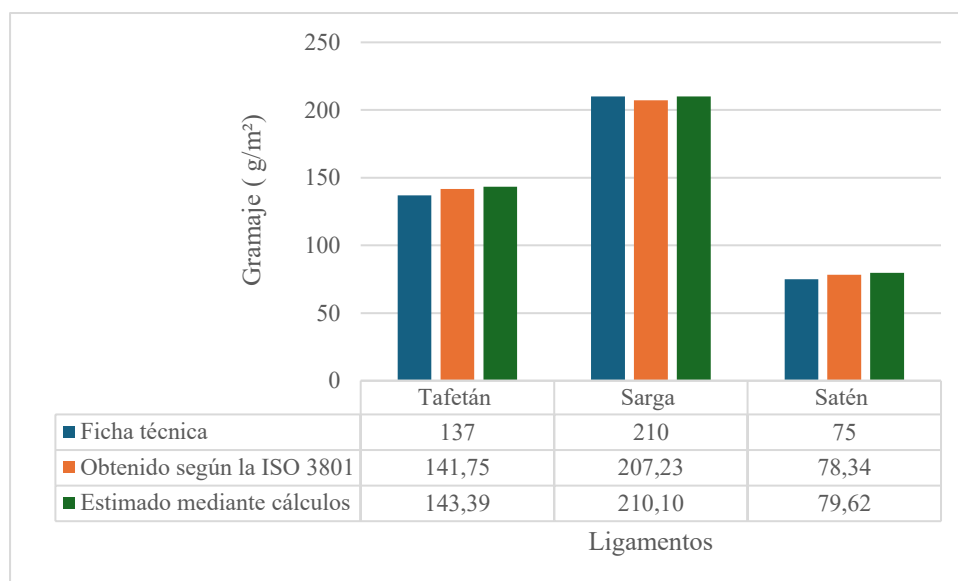


b) Interpretación de los resultados de los gramajes

En la **Figura 40** se representan los valores del gramaje, evidenciando variaciones en relación con los valores obtenidos mediante las fichas técnicas, ensayos según la norma ISO 3801 y cálculos. Al comparar los resultados con los datos base provenientes de las fichas técnicas, se observa que los ligamentos tafetán y satén experimentaron un aumento de gramaje en los ensayos y cálculos. Por otro lado, en la sarga se registró una disminución en los resultados obtenidos mediante la norma ISO 3801 en comparación con el dato obtenido de la ficha técnica. No obstante, la sarga presentó un incremento apenas perceptible en su peso al compararlo con el gramaje obtenido mediante cálculos, lo que indica que no sigue una misma tendencia de aumento observada en los ligamentos tafetán y satén.

Figura 40

Análisis gráfico de todos los datos del gramaje en los ligamentos



3.2 Diseño de propuesta de manual de procedimientos

El manual operativo para análisis de tejidos planos llanos estableció un único procedimiento basado en las siguientes normativas referenciales. Entre ellas, la norma AATCC TM 20, ASTM D 3774-18, ISO 7211-2, ISO 7211-1, ASTM 1059-17, ISO 7211-3, ISO 2 e ISO 3801. Además, el manual incluye formatos diseñados con base en un solo método de cada norma, detalla los equipos específicos requeridos para cada procedimiento, proporciona directrices y especifica las medidas de seguridad obligatorias que deben cumplirse para realizar los ensayos en el laboratorio Textil.

3.3 Discusión de resultados generales

En esta sección se efectúa la discusión de los resultados obtenidos en las pruebas preliminares del análisis de los diferentes ligamentos: tafetán, sarga y satén, las cuales se desarrollaron a través de los formatos realizados bajo las especificaciones de las normas ASTM, AATCC e ISO. Por lo tanto, para garantizar una mayor precisión en los datos, se siguió un proceso detallado.

En primer lugar, se desarrollaron formatos basados en las siguientes normas:

- AATCC TM 20 A especifica todos los métodos químicos para determinar la composición del tejido, basándose en el tipo de material con el que está elaborada la tela.
- Para medir el ancho del tejido acabado, se utilizó la norma ASTM D 3774–18, y se diseñó el formato con base en el método B (muestra del laboratorio extraída del rollo completo o perno).
- El método B (conteo con lupa) especificado en la norma ISO 7211–2 se empleó para determinar la densidad de hilos por centímetro cuadrado.
- En la representación de la estructura del tejido, se utilizó la norma ISO 7211–1.
- ASTM 1059–17 describe los métodos de titulación del hilo; en este caso, se aplicó el método de longitud corta.
- Para el proceso de la obtención del porcentaje de ondulación del hilo tras destejer una tela, se empleó la norma ISO 7211–3.
- La norma ISO 2 detalla el proceso de identificación del sentido de la torsión del hilo.
- En la norma ISO 3801, se utilizó el método 5 (determinación de la masa por unidad de área utilizando pequeñas muestras) para calcular el gramaje del tejido.

Seguidamente, se analizaron tres géneros textiles, en los cuales se determinaron valores cuantitativos, que se especificaron en distintos formatos. Además, se evaluaron parámetros estadísticos, destacándose como el más importante el coeficiente de variación. Por lo tanto, las pruebas preliminares se empezaron por el ancho del tejido acabado, en la cual el tafetán y satén dieron un coeficiente de 0, lo que indica uniformidad de datos; en la sarga el valor fue de 0.030%, mostrando así una baja variabilidad en los datos obtenidos.

En cuanto a los resultados, el coeficiente de variación de la densidad y el porcentaje de ondulación de la urdimbre mostraron un valor de 0 en todos los ligamentos; esto indica que los datos no tuvieron ninguna diferenciación. En cambio, en el porcentaje de ondulación de la trama, a pesar de que las cifras numéricas son constantes, se presentó las siguientes variaciones: en el ligamento tafetán, el valor fue 1.99^{-14} ; en la sarga fue de 0 y el satén de 1.30^{-14} . Estos resultados se deben al redondeo de datos que ejecuta el programa Past 4 al proyectar los análisis; por lo que estos valores son 0 en una presentación estadística sin redondeo.

Por otro lado, en el análisis de los títulos de los hilos de urdimbre, el coeficiente de variación mostró ligeras diferencias: el satén registró un valor de 0.49%; el tafetán de 0.42% y la sarga de 0.33%. No obstante, en la trama los valores adquiridos fueron: 0.46% en el satén, 0.4% el tafetán y 0.24% en la sarga. Estos resultados indicaron que los datos tienen baja dispersión en comparación con la media, debido a que el porcentaje de variación es extremadamente bajo.

En cuanto al coeficiente de variación en relación con el gramaje, los resultados expresaron que la dispersión de datos es mínima, ya que el tafetán obtuvo un valor de 0.41%, la sarga, de 0.37%, y el satén, de 0.36%; indicando así que los datos se posicionan dentro de un rango aceptable con respecto a la media.

Tras la obtención y análisis de todos los datos relevantes obtenidos a través de los distintos formatos, se verificó el número de hilos por diente de peine; este dato es empírico, ya que está relacionado con el diseño del tejido. Luego se realizó el análisis para la replicación de los tejidos, en donde se empleó fórmulas para demostrar que el gramaje derivado de los cálculos, con el gramaje basado en la muestra que se adquirió a través del formato de la ISO 3801, no superó el 5% de error.

Esto se demostró con los siguientes datos de los tejidos analizados, en el cual el tejido tafetán alcanzó un gramaje de 143.39 g/m^2 a través de los cálculos y, mediante el gramaje basado en la muestra, obtuvo 141.75 g/m^2 . Ambas medidas están expresadas en un metro cuadrado de tejido, lo que da un porcentaje de error del 1.16%. Además, para la ratificación de que los métodos empleados para la replicación de los tejidos son efectivos, se ejecutaron dos ensayos más, los cuales corresponden al ligamento sarga y satén.

En la sarga, el valor obtenido mediante cálculos fue de 210.1 g/m^2 ; mientras que el gramaje basado en la muestra fue de 207.35 g/m^2 , evidenciando un porcentaje de error de 1.33%. En cuanto a los gramajes de satén, fueron de 79.73 g/m^2 mediante el cálculo y a través de la muestra fue de 78.34 g/m^2 , demostrando un porcentaje de error del 1.78%.

A continuación, se especifican los datos proporcionados por las fichas técnicas, en donde especifica que el tafetán tiene un gramaje base de 137 g/m^2 con una tolerancia del $\pm 7 \text{ g/m}^2$; la sarga cuenta con 210 g/m^2 y una variación permitida de $\pm 10 \text{ g/m}^2$; en cuanto al satén, presenta un valor de 75 g/m^2 con una tolerancia del $\pm 5 \text{ g/m}^2$. Por lo tanto, al comparar estos valores obtenidos con los proporcionados por las fichas técnicas, se evidencia que los datos se encuentran dentro de un rango de tolerancia aceptable para la replicación del tejido.

Sin embargo, es importante destacar que el análisis realizado no incluye detalles sobre las condiciones específicas bajo las cuales se llevaron a cabo las pruebas para los datos de las fichas técnicas. En particular, se desconoce si las condiciones de humedad, temperatura y métodos de obtención de datos durante el proceso de medición fueron similares a los ensayos realizados en el laboratorio de la Carrera de Textiles. Además, no se detallan los instrumentos utilizados durante el análisis del proceso.

Por lo tanto, los resultados del coeficiente de variación en los ligamentos tafetán, sarga y satén fueron de 2.36 %, 0.78 % y 3.07 %, respectivamente. Estos valores previamente analizados

presentaron resultados relativamente bajos en todos los tejidos, demostrando así que el método aplicado es efectivo y validando que el proceso de análisis establecido es factible y presenta una buena interpretación de resultados. Además, sugieren que las condiciones y los métodos empleados fueron casi similares, ya que los datos analizados se encuentran dentro del rango de variación permitida. No obstante, la falta de información sobre las condiciones exactas bajo las cuales se hicieron los análisis podría generar diferencias que no se reflejan en los márgenes de tolerancia establecidos.

Una vez obtenidos todos los resultados, se realizó el remetido, en el cual se especificó de manera simplificada los datos más importantes del análisis del tejido, como es el número de hilos de fondo y orillos, así como también el número de hilos por diente de peine en ambas secciones. Este proceso permite una visualización clara y comprensible de la replicación del tejido.

Luego de terminar de analizar los diferentes parámetros del estudio realizado en los tres tejidos, se desarrolló un manual que incluye los procedimientos empleados en los ensayos de las pruebas, con el objetivo de estandarizar métodos utilizados y facilitar estudios de replicación de tejidos. Además, establece el acondicionamiento del tejido antes y durante la ejecución de la prueba, así como también indica los equipos a emplearse en cada ensayo, asegurando así que las evaluaciones sean consistentes y se encuentren alineadas a procedimientos estandarizados en las normas internacionales de calidad.

Finalmente, se enfatiza la importancia de realizar meticulosamente las pruebas y seguir lo establecido en formatos y manual, para así obtener resultados favorables que mejoran bases y conocimiento técnico de los tejidos. Asimismo, promueve el potencial en el diseño de nuevos géneros textiles y mejora los procesos de producción, fomentando la competitividad dentro del sector.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Luego de haber realizado la investigación, se concluye que el análisis de parámetros técnicos resulta elemental para el desarrollo de una metodología de caracterización de tejidos planos. Esta orientación permite identificar variables claves que influyen en el análisis del género textil y contribuye a diseñar un procedimiento que asegure resultados precisos y consistentes.
- La investigación bibliográfica permitió identificar 60 bases de datos en las que se destacaron estudios realizados a distintos parámetros del tejido plano. Este análisis evidenció que, aunque existen numerosos métodos regulados por normativas de calidad, también se encontraron procedimientos empíricos, como el caso del número de hilos por púa de peine y el proceso de remetido, los cuales varían según el diseño del tejido. Estos datos relevantes obtenidos de la investigación posibilitan la estandarización de un método técnico y la definición de formatos que facilitan una evaluación más uniforme, precisa y confiable en los análisis del tejido plano.
- Tras el desarrollo de los formatos basados en las distintas normas de calidad, se delimitó un solo proceso específico de cada una, facilitando así su aplicación de forma clara y coherente. Además, se integraron en cada formato los datos más relevantes de cada fase, contribuyendo a prevenir confusiones y a su vez garantizando una correcta interpretación de la normativa.
- Luego de realizar los análisis de los diferentes ligamentos fundamentales del tejido plano, se concluye que los valores obtenidos según la norma ISO 3801 fueron: 141.75 g/m² en el tafetán; 207.35 g/m² en la sarga y 78.34 g/m² en el satén. A su vez, mediante el método de cálculo, los resultados fueron: 143.39

g/m² en el tafetán; 210.1 g/m² en la sarga y 79.73 g/m² en el satén. Estos valores se ajustaron a las tolerancias especificadas en las fichas técnicas que indican un gramaje base de 137 g/m² (± 7 g/m² para el tafetán), 210 g/m² (± 10 g/m² para la sarga) y 75 g/m² (± 5 g/m² para el satén). Aunque se observó una ligera diferencia al comparar los resultados con los datos de la ficha técnica, todos los valores permanecen dentro de los límites permisibles de tolerancia, validando así el método utilizado.

- En el caso de los datos obtenidos mediante métodos manuales, se concluye que el porcentaje de ondulación de urdimbre y trama no alcanza la precisión requerida de decimales debido a la ausencia del dispositivo especificado en la norma ISO 7211-3 en el laboratorio Textil. Esta limitación generó un sesgo en las mediciones, afectando los cálculos subsiguientes del análisis del tejido. No obstante, a pesar de esta imprecisión, los porcentajes de error registrados entre el gramaje obtenido mediante la norma ISO 3801 y el calculado en los ligamentos fueron del 1.16% en el tafetán, 1.33% en la sarga y 1.78 % en el satén, los cuales son menores al rango aceptable que es el 5%.
- Se concluye que el manual es una guía clave que permitió organizar y normalizar los métodos determinados en los formatos, integrándolos en un único procedimiento estructurado y eficiente. Asimismo, la inclusión de fórmulas e instrumentos específicos facilita la ejecución de un análisis detallado del tejido, asegurando mediciones precisas y resultados consistentes. Además, su diseño cumple con criterios técnicos que garantizan la confiabilidad de los datos obtenidos y su alienación con estándares de calidad.
- El análisis de las muestras de tejidos en el laboratorio de la Carrera de Textiles permitió evaluar la efectividad y confiabilidad técnica del manual, al comparar

los datos obtenidos mediante la norma ISO 3801 y el método de cálculo con la ficha técnica proporcionada por la empresa LAFAYETTE. Los resultados mostraron un coeficiente de variación de 2.36 % en el tafetán, 0.78% en la sarga y 3.07 % en el satén, lo que evidencia un buen control y un alto nivel de precisión en las mediciones. Estos resultados respaldan la utilidad del manual como una herramienta fiable para la caracterización de tejidos, garantizando la coherencia y comparabilidad de los resultados con los estándares de calidad.

Recomendaciones

- Es fundamental llevar a cabo revisiones periódicas de los procesos descritos en los formatos para asegurar que se ajusten a las actualizaciones de las normas de calidad. Además, se debe asegurar que los procedimientos continúen siendo comprensibles, eficientes y fáciles de implementar. Estas actualizaciones continuas permitirán mantener coherencia entre las prácticas y las normativas, minimizando posibles confusiones durante su aplicación y mejorando la eficiencia en su ejecución.
- Se recomienda que, para garantizar una mayor precisión en los resultados, los equipos disponibles en el laboratorio de la Carrera de Textiles sean calibrados periódicamente. En particular, los dispositivos gravimétricos, así como también los instrumentos de corte y medición, los cuales deben de cumplir con los estándares de calibración establecidos, asegurando así la fiabilidad de los ensayos y la consistencia de los datos obtenidos.
- Para garantizar la calidad en el análisis de los tejidos, se recomienda que los laboratorios dispongan de un sistema de climatización adecuado que mantenga condiciones estables de temperatura y humedad relativa durante los ensayos. Asimismo, es fundamental seguir estrictamente las instrucciones del manual,

cumplir con las indicaciones de seguridad y emplear los equipos apropiados para cada prueba. Además, es esencial completar correctamente los formatos proporcionados para cada parámetro de análisis, para obtener resultados consistentes y asegurar la fiabilidad en los ensayos realizados.

- Durante la ejecución de los ensayos, se recomienda hacer un uso adecuado de los equipos de laboratorio para prevenir daños en los dispositivos, así como también para asegurar la correcta recolección y registro de resultados, reduciendo así la variabilidad en datos obtenidos. En caso de no disponer de dichos equipos, se sugiere recurrir a métodos manuales, en los cuales se debe aplicar el procedimiento de forma cuidadosa para así minimizar el margen de error y garantizar que los valores presenten un porcentaje de variación lo más bajo posible.

Referencias bibliográficas

- AATCC. (2021). *AATCC TM 20, Test Method for Fiber Analysis: Qualitative*.
<https://members.aatcc.org/store/tm20a/486/>
- Alagón, H. J. A., & Neira, A. R. S. E. (2020). *Estudio comparativo de la conductividad térmica y propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe estabilizadas con fibra de poliéster frente al adobe tradicional, de las adoberas ubicadas en el distrito de San Sebastián-Cusco* [Tesis, Universidad Andina del Cusco].
<https://repositorio.uandina.edu.pe/item/78ad8b49-b59b-485e-b217-2895c068e5b5>
- Alamdar, Y. A., & Bidoki, S. M. (2010). The effect of yarn twist direction on the formability of woven fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 101(8), 739–745.
<https://doi.org/10.1080/00405000902829713>
- Ali, Z., Talpur, F. N., Afridi, H. I., Ahmed, F., Brohi, N. A., & Abbasi, H. (2025). Analytical approaches and advancement in the analysis of natural and synthetic fiber: A comprehensive review. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2024.125164>
- ASTM. (2017). *Test Method for Yarn Number Based on Short-Length Specimens*.
<https://doi.org/10.1520/D1059-17>
- ASTM. (2018, julio 30). *ASTM D3774 - 18 Standard Test Method for Width of Textile Fabric*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D3774-18>
- Barylko, S., Zdorenko, V., Kyzymchuk, O., Lisovets, S., Melnyk, L., & Barylko, O. (2019). Adaptive ultrasonic method for controlling the basis weight of knitted fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14. <https://doi.org/10.1177/1558925019889615>

- Bastovansky, R., Smetanka, L., Kohar, R., Mishra, R. K., & Petru, M. (2024). Comparison of Mechanical Property Simulations with Results of Limited Flexural Tests of Different Multi-Layer Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites. *Polymers*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/polym16111588>
- Beyene, K. A., & Korra, C. G. (2022). Modeling for the Prediction and Evaluation of the Crimp Percentage of Plain Woven Fabric Based on Yarn Count and Thread Density | Postavitev modela za napovedovanje in ovrednotenje odstotka skrčenja za tkanino v vezavi platno na podlagi dolžinske mase pre. *Tekstilec*, 65(1), 14–24. <https://doi.org/10.14502/tekstilec.65.2021027>
- Bhuvaneshwarri, I., & Tamilarasi, A. (2019). Predicting the fabric width of single jersey cotton knitted fabric using appropriate software | Proiectarea lătimii tricotului glat din bumbac utilizând software-ul adecvat. *Industria Textila*, 70(6), 538–546. <https://doi.org/10.35530/IT.070.06.1597>
- Bobell, M. (2020). *Investigacion analitica*. https://www.academia.edu/35884101/Investigacion_analitica
- Carpio, F. A. F. (2020). Mejora del valor agregado de los desperdicios y retazos de una planta de tejido y confección de prendas en alpaca de la ciudad de Arequipa, 2020 [Tesis, Universidad Continental]. En *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8080>
- Carvalho, V., Soares, F., Belsley, M., & Vasconcelos, R. M. (2008). automatic yarn characterization system. *Proceedings of IEEE Sensors*, 780–783. <https://doi.org/10.1109/ICSENS.2008.4716557>
- Chamorro, O. L. A., Esparza, E. W. R., & Jaramillo, T. B. A. (2024). Análisis de la resistencia a la tracción y elongación del no tejido de lana de oveja para elaborar sombreros de fieltro.

- Innovation & Development in Engineering and Applied Sciences*, 6(2), 13–13.
<https://doi.org/10.53358/IDEAS.V6I2.961>
- Chasi, S. E. J. (2023). *Desarrollo de un acabado con concha de nácar por impregnación en tejido plano sarga 65%/35% poliéster/algodón para determinar la propiedad ignífuga*.
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14955>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial*, 449(20), 25–2021. www.lexis.com.ec
- Dulzaides, I. M. E., & Molina, G. A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2), 1–1.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Elkhamy, D. S. (2007). *Processing mechanics of alternate twist ply (ATP) yarn technology* [Drexel University, Pennsylvania]. <https://core.ac.uk/download/pdf/190334635.pdf>
- Fazal, M. Z., Khan, S., Abbas, M. A., Nawab, Y., & Younis, S. (2021). Machine learning approach for prediction of crimp in cotton woven fabrics. *Tehnicki Vjesnik*, 28(1), 88–95.
<https://doi.org/10.17559/TV-20191018180716>
- Fonseca, M. E. A. (2020). *Prototipos en tejido plano y aseguramiento de la calidad*.
<http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/4788>
- Gavilema, G. (2021, febrero 10). *Proceso de Remetido y de Anudado* | PDF | Telar | Textiles.
<https://es.scribd.com/document/493981219/proceso-de-remetido-y-de-anudado>
- Gokarneshan, N. (2007). Woven fabric structures in technical textiles. *Textile Asia*, 38(7), 48–50.

- Gomez, E. G. (2021). Research methods and techniques employed in Communication Studies in Spain. *Revista Mediterranea de Comunicacion*, 12(1), 115–127.
<https://doi.org/10.14198/MEDCOM000018>
- Gonçalves, N., Carvalho, V., Belsley, M., Vasconcelos, R. M., Soares, F. O., & Machado, J. (2015). Yarn features extraction using image processing and computer vision – A study with cotton and polyester yarns. *Measurement*, 68, 1–15.
<https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2015.02.010>
- Google Maps. (2024). *Ingenieria Textil UTN - Google Maps*.
https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3779989,-78.1233653,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAyMi4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D
- Guaján, T. C. I. (2024). *Adaptación y puesta en marcha de un jacquard mecánico en un telar de lanzadera*. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15515>
- Guerrero, M. S. E. (2008). *Influencia de la estructura de las telas no tejidas sobre las propiedades mecánicas de los componentes termofijados de confección*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7108459>
- Guevara, A. G. P., Verdesoto, A. A. E., & Castro, M. N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Guo, Y., Ye, Q., Zheng, X., Chen, S., Lei, N., Zhang, Y., & Gu, D. X. (2020). Computational generation and conformal fabrication of woven fabric structures by harmonic foliation.

- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 363, 112874.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cma.2020.112874>
- Gusakov, A. V., & Perepelkin, K. E. (2007). Polyester filter fabrics and their properties. *Fibre Chemistry*, 39(1), 41–44. <https://doi.org/10.1007/s10692-007-0009-8>
- Herrera, C. B. C. (2020). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil* [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/12671>
- Holmes, S. (2007, diciembre). Investigating fibers - What AATCC test method 20 can tell you about your fiber. *AATCC Review*, 7(12), 24.
- Huaman, O. E. D., & Trujillo, N. S. M. (2021, septiembre 28). *Grupo 3 - Lab. 1 - Pit61 - A | PDF | Textiles | Densidad*. <https://es.scribd.com/document/537284506/GRUPO-3-LAB-1-PIT61-A>
- Huang, M.-Q., Kuang, W.-J., Liu, X., & He, L. (2023). Quantitative Analysis of Cotton/Polyester/Wool Blended Fiber Content by Near-Infrared Spectroscopy Based on ID-CNN. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis*, 43(11), 3565–3570. [https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593\(2023\)11-3565-06](https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593(2023)11-3565-06)
- Islam, Md. R., Mia, R., & Uddin, A. J. (2022). Investigation of the performance of okra fiber in woven fabric. *Heliyon*, 8(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09307>
- ISO. (1973). *ISO 2:1973 - Textiles — Designation of the direction of twist in yarns and related products*. <https://www.iso.org/standard/3563.html>

- ISO. (1977, septiembre 1). *ISO 3801:1977 Textiles — Woven fabrics — Determination of mass per unit length and mass per unit area*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/9335.html>
- ISO. (1984a). *ISO 7211-3:1984 - Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric*.
<https://www.iso.org/standard/13843.html>
- ISO. (1984b, marzo 1). *ISO 7211-1:1984 Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting, denting and lifting*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:7211:-1:ed-1:v1:en>
- ISO. (2005). *ISO 139:2005 - Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing*.
En *International Organization for Standardization*.
<https://www.iso.org/standard/35179.html>
- ISO. (2024). *ISO 7211-2:2024 - Textiles — Methods for analysis of woven fabrics construction — Part 2: Determination of number of threads per unit length*.
<https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/67/86700.html>
- James Heal. (2024). *Cortadores de muestras*.
https://www.jamesheal.com/es/instrument/sample_cutters
- Kale, M. J., Konnur, A. S., & Bhat, N. V. (2010). Studies on dyeing behaviour of microwave treated polyester fabric. *BTRA Scan*, 40(2), 4–12.
- Kiš, A., & Kovačević, S. (2024). Influence of the Structure of 3D Woven Fabrics on Radiation Heat Resistance and Thermophysiology Properties. *Textiles*, 4(2), 267–283.
<https://doi.org/10.3390/textiles4020016>

LAFAYETTE. (2024a). *Ficha técnica Alania*. www.lafayette.com

LAFAYETTE. (2024b). *Ficha Técnica Alviero Strech*. www.lafayette.com

LAFAYETTE. (2024c). *Ficha técnica Dexter*. www.lafayette.com

Lascar Electronics. (2025). *EL-USB-2-LCD | Temperature And Humidity USB Data Logger*.

<https://lascarelectronics.com/data-loggers/temperature-humidity/el-usb-2->

[lcd/?srsltid=AfmBOop8A-vO77RhE6MMZGU1ZZKS9w-](https://lascarelectronics.com/data-loggers/temperature-humidity/el-usb-2-lcd/?srsltid=AfmBOop8A-vO77RhE6MMZGU1ZZKS9w-)

[xMMxQSdDQKIOHgiHzPsa7SNDj](https://lascarelectronics.com/data-loggers/temperature-humidity/el-usb-2-lcd/?srsltid=AfmBOop8A-vO77RhE6MMZGU1ZZKS9w-xMMxQSdDQKIOHgiHzPsa7SNDj)

Lema, J. C. P. (2023). *Diseño de tejidos planos con la incorporación de la simbología del pueblo Otavalo*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/38528>

Lema, M. T. E. (2021). *Obtención de sol de sílice (H_2SiO_3), utilizando silicato de sodio (Na_2SiO_3) con ácido sulfúrico (H_2SO_4), para la industria de la curtiembre* [Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14972>

Li, Y., Fan, H., & Gao, X. L. (2022). Ballistic helmets: Recent advances in materials, protection mechanisms, performance, and head injury mitigation. *Composites Part B: Engineering*, 238, 109890. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2022.109890>

Lockuán, L. F. E. (2012). *IV. La industria textil y su control de calidad. Tejeduría: Vol. IV*. <https://books.google.com.ec/books?id=lmHP7oAunq8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Lukacs, G. (2020, abril 19). *Densidad de urdimbre y densidad de trama*. <https://taltextil.com/densidad-de-urdimbre-y-densidad-de-trama/>

Luzuriaga, J. H. A., Espinosa, P. C. A., Haro, S. A. F., & Ortiz, R. H. D. (2023). Histograma y distribución normal: Shapiro-Wilk y Kolmogorov Smirnov aplicado en SPSS. *LATAM*

- Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(4).
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1242>
- MACERLAB. (2024). *Lupa Cuentahilos Metalica 5X DE 30mm Carson*.
https://macerlab.com/products/lt-80-lupa-cuentahilos-metalica-5x-de-30mm-carson?pr_prod_strat=e5_desc&pr_rec_id=db12059be&pr_rec_pid=7042826797107&pr_ref_pid=7042826928179&pr_seq=uniform
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación : Técnicas e instrumentos de investigación. *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*, 1, 1–60.
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Midha, V. K., Vashisht, R., & Midha, V. (2014). Durability of fluoropolymer and antibacterial finishes on woven surgical gown fabrics. *Fashion and Textiles*, 1(1).
<https://doi.org/10.1186/s40691-014-0012-7>
- Mora, M. E. S., Vaca, S. T. N., Posso, P. J. R., & Rivera, Y. J. (2024). Manufacture of a Custom-Made AFO Orthosis Based on Abaca Nonwoven Composite (Musa Textilis) and Resin. En D. G. and L. P. H. V. Olmedo Cifuentes Gonzalo Fernando and Arcos Avilés (Ed.), *Emerging Research in Intelligent Systems* (pp. 135–148). Springer Nature Switzerland.
- Narkhedkar, R. N., & Wasif, A. I. (2018). Twist direction: An important factor affecting the Wrinkle free appearance. *Colourage*, 65(3).
- Naveed, T., Zhong, Y., Zhicai, Y., Naeem, M. A., Kai, L., Haoyang, X., Farooq, A., & Abro, Z. A. (2020). Influence of woven fabric width and human body types on the fabric efficiencies in the apparel manufacturing. *Autex Research Journal*, 20(4), 484–496.
<https://doi.org/10.2478/aut-2019-0044>

- Özgüney, A. T., Taşkin, C., Gürkan Ünal, P., Özçelik, G., & Özerdem, A. (2009). Handle properties of the woven fabrics made of compact yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(2), 108–113.
- Panneerselvam, R. G., Balamurugan, D., Prakash, C., & Raja, D. (2023). A study on generating the perspective projection of different weave structures using 3D computer-aided designing tools. *Journal of the Textile Institute*, 114(11), 1727–1739. <https://doi.org/10.1080/00405000.2022.2145449>
- Paredes, L. N. M. (2019). *Plan de mejora de los procesos productivos de la elaboración de telas en la empresa Produtexti Cía. Ltda* [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29995>
- Pattakhova, D., & Rakhimkhodzhaev, S. (2022). Crimp of yarn in the fabric and weaving machinery transportation. *Transportation Research Procedia*, 63, 2733–2739. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.316>
- Patti, A., & Acierno, D. (2023). Materials, Weaving Parameters, and Tensile Responses of Woven Textiles. En *Macromol* (Vol. 3, Número 3, pp. 665–680). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/macromol3030037>
- Peñaloza, B. D. N. (2023). *Diseño de autor a partir de la experimentación con tejidos textiles planos artesanales*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13664>
- Posso, P. José., Chugá, C. V., Mora, M. E., & Esparza, E. W. (2024). Comparative Study of Abrasion Resistance in Cotton and Meta-Aramid Fabrics for the Production of Safety Garments. En *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 903). https://doi.org/10.1007/978-3-031-52258-1_1

- Qin, Jj., Lu, M., Li, B., Li, X., You, G., Tan, L., Zhai, Y., Huang, M., & Wu, Y. (2023). A Rapid Quantitative Analysis of Bicomponent Fibers Based on Cross-Sectional In-Situ Observation. *Polymers*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/polym15040842>
- RADWAG. (2024). *Balanza analítica AS 310.R2 PLUS*. <https://radwag.com/es/balanza-analitica-as-310-r2-plus,w1,APQ,101-101-125-100>
- Santiana, G. E. T. (2023). *Género Textil Tejido a Partir del Pelaje canino de la Raza Alaskan Malamute* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/38502>
- Soekoco, A. S., Mustafa, D., Oktavian, D., Bahtiar, F., Martina, T., Nugraha, & Yuliarto, B. (2023). The Potential of Double-Faced Polyester-Viscose Woven Fabric as a Porous Substrate for Direct-Coating and Multilayer Concept. *Polymers 2023, Vol. 15, Page 4579*, 15(23), 4579. <https://doi.org/10.3390/POLYM15234579>
- Tejedor, F. M. A. (2011). *Documento referencial para el oficio de tejeduría en Cucunubá*. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/handle/001/2537>
- Universidad Técnica del Norte. (2022). *Vicerrectorado de investigación - Universidad Técnica del Norte*. <https://repositorio.utn.edu.ec/>
- UTSTESTER. (2021, noviembre 17). *¿Entiende la torsión, la dirección de torsión y el coeficiente de torsión del hilo?* https://es.utstesters.com/blog/entiende-la-torsi-n-la-direcci-n-de-torsi-n-y-el-coeficiente-de-torsi-n-del-hilo_b151
- Vargas, M. C., Trejo, G. J. M., & Téllez, G. M. I. D. J. (2023). Gradación y metamorfosis explicados a partir de la ingeniería del papel con mecanismos exclusivamente tridimensionales. *Jóvenes en la Ciencia: Veranos de la Ciencia XXVIII Vol. 21 (2023)*, 21. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/9733>

- VETO. (2024). *LUPAS*. https://blog.veto.cl/com_virtuemart/files/catalogo/30109.pdf
- Wang, P., Zhao, H., & Ren, G. (2022). Development and Application of Standard Device for Calibrating Steel Measuring Tape Based on Machine Vision. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/app12147262>
- Yildiz, T., Akleman, E., Krishnamurthy, V., & Ebert, M. (2023). A modular approach for creation of any bi-axial woven structure with congruent tiles. *Computers & Graphics*, 114, 357–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cag.2023.06.017>
- Zaragoza, V. J. (2004). *Influencia de la estructura de las telas no tejidas sobre las propiedades de barrera de los componentes termofijados de confección* [Tesis]. Instituto Politécnico Nacional.
- Zhang, H., Zhang, H., & Zhou, Z. (2022). A quantitative analysis of cotton/polyester/spandex composite fabric through hydrochloric acid-sulfuric acid process. *Advanced Textile Technology*, 30(2), 63–67. <https://doi.org/10.19398/j.att.202103015>
- Zhou, B., Wang, H., Wang, K., Zhao, J., Zhou, H., & Huang, S. (2023). Nondestructive Test Technology Research for Yarn Linear Density Unevenness. *Autex Research Journal*, 23(1), 132–141. <https://doi.org/10.2478/aut-2021-0051>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado del uso del Laboratorio Textil



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE
TEXTILES



Ibarra, 13 de febrero del 2025

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, MSc. José Posso, en calidad de responsable técnico del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que la señorita Mainaguez Getial Margoth Barbarita, portadora de la cédula de ciudadanía N° 210120027-3, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: “ INVESTIGACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS PARA EL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN DE TEJIDOS PLANOS BASADO EN NORMAS DE CALIDAD”, los equipos utilizados en el laboratorio fueron:

- Balanza analítica – Norma ASTM 1059 Método de prueba estándar para el número de hilo basado en muestras de longitud corta.
- Cortadora circular textil – Norma ISO 3801 Determinación de masa por unidad de longitud y masa por unidad de área.

Además, se le ayudó con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en la norma.

Atentamente:



MSc. JOSÉ POSSO.

RESPONSABLE TÉCNICO DEL LABORATORIO DE PROCESOS
TEXTILES – CTEX

Anexo 2

Tabla I Métodos químicos para análisis de mezclas de fibras

Table I—Chemical Methods for Analysis of Fiber Mixtures

	Wool/ Hair***	Spandex	Silk	Rayon, Lyocell	Polyester, Triexta	Poly- amide- imide	PLA	Para- aramid	Olefin	Nylon	Mod- acrylic	Meta- aramid	Mela- mine	Cotton, Hemp, Linen, Ramie	Acrylic
Acetate	1 4 (5)	1	1 (5)	1	1 (9)	1	1	1	1 (10)	1 (2)	N/A	1	1	1	1
Acrylic	7 8 (5)	N/A	7 8 (3) (5)	7 8 (3)	7 8 (9)	7 8	7 8	7 8	7 8 (10)	7 8 (2) (3) (6)	(1)	7 8	7 8	7 8	
Cotton, Hemp, Linen, Ramie, Jute, Sisal	4 (5)	(7) (8)	(5)	(3)	4 (9)	4	4	4	4 (10)	(2) (6)	4 (1)	4 (11)	4		
Melamine	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—	—	—	(10)	(2) (6)	(1)	(11)			
Meta-aramid	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	11	—	11	(10)	(2) (6)	(1)				
Modacrylic	(5)	1*	1* (3) (4) (5)	1* (3) (4)	1* (9)	1*	1*	1*	1* (10)	1* (2) (6)					
Nylon	2** 3 6 (5)	2** 3 6 (7) (8)	(5)	2** 6	2** 3 6 (9)	2** 3 6	2** 3 6	2** 3 6	2** 3 6 (10)						
Olefin	10 (5)	10 (7) (8)	10 (3) (4) (5)	10 (4)	10 (9)	10	10	10							
Para-aramid	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—	—								
PLA	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—									
Polyamide- imide	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)										
Polyester, Triexta	(5)	9 (7) (8)	(3) (4) (5)	9 (3) (4)											
Rayon, Lyocell	4 (5)	(7) (8)	(5)												
Silk	3 4	(7) (8)													
Spandex	7 8														

Notes:

The unbracketed methods are those that dissolve the fiber at the left side of the diagram while the bracketed ones dissolve the fiber at the top of the diagram.

NA = Chemical Methods not applicable to separate two different fiber types of the same generic class. Use the microscopy sections of TM20A.

— = Method Under Development.

Section 11.2 contains details of table use.

- 1 *100% acetone: section 12.1
- 2 20% hydrochloric acid: section 12.2
- 3 59.5% sulfuric acid: section 12.3
- 4 70% sulfuric acid: section 12.4
- 5 sodium hypochlorite: section 12.5
- 6 90% formic acid: section 12.6
- 7 dimethylformamide section 12.7
- 8 N,N-dimethylacetamide section 12.8
- 9 alkaline methanol section 12.9
- 10 xylenes section 12.10
- 11 4% lithium chloride in N,N-dimethylacetamide section 12.11

*Not suitable for all modacrylic fibers

**Not suitable for all nylon fibers

***Hair fibers referenced in TM20A are synonymous with fibers with scales on surface in Table I of TM20

Anexo 3

Tabla II Solubilidades de las fibras en reactivos utilizados en los métodos químicos

	Chemical Method										
	No. 1 100% CH ₃ COCH ₃	No. 2 20% HCl	No. 3 59.5% H ₂ SO ₄	No. 4 70% H ₂ SO ₄	No. 5 NaOCl	No. 6 90% HCOOH	No. 7 (CH ₃) ₂ NC(O)H	No. 8 CH ₃ C(O)N (CH ₃) ₂	No. 9 NaOH + CH ₃ OH	No. 10 100% C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	No. 11 LiCl + CH ₃ C(O)N (CH ₃) ₂
Acetate	S	I	S	S	I	S	S	S	S	I	ND
Acrylic	I	I	I	I*	I	I	S	S	I	I	ND
Cotton	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Hair	I	I	I	I	S	I	I	I	I	I	ND
Hemp	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Linen	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Modacrylic	S or I*	I	I	I	I	I	PS	PS	I	I	ND
Nylon	I	S	S	S	I	S	I	I	I	I	ND
Olefin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	ND
Polyester**	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	ND
Ramie	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Rayon	I	I	S	S	I	I	I	I	I	I	ND
Silk	I	PS	S	S	S	PS	I	I	I	I	ND
Spandex	I	I	PS	PS	I	I	S	S	PS	I	ND
Wool	I	I	I	I	S	I	I	I	I	I	ND
Meta-aramid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S
Para-aramid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Polyamideimide	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Melamine	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
PLA	I	I	I	I	I	I	I	I	NA	I	ND
Lyocell	I	I	S	S	I	I	I	I	I	I	ND
Polybenzimidazole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

*Depending on type

**Compatible for triexta

KEY TO SYMBOLS:

S = SOLUBLE

PS = PARTIALLY SOLUBLE (Method not applicable)

SS = SLIGHTLY SOLUBLE (Usable but correction factor required)

I = INSOLUBLE

NA = Not Applicable

ND = Not Determined

Section 11.2 contains details of table use.

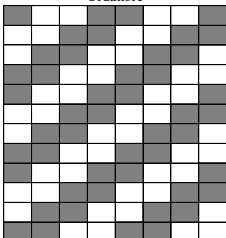
Medición del ancho del tejido acabado

145

Conteo de la densidad

146

Obtención de la estructura del tejido

	FORMATO DE ENSAYO DE ESTRUCTURA DEL TEJIDO					Código: EET-001
						Versión: 000
						Fecha: 24/10/2024
						Página: 1/1
Norma aplicable: ISO 7211 -1						
Técnico responsable: Margoth Mainaguez						
N° de ensayo: 02						
Fecha de ensayo: 26/11/2024						
Acondicionamiento de la muestra						
Temperatura inicial	21°C	Humedad relativa inicial	65%	Fecha y hora de ambientación	Inicio	22/11/2024 16h00
Temperatura final	21°C	Humedad relativa final	65%		Fin	26/11/2024 15h20
Ambiación recomendada: 24 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo						
Muestra						
Código	TP-SAS-G01	Descripción de la muestra	Tela Alvero Strech con ligamento sarga; composición 100% poliéster; color gris		Cantidad analizar	1
DATOS DE ENSAYO						
N° de muestras	Ligamento	Esquema del ligamento			Observaciones	
1	Sarga	Repetición de tejido Urdimbre 			Lectura de la estructura del tejido por el lado pesado o revés; Los cuadros pintados de gris representan a los hilos tomados y los espacios en blanco a los hilos dejados	
		Versión condensada Urdimbre X1 				
					Raport del ligamento	

LABIO		FORMATO DE ENAYO DE ESTRUCTURA DEL TEJIDO				Fecha: 03/11/2024 Versión: 01 Página: 1 de 2
		Nombre académico: 1257211-4 Centro académico: Matem. y Matemáticas N° de sesión: 01 Fecha de entrega: 26/11/2024				
Competencia final	65 %	Académica/competencia de la materia			Fecha y hora de la sustentación	22/11/2024 19:00
Competencia final	65 %	Identificar el tejido	100%		Indicador	22/11/2024 19:00
Competencia final	65 %	Identificar el tejido	100%		Indicador	22/11/2024 19:00
Matrícula Asistencia de asistencia: 24 horas de asistencia						
Código	EP-TE-018	Descripción de la materia	Fichas de descripción: tejido, competencia 65 %		Cantidad	1
BATAS DE ENAYO						
N° de Ejercicio	Ejercicio	Enunciado del Ejercicio				Observaciones
1	Tejidos	Representación de tejido 				Lectura de la estructura del tejido, las X representan a los hilos formados y un espacio los huecos a los hilos tejidos.
		Unidades 				
		Tejido X L				
Variante condicionada						Report del Ejercicio

 Ministarstvo Prosvete, Nauke i Visokog Školanja		FORMATO DE ENSAYO DE ENTREGA DEL TERMINO		Grado: E-1 (1.º) Asignatura: 0801 Curso: 2023-2024 Fecha: 20/11/2024 Alumno: 01	
Nombre del alumno: 025-7271-4 Nombre del profesor: Mónica Rodríguez Nombre del alumno: 01 Fecha de entrega: 20/11/2024					
ASIGNATURA DE ENTREGA DEL TERMINO					
Exposición oral: 10-15 Exposición final: 15-20 Exposición escrita: 20-25		Asignación temática de la asignatura Temática: 10-15 Temática: 15-20 Temática: 20-25		Fecha y hora de la asignatura Fecha: 20/11/2024 Hora: 10-15	
BAYAS DE ENSAYO					
Código	TP-SAS-BE	Descripción de la materia	Título: Abstracción bayesiana, composición 100%	Unidad docente	1
Nº de respuestas		Exposición	Exposición del Alumno	Observaciones	
				Sección de la estructura de la red (puede ser oral o escrita, las X representan los datos observados y los espacios en blanco a los datos desconocidos)	
1		Saturno		Report del alumno	



Anexo 7

Porcentaje de ondulación urdimbre



Carrera de **Textiles**
Ingeniería

FORMATO DE ENSAYO DE PORCENTAJE DE ONDULACIÓN DEL HILO

Código: EPOH-001

Versión:000

Fecha: 24/10/2024

Página:1/1

Norma aplicable: ISO 7211-3

Técnico responsable: Margoth Mainaguez

N° de ensayo: 01

Fecha de ensayo: 27/11/2024

Acondicionamiento de la muestra

Temperatura inicial22°C

Humedad relativa inicial66%

Fecha y hora de ambientaciónInicio22/11/2024 16h00

Temperatura final22°C

Humedad relativa final66%

Fin27/11/2024 15h00

Ambientación recomendada: 16 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo

Muestra

CódigoTP-SAS-B01-U

Descripción de la muestraTela Dexter con ligamento tafetán; composición 65 % algodón / 35% poliéster; color blanco, hilos de urdimbre

Cantidad analizar1

DATOS DE ENSAYO

N° de muestras	Tipo de material del hilo	Método extracción del hilo	Longitud inicial (mm)	Tensión de enderezamiento utilizada cN	Longitud final (mm)	Porcentaje de ondulación (%)	Observaciones
1	Algodón	Manual	100		105	5,00%	No se utilizó ningún dispositivo electrónico porque se lo realizó manualmente
2			100		105	5,00%	
3			100		105	5,00%	
4			100		105	5,00%	
5			100		105	5,00%	
6			100		105	5,00%	
7			100		105	5,00%	
8			100		105	5,00%	
9			100		105	5,00%	
10			100		105	5,00%	
Promedio						5,00%	
Media						0,05	
Desviación estándar						7,31424E-18	
Coefficiente de variación						0,00000%	



FORMATO DE ENSAYO DE PORCENTAJE DE ONDULACIÓN DEL HILO

Código: EPOH-001

Versión:000

Fecha: 24/10/2024

Página:1/1

Norma aplicable: ISO 7211-3

Técnico responsable: Margoth Mainaguez

N° de ensayo: 01

Fecha de ensayo: 27/11/2024

Acondicionamiento de la muestra

Temperatura inicial22°C

Humedad relativa inicial66%

Fecha y hora de ambientaciónInicio22/11/2024 16h00

Temperatura final22°C

Humedad relativa final66%

Fin27/11/2024 15h00

Ambientación recomendada: 16 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo

Muestra

CódigoTP-SAS-B01-U

Descripción de la muestraTela Dexter con ligamento tafetán; composición 65 % algodón / 35% poliéster; color blanco, hilos de urdimbre

Cantidad analizar1

DATOS DE ENSAYO

N° de muestras	Tipo de material del hilo	Método extracción del hilo	Longitud inicial (mm)	Tensión de enderezamiento utilizada cN	Longitud final (mm)	Porcentaje de ondulación (%)	Observaciones
1	Algodón	Manual	100		105	5,00%	No se utilizó ningún dispositivo electrónico porque se lo realizó manualmente
2			100		105	5,00%	
3			100		105	5,00%	
4			100		105	5,00%	
5			100		105	5,00%	
6			100		105	5,00%	
7			100		105	5,00%	
8			100		105	5,00%	
9			100		105	5,00%	
10			100		105	5,00%	
Promedio						5,00%	
Media						0,05	
Desviación estándar						7,31424E-18	
Coefficiente de variación						0,00000%	



FORMATO DE ENSAYO DE PORCENTAJE DE ONDULACIÓN DEL HILO

Código: EPOH-001

Versión:000

Fecha: 24/10/2024

Página:1/1

Norma aplicable: ISO 7211-3

Técnico responsable: Margoth Mainaguez

N° de ensayo: 01

Fecha de ensayo: 27/11/2024

Acondicionamiento de la muestra

Temperatura inicial22°C

Humedad relativa inicial66%

Fecha y hora de ambientaciónInicio22/11/2024 16h00

Temperatura final22°C

Humedad relativa final66%

Fin27/11/2024 15h00

Ambientación recomendada: 16 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo

Muestra

CódigoTP-SAS-B01-U

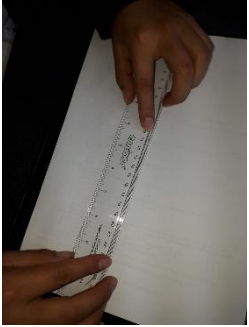
Descripción de la muestraTela Dexter con ligamento tafetán; composición 65 % algodón / 35% poliéster; color blanco, hilos de urdimbre

Cantidad analizar1

DATOS DE ENSAYO

N° de muestras	Tipo de material del hilo	Método extracción del hilo	Longitud inicial (mm)	Tensión de enderezamiento utilizada cN	Longitud final (mm)	Porcentaje de ondulación (%)	Observaciones
1	Algodón	Manual	100		105	5,00%	No se utilizó ningún dispositivo electrónico porque se lo realizó manualmente
2			100		105	5,00%	
3			100		105	5,00%	
4			100		105	5,00%	
5			100		105	5,00%	
6			100		105	5,00%	
7			100		105	5,00%	
8			100		105	5,00%	
9			100		105	5,00%	
10			100		105	5,00%	
Promedio						5,00%	
Media						0,05	
Desviación estándar						7,31424E-18	
Coefficiente de variación						0,00000%	





148

Anexo 10

Obtención del título del hilo trama

FORMATO DE ENSAYO DE TITULACIÓN DE HILOS

Código: ETH-001-T01
Versión:000
Fecha: 24/10/2024
Página:1/1

Norma aplicable: ASTM 1059 - 17

Técnico responsable: Margoth Mainaguez

Nº de ensayo: 01

Fecha de ensayo: 28/11/2024

Acondicionamiento de la muestra

ra inicial21°C

Humedad relativa inicial65%

ra final21°C

Humedad relativa final65%

Fecha y hora de ambientación

Inicio22/11/2024 07h00

Fin28/11/2024 16h00

Ambientación recomendada: 24 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo

Muestra

CódigoTP-TD-B01-T

Descripción de la muestraTela Dexter con ligamento tafetán; composición 65 % algodón / 35% poliéster; color blanco, hilos de trama

Cantidad analizar1

DATOS DE ENSAYO

nuestras	Método de ensayo utilizado	Identificación de la muestra (composición del hilo)	Indicar si la muestra fue sometida a tratamiento para eliminar acabados o engomado	Nº de cabos del hilo	Longitud de la muestra (cm)	Peso de la muestra (g)	Título del hilo	Observaciones
1	Método de longitud corta	Hilo 100% filamento de poliéster	No	1	20,94	0,0185	159,03	Den
2						0,0185	159,03	Den
3						0,0185	159,03	Den
4						0,0186	159,89	Den
5						0,0184	158,17	Den
6						0,0184	158,17	Den
7						0,0185	159,03	Den
8						0,0184	158,17	Den
9						0,0185	159,03	Den
10						0,0186	159,89	Den
Promedio						158,94		
Media						159,03		
Desviación estándar						0,63		
Coeficiente de variación						0,40%		

FORMATO DE ENSAYO DE TITULACIÓN DE HILOS

Código: ETH-001-T02
Versión:000
Fecha: 24/10/2024
Página:1/1

Norma aplicable: ASTM 1059 - 17

Técnico responsable: Margoth Mainaguez

Nº de ensayo: 01

Fecha de ensayo: 28/11/2024

Acondicionamiento de la muestra

ra inicial21°C

Humedad relativa inicial65%

ra final21°C

Humedad relativa final65%

Fecha y hora de ambientación

Inicio22/11/2024 07h00

Fin28/11/2024 16h00

Ambientación recomendada: 24 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo

Muestra

CódigoTP-SA-B01-T

Descripción de la muestraTela Alana con ligamento sate; composición 100% poliéster; color blanco, hilos de trama

Cantidad analizar1

DATOS DE ENSAYO

nuestras	Método de ensayo utilizado	Identificación de la muestra (composición del hilo)	Indicar si la muestra fue sometida a tratamiento para eliminar acabados o engomado	Nº de cabos del hilo	Longitud de la muestra (cm)	Peso de la muestra (g)	Título del hilo	Observaciones
1	Método de longitud corta	Hilo 100% filamento de poliéster	No	1	20,18	0,0106	45,36	Den
2						0,0105	45,13	Den
3						0,0106	45,13	Den
4						0,0105	45,13	Den
5						0,0105	45,13	Den
6						0,0105	45,13	Den
7						0,0105	45,13	Den
8						0,0105	45,13	Den
9						0,0106	45,36	Den
10						0,0106	45,36	Den
Promedio						45,24		
Media						45,13		
Desviación estándar						0,01		
Coeficiente de variación						0,40%		

Anexo 11

Sentido de la torsión del hilo

		FORMATO DE ENSAYO DE SENTIDO DE LA TORSIÓN DE HILOS		Código: ESTH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1		
Norma aplicable: ISO 2						
Técnico responsable: Margoth Mainaguez						
N° de ensayo: 01						
Fecha de ensayo: 28/11/2024						
Acondicionamiento de la muestra						
ura inicial	21°C	Humedad relativa inicial	65%	Fecha y hora de ambientación	Inicio	22/11/2024 16h00
ura final	21°C	Humedad relativa final	65%		Fin	28/11/2024 14h20
Ambientación recomendada: 24 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo						
Muestra						
Código	TP-TD-B01	Descripción de la muestra	Tela Alvier Stretch con ligamento sarga; composición 100 % poliéster; color gris.	Cantidad analizar	1	
DATOS DE ENSAYO						
nuestras	Método utilizado		Longitud de la muestra (cm)	Sentido de la torsión S/Z	Observaciones	
1	Método manual		20		Hilo de urdimbre, 100% filamento de poliéster, sin torsión	
2			20		Hilo de trama, 100% filamento de poliéster, sin torsión	

		FORMATO DE ENSAYO DE SENTIDO DE LA TORSIÓN DE HILOS		Código: ESTH-002 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1		
Norma aplicable: ISO 2						
Técnico responsable: Margoth Mainaguez						
N° de ensayo: 03						
Fecha de ensayo: 28/11/2024						
Acondicionamiento de la muestra						
ura inicial	21°C	Humedad relativa inicial	65%	Fecha y hora de ambientación	Inicio	22/11/2024 16h00
ura final	21°C	Humedad relativa final	65%		Fin	28/11/2024 14h40
Ambientación recomendada: 24 horas de acondicionamiento antes de realizar ensayo						
Muestra						
Código	TP-SA-B01	Descripción de la muestra	Tela Alania con ligamento satén; composición 100 % poliéster; color blanco	Cantidad analizar	1	
DATOS DE ENSAYO						
nuestras	Método utilizado		Longitud de la muestra (cm)	Sentido de la torsión S/Z	Observaciones	
1	Método manual		20		Hilo de urdimbre, 100% filamento de poliéster, sin torsión	
2			20		Hilo de trama, 100% filamento de poliéster, sin torsión	

Obtención de la masa por unidad de área

153

Anexo 14

Ficha técnica del ligamento sarga

Lafayette

FICHA TÉCNICA

ALVIERO STRECH

INFORMACIÓN TÉCNICA					
BASE: 22528			TEJIDO: Tejido Plano		
ANCHO	152 ± 3	cm	ASTM D3774		
ANCHO CORTABLE	150 ± 3	cm	ASTM D3774		
PESO (MASA/UNIDAD DE AREA)(*A)	210 ± 10	g/m2	ASTM D3776-20 OPC.C		
FACTOR DE PROTECCION UPF (SECO)	Min 50.00	UPF	AATCC 183		
PASADAS(*A)	34 ± 1	hilo/cm	ASTM D3775-17 (2023)		
CERTIFICADO DE ORIGEN CUMPLE			e	VER BENEFICIOS*	
COMPOSICIÓN :		100.00 % FILAMENTO DE POLIESTER			

TECNOLOGÍA			USOS	
NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA		
	Base certificada por OEKO-TEX STD 100		FALDAS, PANTALONES, SASTRES, CHALECOS	
			FALDAS, PANTALONES, VESTIDOS, SCRUBS	
	Tecnología que evita el paso de los rayos UV, actuando como un escudo protector de la piel.	AATCC 183	OVEROLES, PANTALONES, SASTRES, FALDAS	
	Tecnología que permite la elongación y recuperación del textil para brindar mayor libertad de movimiento.	ASTM D6614		

Anexo 15

Ficha técnica del ligamento satén

Lafayette

FICHA TÉCNICA

ALANIA

INFORMACIÓN TÉCNICA

BASE: 22347		TEJIDO: Tejido Plano	
ANCHO	151 ± 3	cm	ASTM D3774
ANCHO CORTABLE	145 ± 3	cm	ASTM D3774
PESO (MASA/UNIDAD DE AREA)(*A)	75 ± 5	g/m2	ASTM D3776-20 OPC.C
PASADAS(*A)	44 ± 2	hilo/cm	ASTM D3775-17 (2023)
CERTIFICADO DE ORIGEN NO CUMPLE		e	NINGUN PAIS
COMPOSICIÓN :		100.00 % FILAMENTO DE POLIESTER	

TECNOLOGÍA

USOS

NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA		
 PROTECCION SOLAR	Tecnología textil que evita el paso de los rayos UV, actuando como un escudo protector de la piel.	AATCC 183	BLUSAS, CAMISAS, CAMISETAS	
			PANTALONES, FALDAS	
			PIJAMAS	
			VESTIDOS	



MANUAL OPERATIVO PARA ANÁLISIS DE TEJIDOS PLANOS



Manual operativo para análisis de tejidos planos llanos

Desarrollado por: Mainaguez Margoth

Institución: Universidad Técnica del Norte

Carrera de Textiles

Lugar de publicación: Ibarra – Imbabura – Ecuador

RESUMEN

El manual operativo para análisis de tejidos planos es una guía detallada que ofrece instrucciones prácticas para la ejecución de análisis de tejidos planos. Este manual proporciona pasos sistemáticos para calcular, medir y verificar diferentes parámetros del género textil a través de fórmulas técnicas y procedimientos visuales que permiten la obtención de datos. Además, proporciona formatos que facilitan a los usuarios la realización de cálculos más precisos, así como también el registro de datos y resultados, lo que permite un análisis más eficiente de réplica de tejidos y un control de calidad más efectivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	Introducción.....	1
2	Alcance	1
3	Objeto y campo de aplicación	2
4	Referencias normativas.....	3
5	Términos y definiciones	3
6	Equipos	6
7	Roles y responsabilidades.....	7
7.1	Responsable del laboratorio.....	7
7.1.1	Responsabilidades principales	7
7.2	Técnico responsable	8
7.2.1	Responsabilidades principales	8
8	Requisito para el uso del laboratorio	8
8.1	Requisitos de la solicitud.....	8
8.1.1	Procedimiento	9
9	Requisitos de seguridad.....	9
9.1	Generales	9
9.2	Específicos.....	9
10	Procedimiento	10
	Referencias bibliográficas	36
	Anexos.....	41

1 Introducción

El presente manual operativo tiene como finalidad estandarizar un procedimiento basado en las diferentes normas de calidad que se aplican durante el desarrollo del análisis de los tejidos planos. Su propósito principal es garantizar resultados casi precisos y confiables, asegurando que el tejido evaluado cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para la replicación del género textil.

Este documento está diseñado para los estudiantes de la Carrera de Textiles, con el objetivo de proporcionar una guía clara y detallada sobre un único procedimiento para el desarrollo del análisis de tejidos planos llanos. Además, busca facilitar una mejor comprensión del proceso de las distintas evaluaciones del género textil.

Asimismo, en este manual se incorporan las medidas de seguridad para ingresar a las instalaciones del laboratorio de calidad, las cuales garantizan un entorno seguro para la ejecución de los diversos ensayos. De igual forma, incluye formatos de registro de datos basados en las distintas normas de calidad, los cuales son fundamentales para registrar los datos obtenidos durante las diferentes pruebas.

Además, la correcta aplicación de los procesos descritos en el manual, junto con la comprensión de los conceptos básicos, fortalecen la interpretación de los registros y el análisis integral del tejido plano. Estos factores son esenciales en la formación académica, ya que contribuyen significativamente en el desarrollo del conocimiento.

2 Alcance

Este manual operativo abarca exclusivamente los procedimientos estrictamente fundamentales para el análisis de tejidos, incluyendo los métodos de identificación de fibras establecidos en la norma AATCC TM 20 A. Además, se incluyen las medidas de seguridad,

formatos de registros de datos y equipos que deben utilizarse durante el desarrollo de los ensayos. Asimismo, el manual tiene como objetivo asegurar un procedimiento estructurado basado en los métodos descritos en las diferentes normas de calidad aplicables en el análisis de tejidos planos, garantizando así que los resultados sean confiables y replicables.

3 Objeto y campo de aplicación

El objeto de este manual operativo es proporcionar un procedimiento que detalle únicamente un proceso de cada norma que incluye el análisis de un tejido plano en un laboratorio de calidad. Este documento es exclusivamente aplicable en el contexto académico, específicamente para estudiantes de la Carrera de Textiles que realizan prácticas orientadas en los procedimientos descritos a continuación:

- Determinación de la composición del tejido basado en la norma AATCC TM 20 A.
- Medición del ancho del tejido acabado mediante el método B: muestra de laboratorio extraída del rollo completo o perno.
- Análisis de la construcción y diseño del tejido.
- Determinación de la densidad a través del método B: conteo con lupa textil.
- Identificación del sentido de la torsión del hilo.
- Evaluación del porcentaje de ondulación del hilo.
- Cálculo del título del hilo por el método de longitud corta.
- Determinación de la masa por unidad de área.

Además, este manual se limita al análisis de tejidos planos llanos y excluye a cualquier otro procedimiento.

4 Referencias normativas

Para la estandarización del procedimiento se consideran las siguientes normas de calidad:

ISO 139:2005– Textiles – Standard atmospheres for conditioning and testing

ASTM D3774-18: 2018 – Standard Test Method for Width of Textile Fabric

ISO 7211–2: 2024 – Textiles – Methods for analysis of woven fabrics construction

ISO 7211-1: 1984 – Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting and denting

ISO 7211–3: 1984 – Textiles – Woven fabrics – Construction – Methods of analysis – Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric

ASTM 1059–17: 2017 – Standard Test Method for Yarn Number Base on Short–Length Specimens

ISO 2: 1973 – Textiles – Designation of the direction of twist in yarns and related products

ISO 3801: 1977 – Textiles – Woven fabrics – Determination of mass per unit length and mass por unit area

5 Términos y definiciones

Espécimen o probeta: es una muestra representativa de un material textil; sus dimensiones dependen de la norma de calidad utilizada para la evaluación de sus características.

Densidad: es la cantidad de hilos y pasadas por unidad de longitud. Se puede expresar como el número de hilos por centímetro cuadrado o como el número de hilos por pulgada cuadrada (Guerrero, 2004, p. 19).

Porcentaje de ondulación o encogimiento: indica la longitud que se reduce por cada 100 unidades de este cuando no está sometido a tensión (Herrera, 2020).

Título del hilo: es la relación que existe entre la longitud y el peso que posee el hilo (Solé, 2012, p. 47).

Sistema directo: en este sistema, la longitud es constante y peso es variable. Cuanto mayor es el número del título, más grueso es el hilado o la fibra.

Tex (Tex): es el peso en gramos de 1 000 metros de hilo o fibra. Es un sistema universal utilizado para medir el tamaño de fibras de diversos productos como filtros de cigarrillo, cables ópticos, hilos y tejidos.

Decitex (dTex): es el peso en gramos de 10 000 metros de hilo. Su titulación se expresa en función del número de cabos, por ejemplo: dTex 120/2.

Denier (Den): es el peso en gramos de 9 000 metros de hilo o fibra. Se emplea principalmente para la titulación de hilos artificiales, sintéticos y de seda. Su titulación se expresa en función al número de filamentos que conforman el hilo, por ejemplo: Den 150/36.

Sistema indirecto: En este sistema, el peso es constante y la longitud es variable. Cuanto más fino es el hilo, mayor es el número de título. (mundotextil, 2017, p. 1)

Número inglés (Ne): es la cantidad de madejas de 768 metros que pesan 453,592 gramos (1 lb inglesa). Se utiliza para la titulación de hilos de algodón y en fibra de corte algodonoero. Su titulación se expresa en función a sus cabos, por ejemplo: Ne 30/2.

Número métrico (Nm): es la cantidad de hilo o fibra que pesan 1 gramo. Se emplea en la titulación de cintas, pabilos e hilos de lana, acrílico y en fibras de corte lanero. Su titulación se expresa según el número de cabos, por ejemplo: Nm 2/30. (NTC, 2010, p. 3)

Urdimbre: son hilos dispuestos en sentido longitudinal en la tela tejida.

Trama: también conocido como pasada, son hilos dispuestos en sentido transversal con respecto al ancho de un tejido y se entrecruzan con los hilos de urdimbre (Toasa, 2010, p. 32).

Ligamento: es la forma en que los hilos de urdimbre y trama se entrecruzan formando una estructura o diseño que es representado en una cuadrícula (Angamarca, 2022, p. 8).

Orillo: es el borde externo en ambos lados de la tela, está formado por un borde que no se puede destejer fácilmente (Logroño, 1994, p. 1).

Remetido: es el proceso mediante el cual los hilos de urdimbre son guiados a través de agujas por los marcos y lizos de un telar horizontal, siguiendo un orden específico; también hace referencia a la representación gráfica de esta disposición y la selección de la cantidad de marcos en el telar. (Tejedor, 2011)

Lizos: son estructuras metálicas largas y delgadas que se encuentran sostenidas en marcos. Los lizos tienen diferentes curvaturas y presentan ojales en el centro, por donde pasan los hilos de urdimbre.

Marcos: estructuras metálicas en donde se encuentran sitios los lizos; tienen movimientos de ascenso y descenso para la formación de la calada.

Peine: estructura metálica que contiene alambres rígidos a una distancia específica entre cada uno, formando así orificios por donde pasan los hilos de urdimbre de manera ordenada para la formación del tejido. (Lima, 2018, pp. 12–14)

Rapport: es el número mínimo de hilos y pasadas necesarias para representar un ligamento, es decir, una evolución completa del entrecruzamiento de la urdimbre y trama o viceversa. El rapport puede ser cuadrado o rectangular y se repite en todo el tejido, tanto en sentido longitudinal como transversal. (Lockuán, 2012)

Sentido de la torsión: indica la orientación de la torsión del hilo en sentido horario (Z) o antihorario (S) (Carpio, 2020).

Gramaje: medida que indica el peso por unidad de superficie de un material textil y se expresa comúnmente en gramos por metro cuadrado (g/m^2) (Vargas et al., 2023, p. 3).

Ancho total de tela: medida de extremo a extremo de la tela.

Ancho útil o de fondo: es el ancho del tejido sin considerar los extremos (Huaman y Trujillo, 2021).

6 Equipos

Flexómetro: instrumento de medición que tiene estructura metálica cuya cinta se divide en metros, centímetros, milímetros, entre otras medidas (Llulluna, 2023, p. 44).

Tijera de costura: herramienta manual que sirve para cortar materiales livianos. Está conformada por dos hojas de acero de un solo filo, unidas a modo de aspas por un eje para que se puedan abrir y cerrar. El mango tiene agujeros para introducir los dedos o un muelle para facilitar la apertura. (Umivale Activa, n.d., p. 1)

Lupa textil: instrumento diseñado para proporcionar una vista aumentada del tramado de telas y otros elementos milimétricos, permitiendo una inspección detallada y un conteo preciso de hilos o de otros materiales (VETO, 2024).

Aguja de disección: instrumento metálico diseñado para separar y manipular tejidos que no son visibles a simple vista (Fisher Scientific S.L., 2025).

Balanza analítica: instrumento que sirve para medir masas que oscilan entre miligramos y gramos, con una capacidad máxima [Max] de 310 g y mínima de 10 mg (RADWAG, 2024).

Cortadora circular: es un instrumento manual de 100 cm², fácil de usar y con buena precisión; corta diferentes tipos de tejidos textiles de hasta 10 mm de grosor a través de cuchillas de alta resistencia (James Heal, 2024).

Regla graduada: es una herramienta de medición lineal que tiene marcas o graduaciones a lo largo de su longitud para medir distancias con precisión. Las marcas en la regla representan unidades de medida como milímetros, centímetros, pulgadas o pies, permitiendo realizar mediciones exactas. (Suministros en Metrología, 2023)

7 Roles y responsabilidades

Los roles y responsabilidades se asignan según el cargo que ocupa cada persona dentro del área establecida de trabajo.

7.1 Responsable del laboratorio

Es la persona encargada de administrar y gestionar los recursos necesarios para garantizar que el laboratorio funcione adecuadamente.

7.1.1 Responsabilidades principales

1. Se encarga de supervisar que se cumplan los procedimientos establecidos dentro del laboratorio.
2. Se asegura que los equipos se encuentren calibrados y en óptimas condiciones de uso, además de asegurar la disponibilidad de los implementos necesarios para cada ensayo.
3. Coordina las actividades dentro del laboratorio y asigna las tareas entre el personal a su cargo.
4. Supervisa que se cumplan las normativas de seguridad vigentes en el laboratorio.

5. Revisa y aprueba los informes técnicos de cada ensayo realizado en el laboratorio.

7.2 Técnico responsable

Es la persona encargada de ejecutar ensayos y tareas operativas específicas del laboratorio, cumpliendo con los procedimientos vigentes establecidos.

7.2.1 Responsabilidades principales

1. Se encarga de ejecutar análisis, ensayos, entre otras tareas, siguiendo procedimientos normalizados.
2. Registra y documenta todos los datos obtenidos durante los ensayos efectuados.
3. Asegura un buen uso de los equipos y reporta irregularidades encontradas durante la práctica al responsable del laboratorio.
4. Contribuye en la implementación de mejoras para procesos prácticos y analíticos.
5. Mantiene actualizados los registros de calibración, mantenimiento y verificaciones de los equipos.

8 Requisito para el uso del laboratorio

Para acceder y hacer uso de los equipos e implementos del laboratorio textil, es necesario presentar una solicitud formal dirigida al docente responsable del laboratorio de control de calidad.

8.1 Requisitos de la solicitud

- 1 Es necesario proporcionar los datos del solicitante.
- 2 Se debe especificar el motivo del uso del laboratorio (por ejemplo, realización de ensayos, prácticas académicas, análisis específicos).

- 3 Es obligatorio especificar los materiales, equipos, implementos y otros recursos que se requieran para la ejecución de los ensayos.
- 4 Se debe indicar la fecha y el horario solicitados para el uso del laboratorio.

8.1.1 Procedimiento

- 1 La solicitud por escrito en formato digital debe presentarse con 7 días de anticipación al docente encargado del laboratorio.
- 2 Se debe esperar la aprobación del docente, quien confirmará la disponibilidad del laboratorio y validará el horario solicitado.

9 Requisitos de seguridad

Para el ingreso a los laboratorios es esencial cumplir con las normativas de seguridad, por lo que se debe utilizar los siguientes equipos de protección personal.

9.1 Generales

Mandil de laboratorio: atuendo utilizado para proteger la ropa y piel durante las actividades que puedan generar las salpicaduras de sustancias químicas (Panimboza & Pardo, 2013, p. 17).

9.2 Específicos

Gautes de látex: proporcionan protección ante sustancias químicas en general, evitando el contacto con la piel.

Gautes de calor: proporcionan protección contra quemaduras. Están elaborados con cuero o con tejido aluminizado para calor intenso y de fibra de aramida para calor y frío (Morejón, 2012, pp. 2–3).

Mascarilla de protección: respirador ajustable al rostro con filtros cambiables para proteger contra gases, vapores y partículas provenientes de sustancias químicas.

Gafas de seguridad: elemento de protección ocular, utilizada para prevenir salpicaduras de sustancias químicas en general e impactos (Pasquel y Burgos, 2020, pp. 26–29).

10 Procedimiento

Para garantizar la confiabilidad de los datos durante el análisis, mantenga las condiciones ambientales especificadas por la norma correspondiente para evitar alteraciones en los resultados. En caso de no estar especificadas, aplique los parámetros establecidos por la norma ISO 39.

- Temperatura: 20 ± 2 °C
- Humedad relativa dos $65 \pm 4\%$
- Tiempo de acondicionamiento: 24 horas

A. Verifica el porcentaje de composición del tejido conforme a la norma AATCC TM 20A, empleando el método de análisis químico.

Antes de llevar a cabo el análisis de la composición del tejido, asegúrate de llevar los equipos de protección correspondientes, tales como mascarilla, guantes de látex y de calor, gafas de protección.

Equipos e instrumentos

- Balanza analítica (precisión: de 0.1 mg)
- Horno de secado (temperatura: 105–110 °C)
- Desecador con gel de sílice, sulfato de calcio o su equivalente
- Frasco de pesaje de vidrio con tapa esmerilada (100 mL)
- Vaso de precipitado (250 mL)
- Crisol de filtración de vidrio (30 mL, porosidad gruesa)

- Frasco de pesaje para contener el crisol
- Matraz en Erlenmeyer con tapón esmerilado (250 mL)
- Matraz de succión con adaptador para el crisol
- Termómetro
- Agitador magnético mecánico
- Pinzas
- Tijeras o cúter
- Pipetas y probetas
- Papel pH
- Estufa
- Cronómetro
- Formato de ensayo para composición del tejido

Eliminación de acabados (material no fibroso)

Previo al análisis químico, se debe eliminar cualquier acabado presente en la muestra textil para evitar interferencias con los reactivos.

1. Seleccione una muestra representativa de tejido, con un peso mínimo de 5 g.
2. Coloque la muestra en un frasco de pesaje previamente tarado y ciérrelo.
3. Pese el frasco cerrado en la balanza analítica y registre el peso inicial.
4. Retire la tapa del frasco y colóquelo en el horno de secado durante un período de 1,5 horas, hasta que alcance una temperatura de 105–110 °C.
5. Retire el frasco usando guantes térmicos y ciérrelo inmediatamente para evitar la absorción de humedad.
6. Coloque el frasco en el desecador y déjelo enfriar hasta que alcance temperatura ambiente.

7. Pese nuevamente y registre el peso.
8. Repita el proceso de secado en intervalos de 30 minutos, en un horno previamente estabilizado a una temperatura de 105–110 °C, hasta obtener un peso constante (variación no mayor a $\pm 0,001$ g).
9. Registre el peso seco definitivo.
10. Aplique el tratamiento correspondiente al tipo de acabado, según la norma AATCC TM 20A, apartado 9.
11. Calcule el porcentaje de fibra limpia con la fórmula.

$$F = \left(\frac{D}{C} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde:

F = Porcentaje de fibra limpia.

D = Peso seco de la muestra después del tratamiento.

C = Peso seco de la muestra antes del tratamiento.

Preparación de la muestra

12. Desteja los hilos de la muestra tratada.
13. Corte los hilos en segmentos menores a 3 mm.
14. Homogenice la muestra cortada.

Selección del método químico y tratamiento

15. Verifique la ficha técnica del tejido.
 16. Consulte en la Tabla I (ver **Anexo 1**) para elegir el método que disuelva la fibra más susceptible. Si hay más de dos fibras, consulte en la Tabla II (ver Anexo 2).
- Nota: En la Tabla I, los números entre paréntesis indican métodos que destruyen

la fibra de la parte superior; los números fuera de los paréntesis indican los que eliminan la fibra de la parte lateral.

17. Aplique el reactivo adecuado.
18. Filtre la solución para recuperar la fibra no disuelta.
19. Lave la fibra recuperada con agua destilada.
20. Seque la fibra siguiendo los pasos 2 al 9 del proceso de eliminación de acabados.

Cálculo del porcentaje de mezcla de fibras.

21. Organice los datos en el formato correspondiente (ver **Anexo 3**).
22. Aplique las siguientes fórmulas según el comportamiento de la fibra:
23. Si la fibra se disuelve con el reactivo de prueba:

$$X_i = \frac{G - H_i}{G} * 100 \quad (2)$$

24. Si la fibra es insoluble en el reactivo de prueba:

$$X_i = \frac{H_i}{G} * 100 \quad (3)$$

Donde:

X_i = Porcentaje de contenido de la fibra.

G = Peso de la muestra limpia, seca y preparada.

H_i = Peso del residuo seco después del tratamiento.

25. Registre los resultados en el formato de ensayo correspondiente.

B. Medición del ancho del tejido acabado (Norma ASTM D 3774-18 – Método

B: muestra de laboratorio extraída del rollo o perno).

Equipos e instrumentos

- Mesa de corte de 2 m de ancho y 2,5 de largo.
- Termohigrómetro

- Cinta métrica o flexómetro
- Formato de ensayo de ancho del tejido (ver **Anexo 4**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 2 m.
2. Acondicione la muestra textil durante un período de 4 horas bajo las condiciones estándar de laboratorio de ensayos textiles: temperatura de 21 ± 1 °C (70 ± 2 °F) y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$.
3. Extienda el espécimen sobre la mesa de corte, asegurándose de que esté completamente libre de arrugas y sin tensión.
4. Realice 5 mediciones a lo ancho del tejido utilizando un flexómetro. Asegúrese de tomar cada medición a más de 150 mm de los extremos cortados y mantenga una separación aproximada de 0,3 m entre cada punto de medición.
5. Registre los valores obtenidos en el formato de ensayo de ancho del tejido (ver **Anexo 4**) y verifique que cumplan con las especificaciones requeridas.
6. Calcule el promedio de las 5 mediciones y redondee el resultado al milímetro más cercano.

C. Determinación de la densidad del tejido (Norma ISO 7211-2 – Método B: conteo de la densidad con lupa textil).

Equipos e instrumentos

- Termohigrómetro
- Cuenta hilos (lupa textil)
- Agujas de disección
- Mesa de corte

- Formato de ensayo de conteo de densidad del tejido (ver **Anexo 5**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 1m.
2. Acondicione la muestra textil durante un período de 24 horas bajo las condiciones estándar establecidas en la norma ISO 139 (temperatura: 20 ± 2 °C; humedad relativa: $65 \pm 4\%$), a fin de garantizar su estabilización antes del ensayo.
3. Identifique visualmente la dirección de los hilos de urdimbre y trama a través del orillo del tejido.
4. Extienda el tejido sobre una superficie plana, asegurándose de que esté libre de arrugas y sin tensión.
5. Coloque la lupa textil sobre la superficie del tejido, alineando los bordes internos del visor con los primeros hilos visibles en las direcciones de urdimbre (vertical) y trama (horizontal) o viceversa.
6. Cuente la densidad de los hilos en ambas direcciones (urdimbre y trama). Si los hilos no son claramente visibles, contabilice las repeticiones del patrón dentro del cuadro de medición y multiplique por el rapport correspondiente. Sume los hilos individuales restantes si los hubiere.
7. Convierte el número de hilos por pulgada a su equivalente por centímetro.
8. Calcule la densidad total por centímetro cuadrado sumando los valores de urdimbre y trama.
9. Registre los resultados obtenidos en el formato de ensayo de conteo de densidad del tejido (ver **Anexo 5**).

10. Repita los pasos del 3 al 9 un mínimo de 5 veces, tomando los conteos en distintas zonas del tejido.

11. Calcule el valor promedio de los recuentos realizados en las diferentes partes del tejido.

D. Determinación de la estructura del tejido (Norma ISO 7211-1).

Equipos e instrumentos

- Cuenta hilos (lupa textil)
- Agujas de disección
- Pinzas
- Tijera
- Mesa de corte
- Formato de ensayo de estructura del tejido (ver **Anexo 6**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 1m.
2. Acondicione la muestra de tejido durante un período de 24 horas bajo las condiciones estándar de laboratorio establecidas en la norma ISO 139 (temperatura: 20 ± 2 °C; humedad relativa: $65 \pm 4\%$).
3. Identifique el lado derecho y el revés del tejido para orientar correctamente la muestra durante el análisis estructural.
4. Determine la dirección de los hilos de urdimbre y trama, y defina cuál de ellos será retirado para facilitar el análisis.
5. Deshilache la muestra en dos lados perpendiculares, formando un fleco de aproximadamente 1 cm de longitud.

6. Extienda la muestra sobre una superficie plana que contraste con el color del tejido, a fin de mejorar la visibilidad del entrelazado.
7. Utilice una aguja de disección para deslizar los hilos paralelos a uno de los bordes deshilachados para facilitar la lectura de la estructura. En caso de existir una baja visibilidad, posicione la lupa textil sobre el borde del tejido.
8. Realice la lectura de la estructura utilizando las agujas de disección para mover los hilos con cuidado y registre la secuencia de tomados y dejados. Transfiera esta información al formato de ensayo de estructura del tejido (ver **Anexo 6**), representando gráficamente el entrelazado de urdimbre y trama.
9. Retire progresivamente los hilos del tejido, observando y documentando cada entrelazado hasta lograr una repetición completa que permita identificar claramente el patrón estructural.
10. Registre el rapport del tejido y determine el tipo de ligamiento presente.

E. Determinación del ancho del orillo.

Equipos e instrumentos

- Regla o cinta métrica
- Mesa de corte

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 1m.
2. Extienda la muestra de tejido sobre una superficie plana y estable. Asegúrese de que la tela esté libre de arrugas o tensiones que puedan alterar las mediciones.
3. Mida el ancho del orillo utilizando una regla o cinta métrica.

4. Realice 5 mediciones en distintos puntos de la muestra para asegurar la representatividad de los resultados y registre cuidadosamente cada valor.
5. Calcule el promedio de las mediciones obtenidas y utilícelo como valor de referencia para los cálculos posteriores relacionados con variables del proceso.

F. Determinación de la relación orillo/fondo del tejido.

Equipos e instrumentos

- Cuenta hilos (lupa textil)

Procedimiento

1. Identifique la dirección de los hilos de urdimbre y trama para diferenciar adecuadamente la zona del orillo y la del fondo del tejido.
2. Coloque la muestra contraluz para facilitar la observación y conteo del número de hilos por dientes (púa), tanto en el fondo como en el orillo.
3. Registre los valores observados en ambas zonas. Considere como dato representativo aquel que se repita con mayor frecuencia a lo largo de la muestra.

G. Determinación del porcentaje de ondulación (Norma ISO 7211-3).

Equipos e instrumentos

- Regla graduada
- Aguja de disección
- Termohigrómetro
- Formato de ensayo de porcentaje de ondulación del hilo (ver **Anexo 7**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 1m.

2. Acondicione la muestra durante un período mínimo de 16 horas bajo las condiciones estándar establecidas en la norma ISO 139 (temperatura; 20 ± 2 °C; humedad relativa de $65 \pm 4\%$).
3. Extienda la tela sobre una superficie plana, sin generar tensión ni pliegues que puedan alterar la estructura del tejido.
4. Marque 5 tiras rectangulares de aproximadamente 20 mm de ancho. Con los lados largos paralelos a los hilos de urdimbre o trama. Asegúrese de que cada tira contenga al menos 10 hilos en el ancho y una longitud 20 veces mayor que la parte que se sujeta durante el ensayo.
5. Recorte cuidadosamente las tiras marcadas para formar solapas rectangulares que funcionarán como unidades de análisis.
6. Mida la distancia entre los extremos de cada solapa (en la dirección paralela al hilo de mayor longitud), dejando al menos 1 cm de entrelazado en cada extremo y marque esa longitud como referencia inicial.
7. Registre las longitudes iniciales de los hilos insertos en el tejido, correspondientes a cada solapa.
8. Extraiga cuidadosamente cada hilo con ayuda de una aguja de disección, evitando cualquier estiramiento que altere su rizado.
9. Coloque el hilo extraído sobre una regla graduada y aplique la mínima tensión necesaria para eliminar las ondulaciones, sin estirarlo en exceso.
10. Registre la longitud final del hilo bajo tensión en el formato de ensayo de porcentaje de ondulación del hilo (ver **Anexo 7**).
11. Repita los pasos del 5 al 10 al menos 10 veces para cada tipo de hilo (urdimbre y trama), utilizando zonas diferentes del tejido.

12. Calcule el porcentaje de ondulación para cada hilo mediante la siguiente fórmula:

$$\% E = \frac{L_{final} - L_{inicial}}{L_{inicial}}$$

Donde:

$\% E$ = Porcentaje de ondulación.

L_{final} = Longitud del hilo bajo tensión (en mm).

$L_{inicial}$ = Longitud inicial del hilo en el tejido (en mm).

13. Expresé todos los resultados en porcentaje y calcule el promedio de las mediciones individuales para obtener un único valor representativo.
14. Utilice el valor promedio en los cálculos posteriores del tejido.

H. Determinación del ancho de tejido de fondo.

1. Recopile el valor promedio del ancho total del tejido acabado y el ancho del orillo previamente medidos.
2. Aplique la siguiente fórmula para calcular el ancho del tejido de fondo.

$$\text{Ancho de fondo} = \text{Ancho total} - 2 * \text{ancho de orillo}$$

Donde:

Ancho de fondo = Ancho útil del tejido, excluyendo los orillos.

Ancho total = Ancho total del tejido acabado, incluyendo ambos orillos.

Ancho de orillo = Es la medida correspondiente al ancho de un solo orillo del tejido.

3. Registre el resultado como referencia para los cálculos posteriores.

I. Determinación del número de hilos de fondo.

1. Reúna los datos previamente calculados del ancho de fondo y la densidad de urdimbre por centímetro.

2. Aplique la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos fondo} = \text{Densidad } U * \text{ancho de fondo}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ hilos fondo}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

$\text{Densidad } U$ = Número de hilos de urdimbre contenidos en 1 cm de tejido.

Ancho de fondo = Ancho útil del tejido, excluyendo los orillos.

3. Registre el valor obtenido para su uso en cálculos subsiguientes.

J. Determinación del número de hilos del orillo.

1. Compile los siguientes datos:

- Ancho del orillo.
- Densidad de urdimbre por centímetro.
- Relación orillo/fondo

2. Calcula el número de hilos en un solo orillo con la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos de orillo} = \frac{\text{Densidad } U * \frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}}}{N^{\circ} \text{ hilos fondo/diente}} * \text{ancho de orillo}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ hilos de orillo}$ = Cantidad de hilos que conforman un solo orillo del tejido.

$\text{Densidad } U$ = Número de hilos de urdimbre contenidos en 1 cm de tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de orillo que pasan por cada diente del peine.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.

Ancho de orillo = Es la medida correspondiente al ancho de un solo orillo del tejido.

3. Registre el número obtenido y multiplíquelo por dos para obtener el número total de hilos de orillo.

$$N^{\circ} \text{ hilos de orillos} = 2 * N^{\circ} \text{ hilos de orillo}$$

Donde:

N° hilos de orillos = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos del tejido.

N° hilos de orillo = Cantidad de hilos que conforman un solo orillo del tejido.

4. Anote el resultado total para su aplicación en cálculos posteriores.

K. Determinación del número de hilos totales del tejido.

1. Suma el número de hilos de fondo y el número total de hilos de orillo, aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ hilos totales} = N^{\circ} \text{ hilos fondo} + N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$$

Donde:

N° hilos totales = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en todo el ancho del tejido acabado.

N° hilos fondo = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

N° hilos de orillos = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos del tejido.

2. Registre el número de hilos totales para su posterior uso.

L. Determinación del número de dientes (púas) de fondo.

1. Reúna los datos del número de hilos de fondo y el valor de hilos de fondo por diente, previamente calculados.
2. Calcule el número de púas o dientes aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes fondo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{N^{\circ} \text{ hilos fondo/diente}}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ dientes fondo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

$N^{\circ} \text{ hilos fondo}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.

4. Registre el valor obtenido para su uso posterior.

M. Determinación del número de dientes (púas) de orillo.

1. Recolecte los valores del número total de hilos de orillo y la relación de hilos de orillo por diente.
2. Aplique la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes orillo} = \frac{N^{\circ} \text{ hilos orillos}}{N^{\circ} \text{ hilos orillo/diente}}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ dientes orillo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados exclusivamente para los orillos del tejido.

$N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$ = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos del tejido.

$$\frac{N^{\circ} \text{ hilos orillo}}{\text{diente}} = \text{Cantidad de hilos de orillo que pasan por cada diente del peine.}$$

3. Anote el valor calculado.

N. Determinación del número total de dientes (púas).

1. Suma los valores previamente calculados:

$$N^{\circ} \text{ dientes totales} = N^{\circ} \text{ dientes fondo} + N^{\circ} \text{ dientes de orillos}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ dientes totales}$ = Cantidad total de dientes (púas) del peine utilizados en todo el tejido acabado.

$N^{\circ} \text{ dientes fondo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

$N^{\circ} \text{ dientes orillo}$ = Número total de dientes (púas) del peine utilizados exclusivamente para los orillos del tejido.

2. Registre el resultado final para los cálculos complementarios del análisis del tejido.

O. Determinación del ancho del peine.

1. Recolecte los datos del ancho del tejido acabado y el porcentaje de ondulación de la trama, previamente determinados.
2. Aplique la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de peine} = \text{Ancho de tela} * (1 + \%E \text{ Trama})$$

Donde:

Ancho de peine = Medida total del ancho físico del peine utilizado en el telar.

Ancho total = Ancho total del tejido acabado, incluyendo ambos orillos.

$\%E \text{ Trama}$ = Porcentaje de ondulación del hilo de trama.

3. Registre el valor obtenido para su uso en cálculos posteriores.

P. Determinación del número de peine.

1. Reúna los valores previamente calculados:

- Número total de dientes (púas).
- Ancho del peine.

2. Aplique la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Peine} = \frac{N^{\circ} \text{ dientes totales}}{\text{Ancho de peine}}$$

Donde:

N° Peine = Valor numérico que identifica la densidad del peine, expresado como la cantidad de dientes (púas) por pulgada o centímetro.

N° dientes totales = Cantidad total de dientes (púas) del peine utilizados en todo el tejido acabado.

Ancho de peine = Medida total del ancho físico del peine utilizado en el telar.

3. Registre el resultado para su utilización en cálculos siguientes.

Q. Realizar el recálculo de púas totales, púas de fondo, hilos de fondo, hilos totales y ancho de urdimbre en el peine.

1. Recopile los datos del ancho del peine y el número del peine.

2. Aplique la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ dientes totales} = \text{Ancho de peine} * N^{\circ} \text{ peine}$$

Donde:

N° dientes totales = Cantidad total de dientes (púas) del peine utilizados en todo el tejido acabado.

Ancho de peine = Medida total del ancho físico del peine utilizado en el telar.

N° Peine = Valor numérico que identifica la densidad del peine, expresado como la cantidad de dientes (púas) por pulgada o centímetro.

3. Reste el número de dientes de orillo al número total de dientes, aplicando la siguiente forma.

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ de dientes fondo} \\ = N^{\circ} \text{ de dientes totales} - N^{\circ} \text{ de dientes orillo} \end{aligned} \quad (4)$$

Donde:

N° dientes fondo = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

N° dientes totales = Cantidad total de dientes (púas) del peine utilizados en todo el tejido acabado.

N° dientes orillo = Número total de dientes (púas) del peine utilizados exclusivamente para los orillos del tejido.

4. Utilice el valor del número de dientes de fondo y el número de hilos de fondo por diente para calcular los hilos de fondo.

$$N^{\circ} \text{ hilos fondo} = N^{\circ} \text{ de dientes fondo} * \frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}} \quad (5)$$

Donde:

N° hilos fondo = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

N° dientes fondo = Número total de dientes (púas) del peine utilizados en el área del fondo del tejido.

$\frac{N^{\circ} \text{ hilos fondo}}{\text{diente}}$ = Cantidad de hilos de urdimbre del fondo que pasan por cada diente del peine.

5. Sume el número de hilos de fondo recalculado y el número de hilos de orillo.

$$N^{\circ} \text{ hilos totales} = N^{\circ} \text{ hilos fondo} + N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ hilos totales}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en todo el ancho del tejido acabado.

$N^{\circ} \text{ hilos fondo}$ = Cantidad total de hilos de urdimbre presentes en el ancho útil del tejido.

$N^{\circ} \text{ hilos de orillos}$ = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos del tejido.

6. Compare los resultados calculados con los obtenidos en los cálculos iniciales.
7. Identifique posibles discrepancias y, de ser necesario, realice ajustes en los datos para asegurar la precisión del análisis del tejido.

R. Verificación del sentido de la torsión del hilo (Norma ISO 2).

Equipos e instrumentos

- Agujas de disección
- Mesa de corte
- Tijera
- Formato de ensayo de sentido de la torsión de los hilos (ver **Anexo 8**).

Procedimiento

1. Extiende la muestra de tejido sobre una superficie plana, asegurándote de que no existan pliegues ni tensiones.
2. Marque una probeta de 10 cm de longitud por 2 cm de ancho en ambas direcciones del tejido: urdimbre y trama.
3. Recorte cuidadosamente la probeta siguiendo las marcas realizadas.

4. Coloque la probeta recortada sobre una superficie plana y, con la ayuda de una aguja de disección, extraiga un hilo completo de forma cuidadosa, evitando cualquier deformación.
5. Sujete con la mano izquierda un extremo del hilo y, con la mano derecha, gire el otro extremo para destorcerlo.
 - Si el hilo se destuerce hacia la derecha (sentido horario), la torsión es Z.
 - Si el hilo se destuerce hacia la izquierda (sentido antihorario), la torsión es S.
6. Registre el tipo de torsión identificado visualmente en el formato de ensayo de sentido de la torsión de los hilos (ver **Anexo 8**).

S. Determinación del título del hilo (Norma ASTM D 1059-17).

Equipos e instrumentos

- Regla graduada
- Mesa de corte
- Balanza analítica
- Aguja de disección
- Tijera
- Pinza
- Termohigrómetro
- Formato de ensayo de titulación de hilos (ver **Anexo 9**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido acabado con una longitud mínima de 1m.

2. Acondicione la muestra durante un período de 24 horas bajo condiciones estándar de laboratorio para ensayos textiles: temperatura de 21 ± 1 °C y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$.
3. Extienda cuidadosamente la muestra de tela sobre una superficie plana, evitando cualquier deformación.
4. Marque al menos 10 probetas independientes en los sentidos de la urdimbre y trama. Cada muestra debe tener una longitud de 10 cm y contener un mínimo de 15 hilos.
5. Corte con precisión las probetas marcadas, procurando mantener la integridad de los hilos.
6. Extraiga cuidadosamente los hilos de cada muestra, hasta alcanzar una longitud acumulada de 100 cm por conjunto de hilos.
7. Pese las muestras de hilo individualmente con la balanza analítica y registre los datos obtenidos en el formato de ensayo de titulación de hilos (ver **Anexo 9**).
8. Aplique el porcentaje promedio de ondulación previamente determinado para corregir la longitud real del hilo dentro del tejido.
9. Verifique el número de cabos que componen cada hilo.
10. Calcule el título del hilo aplicando la fórmula correspondiente al tipo de numeración utilizado (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), considerando la masa (g), longitud (m) y el número de cabos.
11. Determine el título individual de cada muestra y, posteriormente, calcule el promedio para obtener un valor único representativo del título del hilo presente en el tejido analizado.

T. Determinación del peso de urdimbre y trama en g/m lineal de 1 m de tejido.

1. Recopile los datos necesarios:

- Densidad de hilos por centímetro de urdimbre y trama.
- Porcentaje de ondulación de urdimbre y trama.
- Título del hilo de urdimbre y trama.
- Ancho de tejido correspondiente a 1 m lineal (en centímetros).

2. Calcule el peso de la urdimbre en g/m lineal utilizando la fórmula:

$$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } U * \text{ancho total (cm)} * (1 + \%E U)}{Nm U}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos de la urdimbre contenida en 1 m lineal de tejido.

Densidad U = Número de hilos de urdimbre contenidos en 1 cm de tejido.

Ancho total (cm) = Ancho del tejido, correspondiente a 1 m lineal.

%E U = Porcentaje de ondulación del hilo de urdimbre.

Nm U = Título del hilo de urdimbre, expresado en número métrico (Nm).

3. Calcule el peso de la trama en g/m lineal mediante la fórmula:

$$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } T} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{\text{Densidad } T * \text{ancho total (m)} * (1 + \%E T)}{Nm T}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{\text{m lineal } T} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos de la trama contenida en 1 m lineal de tejido.

Densidad T = Número de hilos de trama contenidos en 1 cm de tejido.

Ancho total (cm) = Ancho del tejido, correspondiente a 1 m lineal.

%E T = Porcentaje de ondulación del hilo de trama.

Nm T = Título del hilo de trama, expresado en número métrico.

4. Registre los resultados obtenidos para los siguientes cálculos.

U. Determinación del peso de orillo en g/m lineal.

1. Recopile los siguientes datos:
 - Número total de hilos de orillo.
 - Porcentaje de ondulación del hilo de urdimbre.
 - Título del hilo de urdimbre
2. Calcule el peso del origen gramos metro lineal aplicando la fórmula.

$$\frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right) = \frac{N^{\circ} \text{ hilos totales} * (1 + \%E U)}{Nm U}$$

Donde:

$\frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} \left(\frac{g}{m} \right)$ = Peso en gramos correspondiente a los hilos de orillo contenidos en un metro lineal.

$N^{\circ} \text{ hilos totales}$ = Cantidad total de hilos correspondientes a ambos orillos del tejido.

$\%E U$ = Porcentaje de ondulación del hilo de urdimbre.

$Nm U$ = Título del hilo de urdimbre, expresado en número métrico.

3. Registre el resultado obtenido para su uso en los cálculos siguientes.

V. Determinación del peso total de 1 m² de tejido.

1. Reúna los valores previamente calculados del peso por metro lineal de urdimbre, trama y orillo, todos expresados en g/m.
2. Calcule el peso total de 1 m² del tejido aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Peso reconstruido} \left(\frac{g}{m^2} \right) = \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } U} + \frac{\text{Peso}}{m \text{ lineal } T}$$

Donde:

Peso reconstruido $\left(\frac{g}{m^2}\right)$ = Masa total del tejido, expresada en g/m².

$\frac{Peso}{m\ lineal\ U}$ = Peso en gramos de la urdimbre contenida en 1 m lineal de tejido.

$\frac{Peso}{m\ lineal\ T}$ = Peso en gramos de la trama contenida en 1 m lineal de tejido.

3. Registre el resultado obtenido para cálculos posteriores.

W. Determinación del peso por metro lineal del tejido acabado.

1. Compile el valor del peso reconstruido (g/m) y el ancho de tejido acabado (m).
2. Calcule el peso lineal del tejido acabado mediante la fórmula:

$$Peso\ lineal\ \left(\frac{g}{m}\right) = Peso\ reconstruido * ancho\ total$$

Donde:

Peso lineal $\left(\frac{g}{m}\right)$ = Es el peso del tejido acabado por cada metro lineal, expresado en gramos.

Peso reconstruido = Masa total del tejido, expresada en g/m².

Ancho total = Ancho total del tejido acabado, incluyendo ambos orillos.

3. Registre el valor obtenido.

X. Determinación del peso de 1 m² de tejido basado en la muestra (peso actual) **(Norma ISO 3801 – Método 5: determinación de la masa por unidad de área** **utilizando pequeñas muestras).**

Equipos e instrumentos

- Cortadora circular de muestras de 100 cm².
- Mesa de corte
- GSM Cutting Pad o base de corte
- Balanza analítica
- Termohigrómetro

- Formato de ensayo para determinación de masa por unidad de área (ver **Anexo 10**).

Procedimiento

1. Seleccione una muestra representativa del tejido, evitando zonas cercanas a orillos, pliegues o deformaciones visibles, y extiéndala sobre la mesa de corte sin tensiones.
2. Acondicione la muestra durante un período de 24 horas bajo condiciones estándar de laboratorio para ensayos textiles: temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa de $65 \pm 2\%$.
3. Coloque el GMS Cutting Pad sobre la superficie de trabajo y posicione el tejido encima, asegurándose de que esté plano y libre de dobleces.
4. Posicione la cortadora circular de muestras sobre el tejido, retire el seguro de bloqueo y gire el volante corrugado a 90 grados. Sujete con la mano izquierda la cubierta exterior y con la derecha gire el volante corrugado en sentido horario, aplicando una presión uniforme hasta completar el corte.
5. Extraiga cuidadosamente la muestra circular de 100 cm^2 , asegurándose de que no haya hilos sueltos ni fibras desprendidas.
6. Repita el procedimiento desde el paso 4 hasta el 6 cinco veces, obteniendo así 5 muestras independientes del tejido.
7. Pese cada muestra por separado utilizando una balanza analítica con precisión de $\pm 0,001 \text{ g}$.
8. Registre los valores individuales en el formato de ensayo para determinación de masa por unidad de área (ver **Anexo 10**).
9. Calcule el peso por metro cuadrado (g/m^2) de cada muestra utilizando la fórmula:

$$\frac{g}{m^2} = \frac{\text{Peso (g)} * 10\,000}{\text{Área en cm}^2}$$

Donde:

$\frac{g}{m^2}$ = Masa total del tejido por unidad de área, expresada en g/m².

Peso (g) = Peso en gramos de la muestra textil utilizada para el análisis.

Área en cm² = superficie total de la muestra, expresada en cm².

10. Calcule el promedio de los 5 resultados para obtener un valor único representativo del peso por metro cuadrado del tejido.

Y. Calcular el porcentaje de error.

1. Recopile los valores correspondientes al peso reconstruido y el peso actual (obtenido a partir de la muestra), asegurándose de que ambos estén expresados en g/m².
2. Sustituya los valores obtenidos en la siguiente fórmula y realice el cálculo.

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Peso reconstruido} - \text{peso actual}}{\text{Peso actual}} * 100$$

Donde:

Peso reconstruido $\left(\frac{g}{m^2}\right)$ = Masa total del tejido, expresada en g/m².

Peso actual $\left(\frac{g}{m^2}\right)$ = Masa total del tejido por unidad de área, expresada en g/m².

3. Registre el valor obtenido para su análisis e interpretación posterior.

Z. Realización del remetido (Norma ISO 7211-1)

Equipos e instrumentos

- Laptop
- Formato de remetido del tejido en Excel (ver **Anexo 11**).

Procedimiento

1. Recopile los datos provenientes del recálculo, relacionados con el fondo y el orillo del tejido. Esta información debe incluir:
 - Número total de hilos.
 - Número de hilos de fondo
 - Número de hilos por cada orillo
 - Número de hilos por diente del peine, tanto de fondo como de orillo.
 - Ligamento del fondo y orillo.
2. Elabore el diseño base del tejido utilizando los datos recopilados.
3. Determine la cantidad de marcos necesarios en función de la estructura textil del ligamento y las especificaciones técnicas del telar.
4. Desarrolle el diseño por maquinilla, considerando la estructura del tejido previamente definida y el número de marcos establecidos.
5. Ejecute el remetido conforme a la secuencia determinada en el diseño estructural del tejido y el orden correspondiente a cada marco.
6. Registre de forma ordenada todos los diseños, esquemas y configuraciones en la plantilla (ver **Anexo 11**).

Nota: Todos los cálculos que no tienen plantilla se los debe anotar en el **Anexo 12**.

Referencias bibliográficas

- Angamarca, A. R. F. (2022). *Elaboración de un manual de clasificación de defectos y controles basado en la norma ASTM D5430 - 13 (2017) dentro de los sistemas de inspección de calidad en el área de tejeduría plana*. [Thesis, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12554>
- ASTM. (2017). *Test Method for Yarn Number Based on Short-Length Specimens*. <https://doi.org/10.1520/D1059-17>
- ASTM. (2018, July 30). *ASTM D3774 - 18 Standard Test Method for Width of Textile Fabric*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D3774-18>
- Carpio, F. A. F. (2020). Mejora del valor agregado de los desperdicios y retazos de una planta de tejido y confección de prendas en alpaca de la ciudad de Arequipa, 2020 [Tesis, Universidad Continental]. In *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8080>
- Fisher Scientific S.L. (2025). *Agujas de disección | Fisher Scientific*. <https://www.fishersci.es/es/es/browse/90184223/agujas-de-disecci%C3%B3n?page=1>
- Guerrero, M. S. E. (2004). *Influencia de la estructura de las telas no tejidas sobre las propiedades mecánicas de los componentes termofijados de confección*. https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/928/1/TESISARA.pdf?utm_source=chatgpt.com#page=32.09
- Herrera, C. B. C. (2020). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría*

de una empresa textil [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/12671>

Huaman, O. E. D., & Trujillo, N. S. M. (2021, September 28). *Grupo 3 - Lab. 1 - Pit61 - A | PDF | Textiles | Densidad*.
<https://es.scribd.com/document/537284506/GRUPO-3-LAB-1-PIT61-A>

ISO. (1973). *ISO 2:1973 - Textiles — Designation of the direction of twist in yarns and related products*. <https://www.iso.org/standard/3563.html>

ISO. (1977, September 1). *ISO 3801:1977 Textiles — Woven fabrics — Determination of mass per unit length and mass per unit area*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/9335.html>

ISO. (1984a). *ISO 7211-3:1984 - Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric*.
<https://www.iso.org/standard/13843.html>

ISO. (1984b, March 1). *ISO 7211-1:1984 Textiles — Woven fabrics — Construction — Methods of analysis — Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting, denting and lifting*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:7211:-1:ed-1:v1:en>

ISO. (2005). *ISO 139:2005 - Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing*. In *International Organization for Standardization*.
<https://www.iso.org/standard/35179.html>

ISO. (2024). *ISO 7211-2:2024 - Textiles — Methods for analysis of woven fabrics construction — Part 2: Determination of number of threads per unit length*.
<https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/67/86700.html>

James Heal. (2024). *Cortadores de muestras*.
https://www.jamesheal.com/es/instrument/sample_cutters

Lima, L. T. C. (2018). *Elaboración de un tejido conductor para la fabricación de un textil inteligente* [Universidad Técnica del Norte].
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8113>

Llulluna, V. E. E. (2023). *Análisis del cambio dimensional del tejido de punto FLEECE 65/35 PES/CO para determinar la variabilidad del tejido acabado* [Universidad Técnica del Norte].
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15159>

Lockuán, L. F. E. (2012). *IV. La industria textil y su control de calidad. Tejeduría: Vol. IV*.
<https://books.google.com.ec/books?id=lmHP7oAunq8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Logroño, V. P. X. (1994). *Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en una fábrica textil* [Tesis]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Morejón, H. M. P. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de guantes industriales recubiertos de nitrilo para la creación de una empresa localizada en el Distrito Metropolitano de Quito*. [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7795>

- mundotextil. (2017, August 16). *Titulación de los hilados - Mundo Textil - de los hilados Posted : mundotextil in Fibras, Hilados 16 - Studocu*. Mundo Textil. <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-salvador/desenho-tecnico/titulacion-de-los-hilados-mundo-textil/5070062>
- NTC. (2010). *Textiles. determinación del título del hilo basado en especímenes de longitud corta*. Norma Técnica Colombiana. <https://tienda.icontec.org/gp-textiles-determinacion-del-titulo-del-hilo-basado-en-especimenes-de-longitud-corta-ntc5772-2010.html>
- Panimboza, C. C. J., & Pardo, M. L. X. (2013). *Medidas de bioseguridad que aplica el personal de enfermería durante la estancia hospitalaria del paciente. Hospital Dr. José Garcés Rodríguez Salinas 2012-2013*. [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1094>
- Pasquel, A. W. A., & Burgos, B. A. E. (2020). *Evaluación de las normas de bioseguridad en un laboratorio clínico*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18648>
- RADWAG. (2024). *Balanza analítica AS 310.R2 PLUS*. <https://radwag.com/es/balanza-analitica-as-310-r2-plus,w1,APQ,101-101-125-100>
- Solé, A. (2012). *Hilatura de algodón*. www.ue-inti.gob.ar
- Suministros en Metrología. (2023). *Regla graduada: ¿Qué es?* . 2023. <https://suministrosenmetrologia.com/regla-graduada-que-es/>
- Tejedor, F. M. A. (2011). *Documento referencial para el oficio de tejeduría en Cucunubá*. <https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/handle/001/2537>

- Toasa, T. F. M. (2010). *Reorganización del Proceso de Producción y Seguridad Industrial en el Área de Tejeduría de la Fábrica Textil LA INTERNACIONAL de la Ciudad de Quito*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/976>
- Umivale Activa. (n.d.). *Tijeras Ficha de Seguridad Herramientas de Corte nº 3*.
- Vargas, M. C., Trejo, G. J. M., & Téllez, G. M. I. D. J. (2023). Gradación y metamorfosis explicados a partir de la ingeniería del papel con mecanismos exclusivamente tridimensionales. *Jóvenes En La Ciencia: Veranos de La Ciencia XXVIII Vol. 21 (2023), 21*. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/9733>
- VETO. (2024). *LUPAS*. https://blog.veto.cl/com_virtuemart/files/catalogo/30109.pdf

Anexos

Anexo 1

Tabla I Métodos químicos para análisis de mezclas de fibras

Table I—Chemical Methods for Analysis of Fiber Mixtures

	Wool/ Hair***	Spandex	Silk	Rayon, Lyocell	Polyester, Triexta	Poly- amide- imide	PLA	Para- aramid	Olefin	Nylon	Mod- acrylic	Meta- aramid	Mela- mine	Cotton, Hemp, Linen, Ramie	Acrylic
Acetate	1 4 (5)	1	1 (5)	1	1 (9)	1	1	1	1 (10)	1 (2)	N/A	1	1	1	1
Acrylic	7 8 (5)	N/A	7 8 (3) (5)	7 8 (3)	7 8 (9)	7 8	7 8	7 8	7 8 (10)	7 8 (2) (3) (6)	(1)	7 8	7 8	7 8	
Cotton, Hemp, Linen, Ramie, Jute, Sisal	4 (5)	(7) (8)	(5)	(3)	4 (9)	4	4	4	4 (10)	(2) (6)	4 (1)	4 (11)	4		
Melamine	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—	—	—	(10)	(2) (6)	(1)	(11)			
Meta-aramid	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	11	—	11	(10)	(2) (6)	(1)				
Modacrylic	(5)	1*	1* (3) (4) (5)	1* (3) (4)	1* (9)	1*	1*	1*	1* (10)	1* (2) (6)					
Nylon	2** 3 6 (5)	2** 3 6 (7) (8)	(5)	2** 6	2** 3 6 (9)	2** 3 6	2** 3 6	2** 3 6	2** 3 6 (10)						
Olefin	10 (5)	10 (7) (8)	10 (3) (4) (5)	10 (4)	10 (9)	10	10	10							
Para-aramid	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—	—								
PLA	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)	—									
Polyamide- imide	(5)	(7) (8)	(3) (4) (5)	(3) (4)	(9)										
Polyester, Triexta	(5)	9 (7) (8)	(3) (4) (5)	9 (3) (4)											
Rayon, Lyocell	4 (5)	(7) (8)	(5)												
Silk	3 4	(7) (8)													
Spandex	7 8														

Notes:

The unbracketed methods are those that dissolve the fiber at the left side of the diagram while the bracketed ones dissolve the fiber at the top of the diagram.

NA = Chemical Methods not applicable to separate two different fiber types of the same generic class. Use the microscopy sections of TM20A.

— = Method Under Development.

Section 11.2 contains details of table use.

- 1 *100% acetone: section 12.1
- 2 20% hydrochloric acid: section 12.2
- 3 59.5% sulfuric acid: section 12.3
- 4 70% sulfuric acid: section 12.4
- 5 sodium hypochlorite: section 12.5
- 6 90% formic acid: section 12.6
- 7 dimethylformamide section 12.7
- 8 N,N-dimethylacetamide section 12.8
- 9 alkaline methanol section 12.9
- 10 xylenes section 12.10
- 11 4% lithium chloride in N,N-dimethylacetamide section 12.11

*Not suitable for all modacrylic fibers

**Not suitable for all nylon fibers

***Hair fibers referenced in TM20A are synonymous with fibers with scales on surface in Table I of TM20

Anexo 2

Tabla II Solubilidades de las fibras en reactivos utilizados en los métodos químicos

Table II—Solubilities of Fibers in Reagents Used in the Chemical Methods

	Chemical Method										
	No. 1 100% CH ₃ COCH ₃	No. 2 20% HCl	No. 3 59.5% H ₂ SO ₄	No. 4 70% H ₂ SO ₄	No. 5 NaOCl	No. 6 90% HCOOH	No. 7 (CH ₃) ₂ NC(O)H	No. 8 CH ₃ C(O)N (CH ₃) ₂	No. 9 NaOH + CH ₃ OH	No. 10 100% C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	No. 11 LiCl + CH ₃ C(O)N (CH ₃) ₂
Acetate	S	I	S	S	I	S	S	S	S	I	ND
Acrylic	I	I	I	I*	I	I	S	S	I	I	ND
Cotton	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Hair	I	I	I	I	S	I	I	I	I	I	ND
Hemp	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Linen	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Modacrylic	S or I*	I	I	I	I	I	PS	PS	I	I	ND
Nylon	I	S	S	S	I	S	I	I	I	I	ND
Olefin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	ND
Polyester**	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	ND
Ramie	I	I	SS	S	I	I	I	I	I	I	ND
Rayon	I	I	S	S	I	I	I	I	I	I	ND
Silk	I	PS	S	S	S	PS	I	I	I	I	ND
Spandex	I	I	PS	PS	I	I	S	S	PS	I	ND
Wool	I	I	I	I	S	I	I	I	I	I	ND
Meta-aramid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S
Para-aramid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Polyamideimide	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Melamine	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
PLA	I	I	I	I	I	I	I	I	NA	I	ND
Lyocell	I	I	S	S	I	I	I	I	I	I	ND
Polybenzimidazole	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

*Depending on type

**Compatible for triexta

KEY TO SYMBOLS:

S = SOLUBLE

PS = PARTIALLY SOLUBLE (Method not applicable)

SS = SLIGHTLY SOLUBLE (Usable but correction factor required)

I = INSOLUBLE

NA = Not Applicable ND = Not Determined

Section 11.2 contains details of table use.

Anexo 3

Formato basado en la norma AATCC 20A

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE COMPOSICIÓN DEL TEJIDO					Código: EET-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1		
Norma aplicable:									
Técnico responsable:									
N° de ensayo:									
Fecha de ensayo:									
Acondicionamiento de la muestra									
Temperatura inicial				Humedad relativa inicial				Fecha y hora de ambientación	
Temperatura final				Humedad relativa final					
Ambientación recomendada:									
Muestra									
Código				Descripción de la muestra					Cantidad analizar
DATOS DE ENSAYO									
N° de muestras	Peso inicial	Método de preparación de la muestra	Porcentajes de químico usado	% de Composición			Peso final	Observaciones	
				Composición 1	Composición 2	Composición 3			
1									
2									
3									
4									
5									

Anexo 4

Formato basado en la norma ASTM D 3774–18

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE ANCHO DEL TEJIDO				Código: ESTH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación		Inicio	
Temperatura final		Humedad relativa final				Fin	
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra		Cantidad analizar			
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestras	Método de medición	Equipo utilizado	Distancia entre cada medición (cm)	Lugar de medición	Longitud de la muestra (cm)	Observaciones	
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coeficiente de variación							

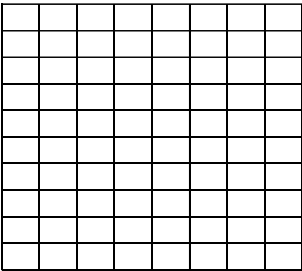
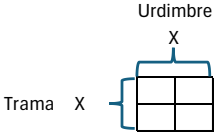
Anexo 5

Formato basado en la norma ISO 7211-2

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE CONTEO DE DENSIDAD DEL TEJIDO				Código: EDH-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación		Inicio	
Temperatura final		Humedad relativa final				Fin	
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código		Descripción de la muestra		Cantidad analizar			
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestra	Método de medición	Distancia de medición utilizada	N° de hilos en urdimbre (hilos/cm)	N° de pasadas en trama (pasadas/cm)	Densidad total de hilos (hilos/cm ²)	Observaciones	
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coeficiente de variación							

Anexo 6

Formato basado en la norma ISO 7211-1

		FORMATO DE ENSAYO DE ESTRUCTURA DEL TEJIDO				Código: EET-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial			Humedad relativa inicial			Fecha y hora de ambientación	Inicio
Temperatura final			Humedad relativa final				Fin
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código			Descripción de la muestra			Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestras	Ligamento	Esquema del ligamento				Observaciones	
1		Repetición de tejido Urdimbre Trama 					
		Versión condensada Urdimbre X Trama X 					

Anexo 7

Formato basado en la norma ISO 7211-3

		Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE PORCENTAJE DE ONDULACIÓN DEL HILO				Código: EPOH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:									
Técnico responsable:									
N° de ensayo:									
Fecha de ensayo:									
Acondicionamiento de la muestra									
Temperatura inicial				Humedad relativa inicial				Fecha y hora de ambientación	
Temperatura final				Humedad relativa final				Inicio	
								Fin	
Ambientación recomendada:									
Muestra									
Código				Descripción de la muestra				Cantidad analizar	
Descripción de la muestra:									
DATOS DE ENSAYO									
N° de muestras	Tipo de material del hilo	Título de hilo	Método extracción del hilo	Longitud de inicial (mm)	Tensión de enderezamiento utilizada cN	Longitud final (mm)	Porcentaje de ondulación (%)	Observaciones	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Promedio									
Media									
Desviación estándar									
Coeficiente de variación									

Anexo 8

Formato basado en la norma ISO 2

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE SENTIDO DE LA TORSIÓN DE HILOS			Código: ESTH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1	
Norma aplicable:						
Técnico responsable:						
N° de ensayo:						
Fecha de ensayo:						
Acondicionamiento de la muestra						
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación	Inicio	
Temperatura final		Humedad relativa final			Fin	
Ambientación recomendada:						
Muestra						
Código		Descripción de la muestra			Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO						
N° de muestras	Método utilizado		Longitud de la muestra (cm)	Torsiones S/Z	Observaciones	
1						
2						
3						
4						

Anexo 9

Formato basado en la norma ASTM 1059–17

 Carrera de Textiles Ingeniería		FORMATO DE ENSAYO DE TITULACIÓN DE HILOS					Código: ETH-001 Versión:000 Fecha: 24/10/2024 Página:1/1		
Norma aplicable:									
Técnico responsable:									
N° de ensayo:									
Fecha de ensayo:									
Acondicionamiento de la muestra									
Temperatura inicial		Humedad relativa inicial		Fecha y hora de ambientación		Inicio			
Temperatura final		Humedad relativa final				Fin			
Ambientación recomendada:									
Muestra									
Código		Descripción de la muestra			Cantidad analizar				
Descripción de la muestra:									
DATOS DE ENSAYO									
N° de muestras	Método de ensayo utilizado	Identificación de la muestra (composición del hilo)	Indicar si la muestra fue sometida a tratamiento para eliminar acabados o engomado	N° de cabos del hilo	Longitud de la muestra (cm)	Peso de la muestra (g)	Título del hilo		Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Promedio									
Media									
Desviación estándar									
Coeficiente de variación									

Anexo 10

Formato basado en la norma ISO 3801

		FORMATO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE MASA POR UNIDAD DE ÁREA				Código: EMUA-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
Norma aplicable:							
Técnico responsable:							
N° de ensayo:							
Fecha de ensayo:							
Acondicionamiento de la muestra							
Temperatura inicial			Humedad relativa inicial			Fecha y hora de ambientación	
Temperatura final			Humedad relativa final			Inicio Fin	
Ambientación recomendada:							
Muestra							
Código			Descripción de la muestra			Cantidad analizar	
DATOS DE ENSAYO							
N° de muestra		Método aplicado		Área (cm²)		Peso de la muestra (g)	
Masa por unidad de área (g/m²)		Observaciones					
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							
Media							
Desviación estándar							
Coeficiente de variación							

Anexo 11

Formato de análisis del tejido

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CARRERA DE TEXTILES		Código: AM-001 Versión: 000 Fecha: 24/10/2024 Página: 1/1	
ANÁLISIS DE MUESTRA					
Analista:			Fecha de inicio del ensayo:		
N° de muestra:			Fecha final del ensayo:		
Datos iniciales					
Nombre comercial :			Ligamento:		Código:
1	Ancho de tejido acabado (promedio)				
	En cm:		En pulg:		
2	Densidad (promedio)				
	U	hilos/cm ²		T	hilos/cm ²
3	Armazones (rapport)				
	Orillo		Fondo		
4	Ancho de orillo en cm: cm				
5	Relación de densidad orillo/fondo				
	Pasado por púa de orillo:		hilos/púa		
	Pasado por púa de fondo:		hilos/púa		
6	Porcentaje de contracción (promedio)				
	U	%	T	%	
7	Ancho de tejido de fondo				
8	Hilos de orillo	≈		hilos	
9	Hilos de fondo	≈		hilos	
10	Hilos total de orillos	hilos			
11	Hilos totales	hilos			
12	Púas de orillo	púas			
13	Púas de fondo	púas			
14	Púas totales	púas			
15	Ancho de peine	cm			
16	Número de peine	≈			
17	RECÁLCULO				
	Púas totales	≈		púas	
	Púas de fondo	púas			
	Hilos de fondo	hilos			
	Hilos totales	hilos			
	Diferencia de hilos	hilos			
	Ancho de peine	cm			
18	Material, torsión y título de hilos				
		Material	Sentido de la torsión	Título	
	U				
	T				
19	Peso de urdimbre en g/ m		g/m		
20	Peso de trama en g/ m		g/m		
21	Peso de orillo en g/m lineal		g/m		
22	Peso de 1 m ² de tejido	g/m ²			
23	Peso metro lineal del tejido acabado	g/m ²			
24	Peso de 1 m ² basado en la muestra (promedio)			g/m ²	
25	Porcentaje de error		%		

Formato del remetido del tejido

52

Anexo 13

Tabla de titulación de hilos

TABLA DE NUMERACIÓN DE HILADOS			
Sistema Directo		Sistema Indirecto	
Tex	$1\,000 * \frac{P}{L}$	Nm	$1 * \frac{L}{P}$
dTex	$10\,000 * \frac{P}{L}$	Ne	$0,59 * \frac{L}{P}$
Den	$9\,000 * \frac{P}{L}$		